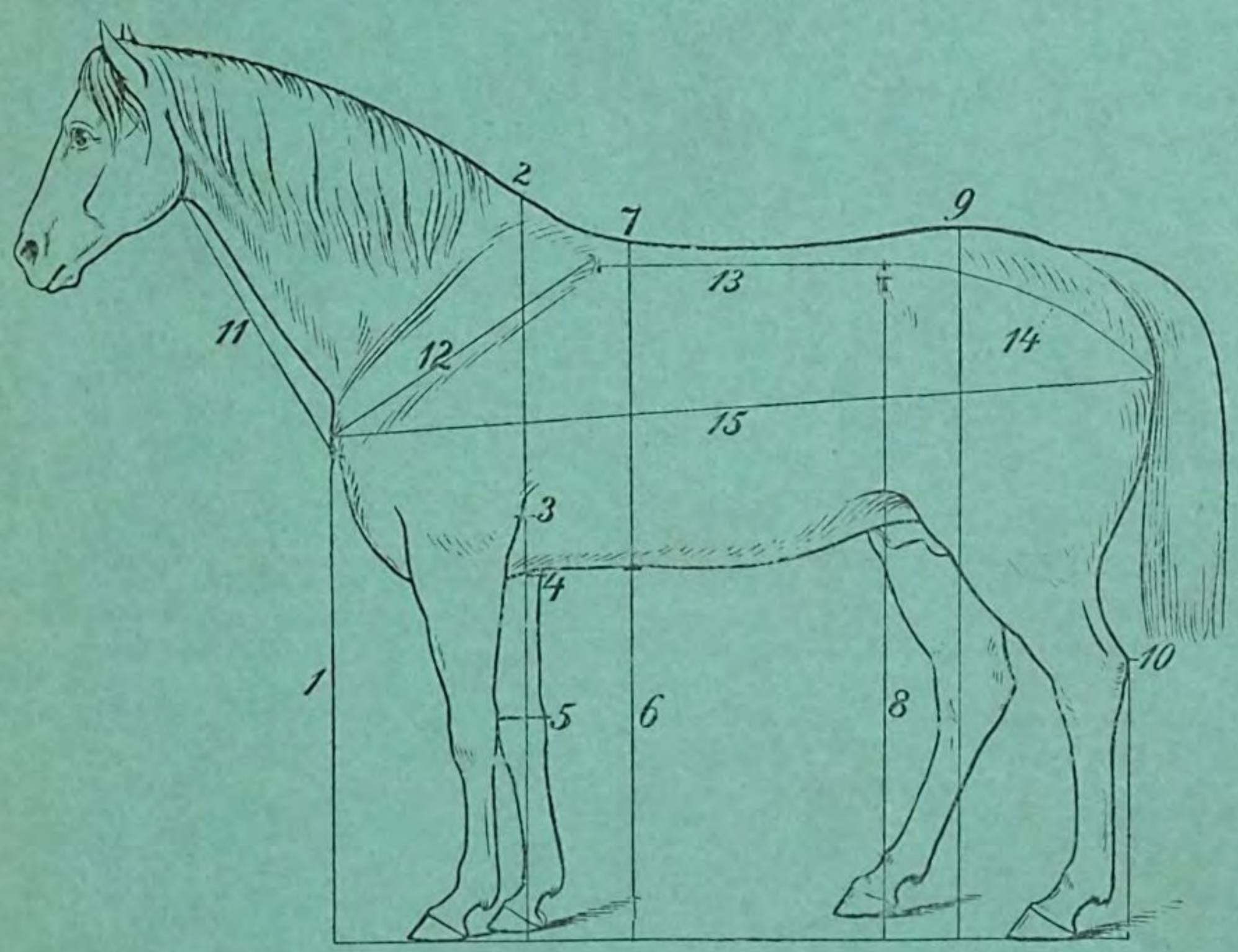
FORM UND LEBEN

DER

LANDWIRTHSCHAFTLICHEN HAUSTHIERE.

VON

MARTIN WILCKENS.



MIT 172 FIGUREN IM TEXT UND 42 TAFELN.

WIEN, 1878.

WILHELM BRAUMÜLLER

K. K. HOF- UND UNIVERSITÄTSBUCHHÄNDLER.

FORM UND LEBEN

DER

LANDWIRTHSCHAFTLICHEN HAUSTHIERE.

SYSTEMATISCHE DARSTELLUNG

IHRER MORPHOLOGIE UND PHYSIOLOGIE

ZUR WISSENSCHAFTLICHEN BEGRÜNDUNG DER THIERZUCHT.

VON

MARTIN WILCKENS

DOCTOR DER MEDICIN, O. Ö. PROFESSOR FÜR THIERPHYSIOLOGIE UND THIERZUCHT,
VORSTAND DES ZOOTOMISCH-PHYSIOLOGISCHEN INSTITUTES DER K. K. HOCHSCHULE FÜR BODENKULTUR
IN WIEN.

MIT 172 FIGUREN IM TEXT UND 42 TAFELN.

WIEN, 1878.

WILHELM BRAUMÜLLER

K. K. HOF- UND UNIVERSITÄTSBUCHHÄNDLER.

VORREDE.

Das vorliegende Werk ist eine Frucht achtzehnjähriger wissenschaftlicher Studien, welche durch zehn Jahre mit der landwirthschaftlichen Praxis, durch sechs Jahre mit dem landwirthschaftlichen Lehramte verbunden waren.

Die nächste Veranlassung zur Herausgabe dieses Werkes war das Bedürfniss meiner Hörer: ein Buch zu besitzen für ihre Studien auf dem Gebiete der Morphologie und Physiologie der Hausthiere, als der wissenschaftlichen Grundlage der landwirthschaftlichen Thierzucht.

Für diesen Zweck sind die vortrefflichen Hand- und Lehrbücher der Anatomie der Hausthiere von Ludw. Franck, von E. F. Gurlt (in fünfter Auflage fortgesetzt von A. G. T. Leisering und C. Müller), von Franz Müller u. A. nicht ganz geeignet, insofern sie den anatomischen Studien der Thierärzte angepasst sind und dem Bedürfnisse des studirenden Landwirthes nicht gleichzeitig Rechnung tragen können; sie sind für den letzteren einestheils zu umfangreich, anderntheils — und das gilt namentlich für die rein morphologischen Beziehungen und für die Rassenverschiedenheiten des Thierkörpers — zu wenig ausführlich.

Ein Lehrbuch der Physiologie der Hausthiere, welches dem gegenwärtigen Stande der Wissenschaft entspricht, liegt in deutscher Sprache nicht vor; die „Spezielle Physiologie der Haussäugethiere“ von C. F. H. Weiss, die vor zehn Jahren geschrieben wurde, ist jetzt grösstentheils veraltet. Des dänischen Veterinärs H. C. B. Bendz „Leitfaden der Anatomie und Phy-

siologie", der in deutscher Bearbeitung von H. C. Fock unter dem Titel „Körperbau und Leben der landwirthschaftlichen Haussäugethiere" im Jahre 1876 erschienen ist, dürfte weitergehenden wissenschaftlichen und praktischen Ansprüchen nicht ganz genügen; es ist übrigens in seinem beschränkten Umfange ein vortreffliches Buch, das namentlich allen landwirthschaftlichen Ackerbau- und Mittelschulen auf das wärmste zu empfehlen ist.

Die zahlreichen Hand- und Lehrbücher über die Physiologie des Menschen behandeln die Muskel- und Nervenphysiologie für die Bedürfnisse des Landwirthes in zu grosser Breite, die Physiologie der Ernährung aber zu kurz, und ohne besondere Rücksicht auf pflanzenfressende Hausthiere. Demnach gibt es gegenwärtig kein einziges Hand- oder Lehrbuch der Physiologie, welches den Fortschritten der Lehre vom Stoffwechsel nach allen Seiten gerecht wird. In vorliegendem Werke ist diese Lehre, dem gegenwärtigen Stande der Wissenschaft entsprechend, so ausführlich vorgetragen, wie es der Charakter des Buches gestattete. Ich hoffe, dass dieser ausführlichste Theil meiner Arbeit auch dem wissenschaftlichen Physiologen werthvoll sein wird.

Ich war bemüht dem Landwirthe, sowie dem der Landwirthschaft nahestehenden Thierarzte, in knapper systematischer Darstellung und in klarer leichtverständlicher Sprache, eine Uebersicht zu verschaffen über alle Beziehungen zwischen Form und Leistung unserer landwirthschaftlichen Hausthiere, nämlich des Pferdes, des Rindes, des Schafes und der Ziege, sowie des Schweines. Nur in der Darstellung des thierischen Stoffwechsels sind auch andere Hausthiere in Betracht gezogen worden.

Mit Rücksicht auf den auch der Praxis Rechnung tragenden Standpunkt dieses Werkes sind einige Kapitel ausführlicher behandelt worden, als andere. Zu ersteren gehören: die Knochenlehre (deren Verständniss durch die naturgetreuen und sorgfältig ausgeführten Skelet- und Schädelzeichnungen des Herrn F. Teuchmann erleichtert wird), die Mechanik des Bewegungsapparates, der Ernährungsapparat und die Lehre vom Stoffwechsel. In

kürzerer, mehr übersichtlicher Weise habe ich vorgetragen: das ganze erste Buch („Form und Leben der Thierzelle"), den Organismus der Wirbelthiere im Allgemeinen, die Gelenke und den Bandapparat (deren Beschreibung im Wesentlichen dem Handbuche der Anatomie von Ludw. Franck folgt), das Muskelsystem, den Empfindungsapparat, sowie die Zeugung und Entwicklung. In der „Theorie der Thierzucht", welche das fünfte und letzte Buch bildet, sind die Kapitel über die Proportionen, über die Züchtung und die Gesundheitspflege kürzer gefasst, während das Kapitel über die Fütterung der landwirthschaftlichen Hausthiere ausführlicher behandelt worden ist.

Es sind ferner einige Kapitel in einer von der üblichen Darstellungsweise etwas abweichenden Form vorgetragen worden. In der Schädellehre (die wie die ganze Knochenlehre auf eigenen Forschungen beruht) habe ich die Kopfknochen nur nach Regionen beschrieben und besonders Gewicht gelegt auf die Rasse-Eigenthümlichkeiten des Schädels; nur in Betreff des Pferdes und der Ziege stand mir hierfür kein ausreichendes Material zu Gebote. In der Muskellehre sind vorwiegend die topographischen Verhältnisse der Muskeln ins Auge gefasst worden; mit Rücksicht auf die äussere Körperform, habe ich die vier Muskeltafeln (vom stehenden Pferde) nach einem Modelle von Dr. Auzoux in Paris anfertigen lassen. Für die Bezeichnung der Muskeln habe ich grösstentheils neue deutsche Namen gewählt, die sich auf den Ursprung und den Ansatz der Muskeln beziehen; um jedoch den Vergleich mit der älteren Benennungsweise zu erleichtern, sind auch die üblichen lateinischen Namen der Muskeln angegeben. Die „Mechanik des Bewegungsapparates", ebenso wie die Beschreibung des Ernährungsapparates, stützt sich grösstentheils auf eigene Studien; nur in der kurzen und übersichtlichen Darstellung der Blutgefässe bin ich den Angaben der Veterinär-Anatomen gefolgt. Die Lehre vom Stoffwechsel überschreitet in der Breite der Darstellung eigentlich den Rahmen dieses Werkes. Der Umstand aber, dass kein einziges Hand- und Lehrbuch der Physiologie diese Lehre in einer für den Land-

wirth ausreichenden Darstellung enthält, hat mich veranlasst jenen Gegenstand, auf Grund umfassender Quellenstudien, so ausführlich zu behandeln.

Am meisten von der üblichen Darstellungsweise weicht die „Theorie der Thierzucht“ ab. Die „allgemeine und besondere Proportionslehre“ ist an die Stelle der sogenannten „Lehre vom Exterieur“ getreten, und sie ist in ihren Grundzügen von mir neu gestaltet. Ich habe den von A. Zeising (hauptsächlich zur Beurtheilung der Körperform des Menschen) zuerst in Anwendung gebrachten „goldenen Schnitt“ als Grundlage gewählt zur Beurtheilung der typischen Formen der landwirthschaftlichen Hausthiere und ihrer den verschiedenartigen Gebrauchszwecken angepassten Abweichungen. Ich bemerke ausdrücklich: dass die in diesem Werke vorgetragenen Elemente der Proportionslehre nur den Charakter eines Versuches, beziehungsweise einer vorläufigen Mittheilung beanspruchen; die eingehendere Begründung und den Ausbau der Proportionslehre behalte ich einer späteren Arbeit vor.

Die Züchtungslehre beschränkt sich im Wesentlichen auf die Erörterung derjenigen gesetzmässigen Erscheinungen, welche sich durch Vererbung und Anpassung vollständig erklären lassen. — Dass demnach viele Erfahrungen praktischer Thierzüchter unberücksichtigt bleiben mussten, versteht sich bei dem heutigen Stande der Entwicklungstheorie von selbst. Das Kapitel über die Züchtungsmethoden ist auf meine eigenen thierzüchterischen Erfahrungen gegründet.

Die Gesundheitspflege ist als deduktiver Theil der Physiologie behandelt worden, ohne jede Rücksicht auf die Krankheitserscheinungen der Hausthiere.

Die Fütterungslehre bildet in dem vorliegenden Werke den angewandten Theil der Ernährungslehre, beziehungsweise der Lehre vom Stoffwechsel. Hierbei wurde eine grosse Zahl verdienstvoller Arbeiten der landwirthschaftlichen Versuchsstationen, nach Maassgabe ihrer physiologischen Bedeutung, verwerthet. Ich habe mich bemüht, die wissenschaftlichen Grundsätze

der Fütterung so klar zu entwickeln, dass der praktische Landwirth in Stand gesetzt ist: die Fütterungsregeln für seinen besonderen Fall daraus abzuleiten. Allgemein gültige Fütterungsnormen aufzustellen — halte ich nach dem gegenwärtigen Stande der Wissenschaft nicht für möglich. Meine Ansichten über die üblichen Fütterungsnormen, wie sie namentlich Emil v. Wolff in Hohenheim den praktischen Landwirthen geboten hat, sind entwickelt in Fühling's landwirthschaftlicher Zeitung (Jahrgang 1876 und 1877). Ich habe die Genugthuung, dass Julius Kühn in der 1878 erschienenen, der siebenten Auflage seines berühmten Buches „Die zweckmässigste Ernährung des Rindviehes" im Wesentlichen sich meiner Kritik angeschlossen hat. Julius Kühn ist gleich mir der Ansicht: „dass dem Landwirthe durch eine klare Einsicht in die Vorgänge der Ernährung mehr gedient sei, als durch blosse empirische Regeln oder durch theoretische Normen von zweifelhaftem Werthe".

Ohne eingehendes Studium der wissenschaftlichen Grundlagen seines Gewerbes, ist der Landwirth der Gegenwart nicht mehr im Stande den heutigen gesteigerten Anforderungen an den Landwirthschaftsbetrieb zu genügen. Die landwirthschaftliche Krise, die so viel Klagen wachruft in den Vereinen und in der Presse, beruht meines Erachtens grösstentheils auf der unzureichenden wissenschaftlichen Vorbildung des Landwirthes für sein Gewerbe. Man hat sich vielfach bemüht, dem praktischen Landwirthe die Wissenschaft in leichtverdaulicher Form beizubringen. Man hat die Naturwissenschaft und die Volkswirthschaftslehre „in usum delphini" für den Landwirth zugestutzt, aber man hat damit weiter nichts erreicht, als einen oberflächlichen wissenschaftlichen Schliff, der den strengen Anforderungen der Praxis nicht Stand hält. Ich glaube, dass die Zeit nicht mehr fern ist, wo jeder Landwirth, der sich über den Bildungsstandpunkt eines Bauern zu erheben in der Lage ist, mit gleichem Ernste und mit gleicher Ausdauer die wissenschaftlichen Studien betreiben wird, wie die Fakultätsstudirenden. Der Beruf des Land-

wirthes erfordert wahrlich keine geringeren geistigen Fähigkeiten und kein geringeres Maass wissenschaftlicher Bildung, als der Beruf des Juristen, oder des Arztes.

Ich habe versucht, in dem vorliegenden Werke auf breiter wissenschaftlicher Grundlage eine Theorie der Thierzucht aufzubauen, die, so unvollkommen sie auch noch sein mag, dem Landwirthe wenigstens die Wege bahnt, auf denen er als Thierzüchter sicher vorwärts schreiten kann. Trotz seines grossen Umfanges enthält dieses Werk nur das mindeste Maass desjenigen, was zur wissenschaftlichen Begründung der Thierzucht unerlässlich nothwendig ist. Ich setze dabei voraus, dass ein gründliches Studium der Zoologie und der vergleichenden Anatomie, wie sie die Hand- und Lehrbücher von Claus, von Gegenbaur, von Pagenstecher, von Schmarda, von Oskar Schmidt u. A. vermitteln, dem Studium meines Buches vorausgegangen ist.

Mir ist sehr wohl bekannt, dass das vorliegende Werk manche Lücken enthält, deren Ausfüllung noch schwere Arbeit fordert. Aber ich habe geglaubt, dass diese Arbeit erleichtert werden wird durch eine systematische Uebersicht über die bisherigen Leistungen auf dem Gebiete der Morphologie und Physiologie der Hausthiere. Diesem Standpunkte möge die Kritik dieses Werkes wohlwollend Rechnung tragen und des Spruches eingedenk sein:

„*In magnis voluisse sat est.*“

Wien, im Mai 1878.

M. Wilckens.

INHALTSVERZEICHNISS.

ERSTES BUCH.

Form und Leben der Thierzelle.

Erster Abschnitt.

Die Formelemente und die Gewebe des Thierkörpers.

Erstes Kapitel.

Die Zelle im Allgemeinen und die Zellenflüssigkeiten.

Zweites Kapitel.

Die Oberhautgewebe.

Drittes Kapitel.

Gewebe der Bindesubstanzen.

Viertes Kapitel.

Die Reizgewebe. (Animale Gewebe.)

Zweiter Abschnitt.

Die Stoffe des Thierkörpers.

Fünftes Kapitel.

Die anorganischen Verbindungen des Thierkörpers.

1. Das Wasser.

2. Die anorganischen Salze.

3. Das Eisen.

Sechstes Kapitel.

Die organischen Verbindungen des Thierkörpers.

1. Die Eiweisskörper.

2. Die Fette.

Dritter Abschnittt.

Die Kräfte des Thierkörpers.

Siebentes Kapitel.

Die molekularen Bewegungserscheinungen im Thierkörper.

Achtes Kapitel.

Die Grundfunktionen des Thierkörpers.

ZWEITES BUCH.

Der Organismus der Wirbelthiere und der Stützapparat der landwirthschaftlichen Hausthiere.

Vierter Abschnitt.

Der Organismus der Wirbelthiere.

Neuntes Kapitel.

Die organischen Apparate der Wirbelthiere.

Zehntes Kapitel.

Der Bauplan des Körpers der Säugethiere.

Fünfter Abschnitt.

Der Stützapparat der landwirthschaftlichen Hausthiere.

Elftes Kapitel.

Die Form und die Verbindung der Knochen.

Zwölftes Kapitel.

Die Knochen des Halses und des Rumpfes.

Dreizehntes Kapitel.

Die Knochen des Kopfes.

Vierzehntes Kapitel.

Die Knochen der Glieder.

Fünfzehntes Kapitel.

Die Gelenke und der Bandapparat.

DRITTES BUCH.

Die animalischen Apparate der landwirthschaftlichen Hausthiere.

Sechster Abschnitt.

Der Bewegungsapparat der landwirthschaftlichen Hausthiere.

Sechzehntes Kapitel.

Allgemeines über die willkürlichen Muskeln.

Siebenzehntes Kapitel.

Das Muskelsystem.

Siebenter Abschnitt.

Der Empfindungsapparat der landwirthschaftlichen Hausthiere.

Zwanzigstes Kapitel.

Das Nervensystem.

Einundzwanzigstes Kapitel.

Der Sinnesapparat.

Zweiundzwanzigstes Kapitel.

Die Mechanik des Empfindungsapparates.

VIERTES BUCH.

Die vegetativen Apparate der landwirthschaftlichen Hausthiere.

Achter Abschnitt.

Der Ernährungsapparat der landwirthschaftlichen Hausthiere.

Dreiundzwanzigstes Kapitel.

Der Verdauungsapparat.

*) Irrthümlich sind im Texte zwei Paragraphen mit der gleichen Nummer bezeichnet.

Vierundzwanzigstes Kapitel.

Der Kreislaufapparat.

Fünfundzwanzigstes Kapitel.

Der Athmungsapparat.

Sechsundzwanzigstes Kapitel.

Der Absonderungsapparat.

Siebenundzwanzigstes Kapitel.

Der Stoffwechsel.

Neunter Abschnitt.

Zeugung und Entwicklung der landwirthschaftlichen Hausthiere.

Achtundzwanzigstes Kapitel.

Der Zeugungsapparat.

Neunundzwanzigstes Kapitel.

Die Entwicklung.

FÜNFTES BUCH.

Die Theorie der Thierzucht.

Zehnter Abschnitt.

Die Beurtheilung der äusseren Körperform der landwirthschaftlichen Hausthiere.

Dreissigstes Kapitel.

Allgemeine Proportionslehre.

Einunddreissigstes Kapitel.

Grundsätze der besonderen Proportionslehre für die landwirthschaftlichen Hausthiere.

Zweiunddreissigstes Kapitel.

Die Altersbeurtheilung der landwirthschaftlichen Hausthiere.

Elfter Abschnitt.

Die Züchtung der landwirthschaftlichen Hausthiere.

Dreiunddreissigstes Kapitel.

Vererbung und Anpassung.

Vierunddreissigstes Kapitel.

Die Methoden der Züchtung.

Zwölfter Abschnitt.

Die Nutzung der landwirthschaftlichen Hausthiere.

Fünfunddreissigstes Kapitel.

Die Gesundheitspflege der landwirthschaftlichen Hausthiere.

Sechsunddreissigstes Kapitel.

Die Fütterung der landwirthschaftlichen Hausthiere.

VERZEICHNISS
der Holzschnitte und zinkotypirten Figuren im Text.

Unter denselben sind 71 Originalabbildungen. Die übrigen (zumeist aus dem Lager der Verlagshandlung) sind anderen Werken entnommen; der Name des Verfassers ist hinter der Figurenbezeichnung eingeklammert.

VERZEICHNISS DER TAFELN.

BERICHTIGUNGEN.

Seite 7 Zeile 2 von oben statt: äusseren, lies: mittleren.
„ 32 „ 15 „ unten „ über die, lies: über der.
„ 92 „ 13 „ oben „ Gefässe, lies: Gefässen.
„ 95 „ 5 „ unten „ dienende, lies: dienenden.
„ 103 „ 6 „ „ „ an dem, lies: an den.
„ 119 „ 15 „ oben „ Querfortsatzlöcher, lies: Zwischenwirbellöcher.
„ 147 „ 14 „ unten „ bei *B*, lies: bei *A*.
„ 156 „ 2 „ oben „ *e* Gelenkkopf, lies: *c* Gelenkkopf.
„ 165 „ 1 „ „ „ *w* lies: *w'*.
„ 174 „ 11 „ unten „ Seite 171, lies: Seite 170.
„ 216 „ 13 „ „ (Figurenerklärung) statt: *p* Sehne, lies: *p* Bauch und Sehne.
„ 223 „ 15 „ oben statt: vergrössern bis zu höchstens 180°, lies: verkleinern bis zu 0°.
„ 223 „ 19 „ „ „ kleiner, lies: grösser.
„ 240 „ 1 „ unten hinter Rückgratmuskel ist hinzuzufügen: und wirken wie dieser.
„ 252 „ 4 „ „ statt: levatores, lies: levator.
„ 267 „ 15 „ oben „ Schambeinmuskel, lies: Scham-Sitzbeinmuskel.
„ 372 „ 17 „ „ „ hellblau, lies: hellroth.
„ 373 „ 17 „ „ „ willkürlicher, lies: unwillkürlicher.
„ 455 „ 5 „ „ „ 338, lies: 241.
„ 481 „ 1 „ unten „ 239, lies: 238.
„ 529 „ 2 „ „ „ fünfunddreissigsten, lies: sechsunddreissigsten.
„ 530 „ 1 „ „ „ fünfunddreissigsten, lies: sechsunddreissigsten.
„ 532 „ 1 „ „ „ fünfunddreissigste, lies: sechsunddreissigste.
„ 616 „ 16 „ oben „ K. Hermann, lies: L. Hermann.
„ 691 Wegen Raummangel ist in Tabelle LVII die Bezeichnung: Reihe I für die Versuche 1 bis 15; Reihe II für die Versuche 16 bis 23, Reihe III für die Versuche 31 bis 42 weggelassen worden, welche Bezeichnung in Beziehung steht zu der Erklärung auf Seite 690, Zeile 17 bis 13 von unten.
„ 911 Zeile 15 und 13 von unten statt: 19·90, lies: 19·72.
„ 911 „ 13 von unten statt: 127, lies: 126.

ERSTES BUCH.

Form und Leben der Thierzelle.

ERSTER ABSCHNITT.

Die Formelemente und die Gewebe des Thierkörpers.

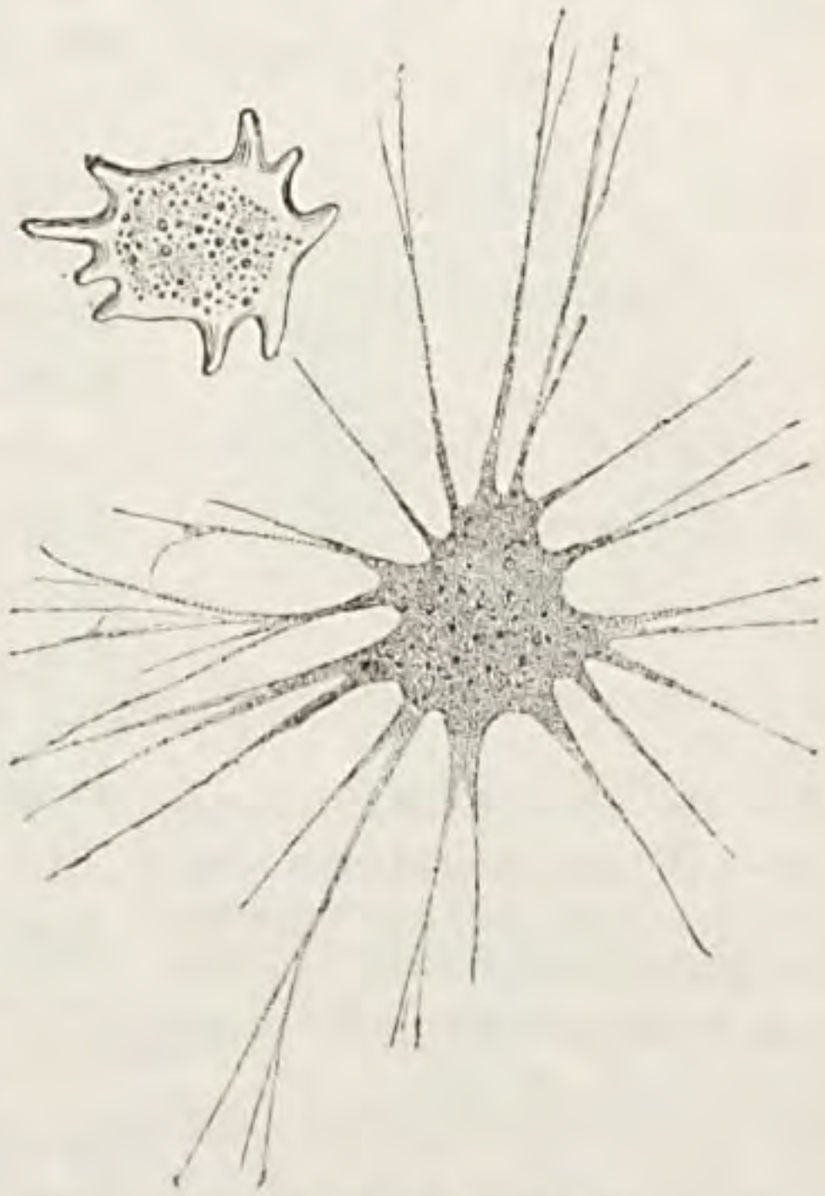
Erstes Kapitel.

Die Zelle im Allgemeinen und die Zellen-Flüssigkeiten.

§. 1. *Das Formelement des Thierkörpers.*

Die einfachsten thierischen Organismen, z. B. der den Meeresboden bedeckende Bathybius und die in süssen Gewässern vorkommenden, als Protamöben bezeichneten Schleimmassen, bestehen bloss aus eiweisshaltigen, im Wasser aufgequollenen Klümpchen, welche im Inneren nur unregelmässig zerstreute Körnchen, sonst aber weiter keine Organisation erkennen lassen. (Fig. 1.) Man nennt jene Eiweissmasse „Plasma“ oder „Protoplasma“, und ein so einfach gebautes Wesen „Cytode“. Diese Cytoden können zu ihrer Ernährung fremde Körper aufsaugen; sie besitzen auch das Vermögen der selbstständigen Bewegung, obgleich diese nur in einem sehr trägen und stückweisen Fortschieben der schleimigen Protoplasmamasse besteht. Durch einfache Theilung geschieht die Fortpflanzung dieser einfachsten Organismen.

Fig. 1.



Protamöben (Cytoden).

Auf einer etwas höheren Stufe der Organisation stehen jene einfachen Organismen, welche, wie z. B. die Amöben, in ihrer

Protoplasmamasse einen oder mehrere grössere, nicht kontraktile Körperchen enthalten, welche als Kerne bezeichnet werden. Eine solche, einen oder mehrere Kerne einschliessende eiweisshaltige Masse nennt man eine „Zelle". Da das Protoplasma der Zelle kontraktil ist, so kann auch sie, wie die Cytode, ihre Form mannichfach verändern.

Organismen, welche nur aus einer Zelle bestehen, gehören der niedrigsten Stufe der Organisation an. In höher organisirten Thieren treten viele kernhaltige Zellen zur Bildung von Geweben und Organen zusammen und in der höchst organisirten Thierreihe, in den Wirbelthieren, sind die Organe aus gar verschiedenartigen Geweben und Zellen zusammengesetzt. Die Zellen, Gewebe und Organe der höchst organisirten Thiere aber mögen noch so verschiedenartig sein, immer nehmen sie ihren Ursprung aus einer einzigen Zelle, der Eizelle. Wir dürfen die Zelle und insbesondere die Eizelle, demnach als das Formelement ansehen, aus der alle thierischen Organismen, aus der die grosse, so verschiedenartige Reihe der Thierformen ihren Ursprung nimmt.

In neuester Zeit versteht man unter „Zelle" ein mit gewissen Funktionen (Bewegung, Aufsaugung, Zeugung) ausgestattetes Protoplasmaklümpchen mit oder ohne Kern. Früher aber hielt man als zum Begriffe einer Zelle gehörig: ein das Protoplasmaklümpchen umgebendes Häutchen (Zellmembran). Ein solches Häutchen findet sich allerdings bei vielen Zellen, immer aber nur in älteren Entwicklungszuständen und in Folge einer chemischen Umwandlung der äusseren Protoplasmaschichten. Betrifft diese Umwandlung nur eine einfache Protoplasmaschicht, so erscheint die umgewandelte peripherische Schicht der Zelle als Membran; werden aber mehrere Protoplasmaschichten von jener Umwandlung betroffen, so nennt man die dickere Schicht „Zellenkapsel". Zellen welche von einer Membran oder einer Kapsel umschlossen sind, zeigen keinen Formenwechsel mehr.

Fig. 2.

Eizelle vom Hecht.

Das von einer Membran umgebene körnige Protoplasma (Dotter) der Eizelle enthält als grösseres Bläschen den Kern, in dem sich mehrere Kernkörperchen befinden.

Der Kern der Zelle enthält meistens noch ein oder mehrere Körnchen, sogenannte Kernkörperchen. Gewissen Zellen fehlt der Kern. Als Schema der Zelle zeigt Fig. 2 die Eizelle eines Hechtes.

§. 2. *Die Zelle als Elementar-Organismus.*

Die Zelle nimmt an allen Lebenserscheinungen Theil, oder richtiger: das Leben des Gesammt-Organismus ist das Ergebniss

der in den einzelnen Zellen auftretenden Bewegungserscheinungen. Die Zelle nimmt theils zu ihrer eigenen Ernährung, theils zur Bereitung von Exkreten und Sekreten für den Gesammtorganismus, von ihrer Umgebung Stoffe auf (Zellenassimilation); sie giebt aus ihrem Innern an ihre Umgebung Stoffe ab, die entweder für ihre eigene Lebensthätigkeit unbrauchbar sind; oder die aus dem die Zelle umkreisenden Blute einfach abfiltrirt sind, zum Zwecke der Abfuhr aus dem Körper (Exkrete, wie z. B. Harn, Schweiss); oder die dem Blute entzogen sind um durch die Zelle in neue Verbindungen umgewandelt zu werden, zum Dienste des Gesammtorganismus (Sekrete, wie z. B. Galle, Speichel, Darmsaft). Die Zelle wächst auf Kosten der assimilirten Stoffe, und wenn dieses Wachsthum ein gewisses individuelles Mass erreicht hat, so theilt sich die Zelle, d. h. sie zeugt junge Zellen. Die Zelle ist, vermöge ihres kontraktilen Protoplasmas, in beständiger Bewegung, als deren Ursache thermische, mechanische, chemische, elektrische und Nervenreize in Betracht kommen. An allen jenen Bewegungserscheinungen nimmt der nichtkontraktile Zellenkern einen gewissen Antheil: er scheint die ein- und austretenden Saftströme zu reguliren und die sekretorischen Umwandlungen zu beeinflussen; seine Theilung leitet den Zeugungsvorgang der Zelle ein.

Nach den in ihr auftretenden elementaren Lebenserscheinungen, dürfen wir die Zelle als Elementar-Organismus bezeichnen.

Wie jeder Organismus, so ist auch die Zelle nach kürzerer oder längerer Zeit dem Tode unterworfen. Die einzelne Zelle der höheren Organismen stirbt weit früher ab als diese selbst, so dass also ein fortwährender Wechsel jener Elementarorganismen stattfindet. Die älteren Zellenschichten an den äusseren und inneren Oberflächen des Thierkörpers werden von jüngeren Zellen verdrängt, jene vertrocknen und werden als Hautschuppen oder als Schleimbestandtheile abgestossen, andere Zellen gehen zu Grunde, indem ihr eiweisshaltiges Protoplasma umgewandelt wird in Schleim (sogenannte schleimige Metamorphose, wie z. B. in den zylindrischen Zellen der Dünndarmzotten), oder in Fett (sogenannte fettige Degeneration, wie z. B. in der Milchdrüse), oder indem es durch Kalkkörnchen verdrängt wird. Der Thierkörper verliert täglich grosse Mengen von Zellen, die theils von der Haut und den Hornsubstanzen sich abschuppen, theils mit

dem Nasen- und Maulschleim, hauptsächlich aber mit Koth und Harn aus dem Innern des Körpers abgeführt werden.

Gegenwärtig kennen wir keine andere Entstehung neuer Zellen als aus schon vorhandenen Zellen durch einfache oder mehrfache Theilung (Fig. 3, *a b c*) oder (bei niederen Thieren) durch Sprossenbildung (Fig. 3 *d*) älterer Zellen und Abschnürung der Sprossen. Die Annahme einer freien Zellenbildung (aus amorphen organischen oder aus unorganischen Massen) entbehrt bisher eines sicheren Beweises.

Fig. 3.

a b c Blutzellen des Huhnes in der Theilung. *d* Knospende Samenzellen vom Regenwurm.

Fig. 4.

Endogene Zellenbildung im embryonalen Knorpel.

Wenn sich getheilte Zellen nicht von einander entfernen, sondern von der Zellhaut oder der Zellkapsel umschlossen bleiben, so spricht man von einer endogenen Zellbildung. (Fig. 4.)

§. 3. *Die Form und Grösse der Zelle.*

Lebende Zellen, welche nur aus einem kernhaltigen Protoplasmaklümpchen bestehen, wechseln ihre Form beständig, nehmen aber im ruhenden Zustande meistens eine rundliche oder kuglige Form an. Zellen aber, welche mit einer Membran oder einer Kapsel versehen sind, zeigen folgende verschiedenartige Formen.

1. Kugelförmige Zellen; dazu gehören die Eizellen (Fig. 2) und die Fettzellen (Fig. 5 *A*).

2. Platte, polygonale Zellen; z. B. Epithelzellen (Fig. 5 *B a b*, *D b*), Leberzellen.

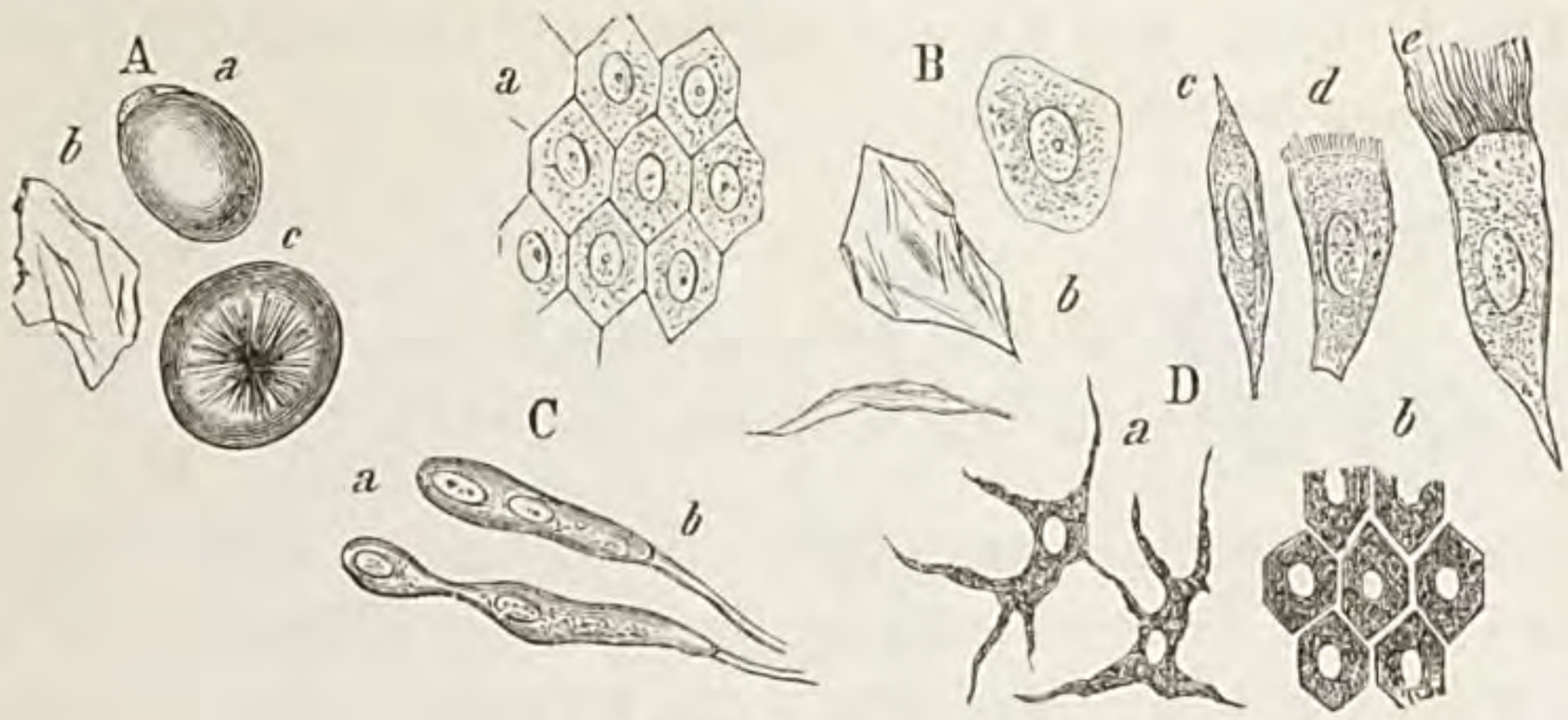
3. Spindelförmige Zellen; z. B. Spindelzellen aus der tieferen Oberhautschicht der äusseren Haut (Schleimschicht, Fig. 5, *B c*), Bindegewebszellen, glatte Muskelzellen.

4. Zylindrische Zellen; z. B. Zylinderepithel aus dem Darm (Fig. 5, *B d*), mit Flimmer besetztes Epithel aus der Luftröhre (Fig. 5, *B e*).

5. Keulenförmige Zellen; z. B. Elfenbeinzellen (Fig. 5, *C a b*).

6. Sternförmige Zellen; z. B. die sternförmigen Zellen aus der Pigmentschicht der äusseren Augenhaut (Fig. 5, *D a*), Nervenzellen.

Fig. 5.



Zellenformen.

A Fettzellen, *a* gefüllt, *b* mit Kali behandelt, *c* mit Fettsäure-Krystallen.
B Oberhautzellen, *a* pflasterförmig aus der äusseren Haut des Embryo; *b* desgleichen von Erwachsenen; *c* Spindelzelle aus der Schleimschicht der Oberhaut; *d* Zylinderzelle mit Stäbchen; *e* Flimmerzelle auf der Schleimhaut der Luftröhre.
C Keulenförmige Elfenbeinzelle vom Embryo.
D Pigmentzellen, *a* sternförmige, *b* polygonale.

Die Zellmembran ist entweder glatt, wie bei den eben genannten Zellen, oder rauh und granulirt, wie bei den Lymphkörperchen, oder geriffelt, wie bei den Riffelzellen (z. B. an der Lippenschleimhaut des Störs, Fig. 6).

Fig. 6.

Geriffelte Zelle.

Fig. 7.

Myeloplax.

Das Ausmass der meisten Zellen ist mit unbewaffnetem Auge nicht wahrzunehmen. Die kleineren und kleinsten Zellen, so wie überall die Kerne, sind nur mit Hilfe des Mikroskopes zu erkennen. Bei den Wirbelthieren messen die kleinsten Zellen (Blutkörperchen) 0·006—0·008 Millimeter im Durchmesser. Zu den grössten Zellen gehört das Säugethierei (es misst 0·2 Millimeter im Durchmesser), ferner die vielkernige Riesenzelle des Knochenmarkes neugeborener Säugethiere (sogenannte Myeloplax, Fig. 7).

Die Form des Kernes ist rundlich, kuglig oder scheibenförmig, oder sie ist spindelförmig, und bei in der Theilung begriffenen Zellen biskuitförmig. Der Kern hat in der Zelle bald eine zentrale, bald eine mehr exzentrische Lage.

Die Grösse des Kernes schwankt zwischen 0·005—0·007 Millimeter im Durchmesser.

§. 4. *Die Zellen-Flüssigkeiten.*

(Blut, Chylus und Lymphe, Speichel, Samen.)

Die einfachsten Organe des Thierkörpers sind diejenigen, welche bloss aus Zellen bestehen, die in einer Flüssigkeit schwimmen. Dahin gehören das Blut, die Lymphe, der Chylus, die Milch, der Speichel, der Same.

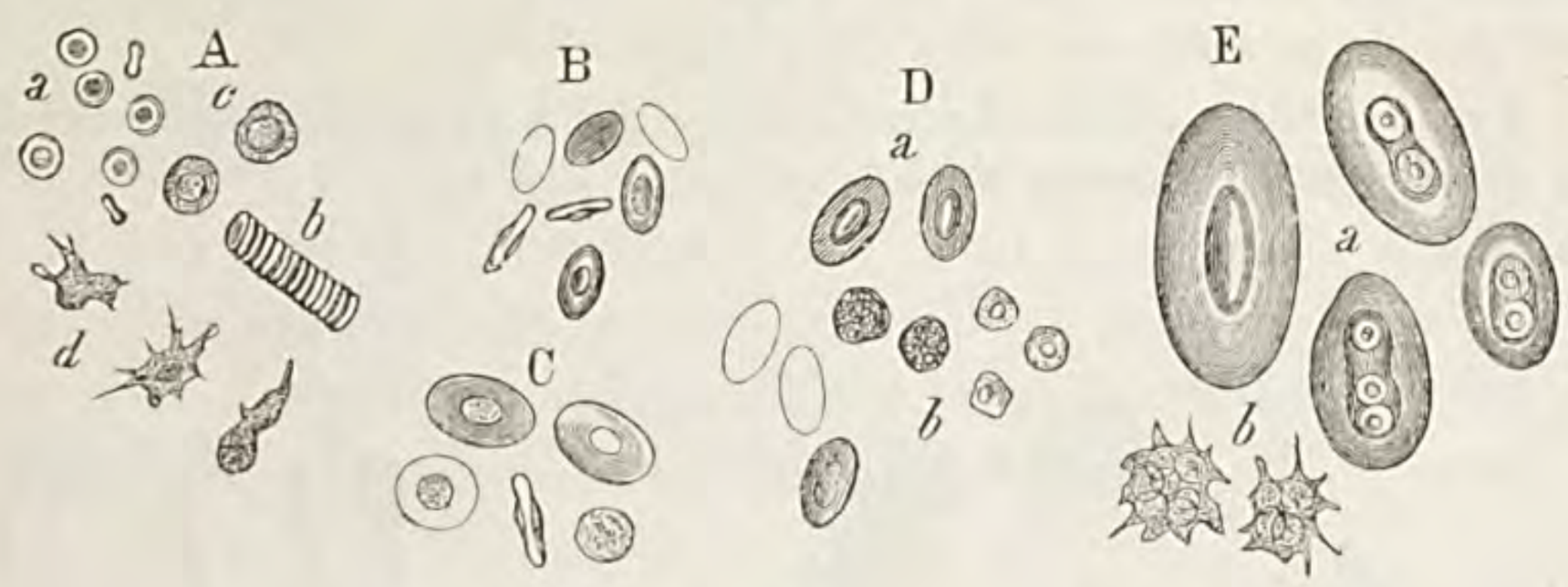
1. Das Blut besteht zu etwa zwei Drittel seines Volumens aus einer eiweisshaltigen Flüssigkeit (Blutplasma), und zu etwa ein Drittel aus den Blutkörperchen welche gelbröthliche, hüllenlose Zellen darstellen, die bei den Säugethieren kernlos sind, bei den übrigen Wirbelthieren aber Kerne enthalten. Die Blutkörperchen der Säugethiere sind also eigentlich Cytoden. Die Form derselben ist scheibenförmig; sie sind auf beiden Flächen ausgehöhlt (bikonkave Scheiben); wenn sie ausserhalb des Körpers Wasser aufsaugen, werden sie kugelförmig und in Kochsalzlösung und beim Eintrocknen bekommen sie geriffelte Ränder. Das Blut enthält in geringer Zahl auch kernhaltige Zellen (sogenannte farblose oder weisse Blutzellen), welche im lebenden Zustande amöbenartige Bewegungen zeigen.

Verschiedene Formen der Blutkörperchen zeigt Fig. 8. Die Grösse der kernfreien Blutkörperchen der Säugethiere variirt von 0·002 Millimeter (javanisches Moschusthier) bis 0·009 Millimeter Durchmesser (Elephant). Die kernhaltigen Blutkörperchen der Amphibien haben 0·02—0·06 Millimeter Durchmesser. Die Grösse der kernhaltigen Blutkörperchen der Vögel und Reptilien steht etwa in der Mitte zwischen denen der Säugethiere und der Amphibien. Die wirbellosen Thiere besitzen meistens farblose Blutkörperchen, von sehr verschiedenartiger Form und Grösse.

Die ersten farbigen Blutkörperchen entstehen als grössere Protoplasmakugeln in den Wandungen der Blutgefässe, aus denen sie später in den Hohlraum derselben durchbrechen. Im Embryonalblute der Säugethiere treten anfangs nur kernhaltige, durch Theilung sich vermehrende Blutzellen auf. Später treten diese mehr zurück und bei der weiteren Entwickelung des Embryo erscheinen zahlreiche weisse Blutzellen in der Blutbahn, wo sie sich in rothe umwandeln.

Nach der Geburt des Thieres entstehen rothe Blutkörperchen ebenfalls aus weissen, die ausserhalb der Blutbahn (in den Lymphdrüsen) ihren Ursprung nehmen. Eine Neubildung von zum Theil kernhaltigen rothen Blutkörperchen geschieht auch in der Milz und im Knochenmarke.

Fig. 8.



Blutkörperchen.

A Des Menschen: *a* obere und Seitenansicht, *b* in Säulen aneinanderliegend, *c* farblose, *d* dieselben mit amöboiden Fortsätzen.
B Blutkörperchen des Vogels.
C „ „ Frosches.
D „ „ Rochen, *a* rothe, *b* farblose.
E „ „ Olm, *a* rothe mit Theilung des Kernes, *b* farblose.

Ein Zerfall der rothen Blutkörperchen findet statt in den Lebergefässen (wo sie an der Gallenbildung Theil nehmen) und in der Milz.

Bei verlangsamtem Blutstrom und unter gesteigertem Blutdruck können rothe Blutkörperchen durch die unversehrte Gefässwandung hindurchtreten; sie gehen dann entweder im anliegenden Gewebe zu Grunde oder sie treten in angrenzende Lymphbahnen ein.

2. Unter Lymphe und Chylus begreift man die aus farblosen kernhaltigen Zellen und Plasma bestehende Flüssigkeit, die ein besonderes Kanalwerk — das Saugadersystem — erfüllt, welches die aus dem Darmkanal und den Blutgefässen abfiltrirte plasmatische Flüssigkeit, so wie die Zersetzungsprodukte der Gewebe sammelt und der Blutbahn zuführt. Man nennt die aus der Blutbahn in die Gewebe abfiltrirte Flüssigkeit Lymphe; die Flüssigkeit aber, welche zur Zeit der Verdauung in den Saugadern des Darmkanales auftritt, bezeichnet man als Chylus. Dieser aus dem Verdauungskanale abfiltrirte Nahrungssaft wird durch die Hauptsaugader — den Milchbrustgang — der Blutbahn zugeführt.

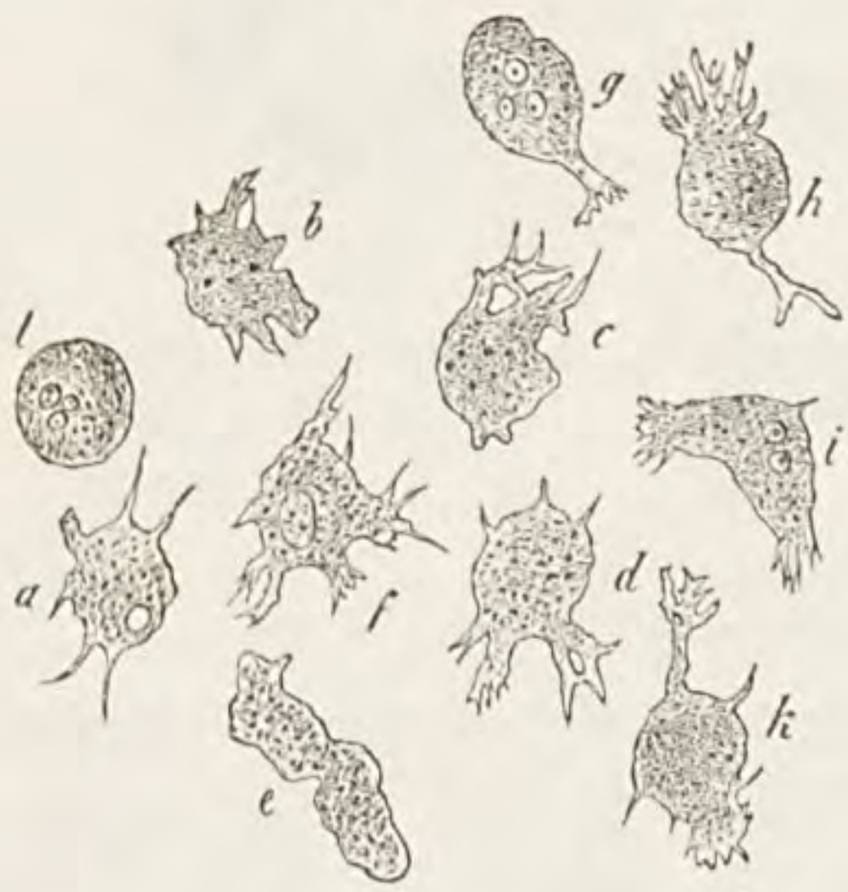
Die in der Lymphe und im Chylus vorkommenden kernhaltigen Zellen gleichen durchaus den auch im Blute spärlich vorkommenden kontraktilen, sogenannten weissen Blutzellen; dort aber bilden sie die Hauptmasse der geformten Bestandtheile. Der

Chylus enthält ausser jenen kernhaltigen Zellen auch noch zahlreiche Fetttröpfchen und staubartige, eiweisshaltige Moleküle.

Die kernhaltigen Zellen der Lymphe entstehen in den Lymphdrüsen, in welchen sie der durchströmenden Lymphe zutreten. Auch der Chylus empfängt seine kernhaltigen Zellen erst in den Lymphdrüsen des Verdauungskanales, durch welche der darin abfiltrirte Nahrungssaft hindurchströmt.

Lymphzellen in verschiedenen Zuständen der Kontraktion (sogenannte Eiterzellen aus einem entzündeten Froschauge) zeigt Fig. 9.

Fig. 9.



Lymphzellen.

a mit dünnen fadenförmigen Fortsätzen,
b d f mit breiteren Fortsätzen,
g h k mit astförmigen Fortsätzen,
c d mit zusammengeflossenen netzförmigen Fortsätzen,
e i mit langgestrecktem und gebogenem Körper,
l kugelförmig im Ruhezustande.

Fig. 10.

Samenzellen.

a vom Stier.
b „ Täuber.
c „ Frosch.
d „ Karpfen.

3. Der Speichel enthält in einer zu etwa $99^1/_2$ Prozent aus Wasser bestehenden Flüssigkeit sehr kleine den Lymphzellen ähnliche kernhaltige Zellen, welche mit zahlreichen kleinen Körnchen erfüllt sind, die lebhafte Molekularbewegung zeigen.

4. Der männliche Same enthält in einer sehr eiweissreichen Flüssigkeit die kernfreien Samenzellen oder sogenannten Samenfäden (fälschlich Samenthierchen genannt), welche ein bei verschiedenen Thieren verschieden geformtes Köpfchen und einen langen schwanzartigen Fortsatz zeigen, durch dessen peitschenförmige Bewegung die Samenzellen fortgetrieben werden.

Fig. 10 zeigt die Samenzellen von vier Klassenvertretern der Wirbelthiere.

§. 5. *Die Gewebebildung aus Zellen.*

Unter „Gewebe“ versteht man die aus Formelementen (Zellen) zusammengesetzten, oder die daraus entstandenen organischen Formbestandtheile des Thierkörpers.

Im Anfange der Entwickelung bestehen die Gewebe des Embryo bloss aus Zellen. Nach vollendeter Entwickelung aber giebt es nur wenige Gewebe, welche nur aus Zellen zusammengesetzt sind; die meisten Gewebe enthalten alsdann zwischen den Zellen oder Zellenbestandtheilen eine Grundsubstanz (sogenannte Interzellularsubstanz), die entweder strukturlos oder faserig erscheint.

Die Gewebe entstehen: 1. durch Verschmelzung des Protoplasmas der Zellen; 2. durch Protoplasma-Ausscheidungen der Zelle auf ihre Membran oder auf ihre Kapsel, mit nachfolgender Verschmelzung der durch die Ausscheidungen verdickten Membranen oder Kapseln; 3. durch röhrenförmige Aneinanderreihung von Zellen und Verschmelzung ihrer Zwischenwände.

Im ersten Falle verschmelzen zuerst die äusseren Schichten des Protoplasmas und die Verschmelzung schreitet minder oder mehr bis zum Kern vor, so dass dieser innerhalb der Grundsubstanz entweder vereinzelt oder nur von einer dünnen Protoplasmaschicht umgeben erscheint. Die zur Grundsubstanz verschmolzenen Protoplasmaschichten lassen anfangs eine konzentrische Struktur erkennen, die den Zellenkern zum Mittelpunkte hat. Man kann die den zentralen Zellenkern konzentrisch umgebende Grundsubstanz als Zellengebiet bezeichnen. In dieser Weise entwickelt sich z. B. das Bindegewebe und das Knochengewebe.

Im zweiten Falle entsteht ebenfalls eine die kernhaltige Zelle umgebende konzentrische Struktur der Grundsubstanz, die als verbreiterte und chemisch umgewandelte Zellenkapsel erscheint. Zu den Geweben dieser Art gehört das Horngewebe, das Gallert- und das Knorpelgewebe.

Im dritten Falle entstehen aus embryonalen, mittelst Kittsubstanz verbundenen Zellen, welche allmählich spindelförmig werden: durch einfache Streckung der ganzen Zellenmasse — die glatten, unwillkürlichen Muskelzellen; durch röhrenförmiges Auswachsen der Embryonalzellen und Zerfall ihres Protoplasmas in quergelagerte Scheiben — die willkürlichen Muskelröhren;

durch röhrenförmige Aneinanderreihung langgestreckter Zellen — die Nervenfasern und die Gefässe.

Wir unterscheiden demnach folgende Arten thierischer Gewebe:

1. Vorwiegend aus Zellen bestehende Gewebe mit spärlicher Grundsubstanz, die aus dem oberen und unteren Keimblatte und zum Theil aus dem mittleren Keimblatte des Embryo sich entwickelt haben. Sie bilden die oberflächlichen Schichten der äusseren und inneren Häute, oder sie stehen mit denselben in genetischer Verbindung. Wir nennen diese Gewebe — Oberhautgewebe.

2. Gewebe mit spärlichen Zellen oder Zellenresten, und mit reichlicher strukturloser oder fasriger Grundsubstanz. Diese Gewebe werden unter dem Namen der Bindesubstanzen zusammengefasst; sie nehmen ihren Ursprung aus dem mittleren Keimblatte des Embryo.

3. Gewebe von fadenförmiger und röhrenförmiger Struktur, welche durch Auswachsen in die Länge, beziehungsweise durch röhrenförmige Aneinanderreihung langgestreckter Embryonalzellen aus dem mittleren und zum Theil aus dem oberen Keimblatte entstehen. Wir nennen diese Gewebe: Reizgewebe und rechnen dazu die glatte Muskelzelle, die quergestreifte Muskelröhre und die Nervenfaser. Das Reizgewebe bildet das eigentlich animale Gewebe, im Gegensatz zu dem vegetativen Gewebe, zu welchem die Oberhautgewebe und die Bindesubstanzen gehören.

Zweites Kapitel.

Die Oberhautgewebe.

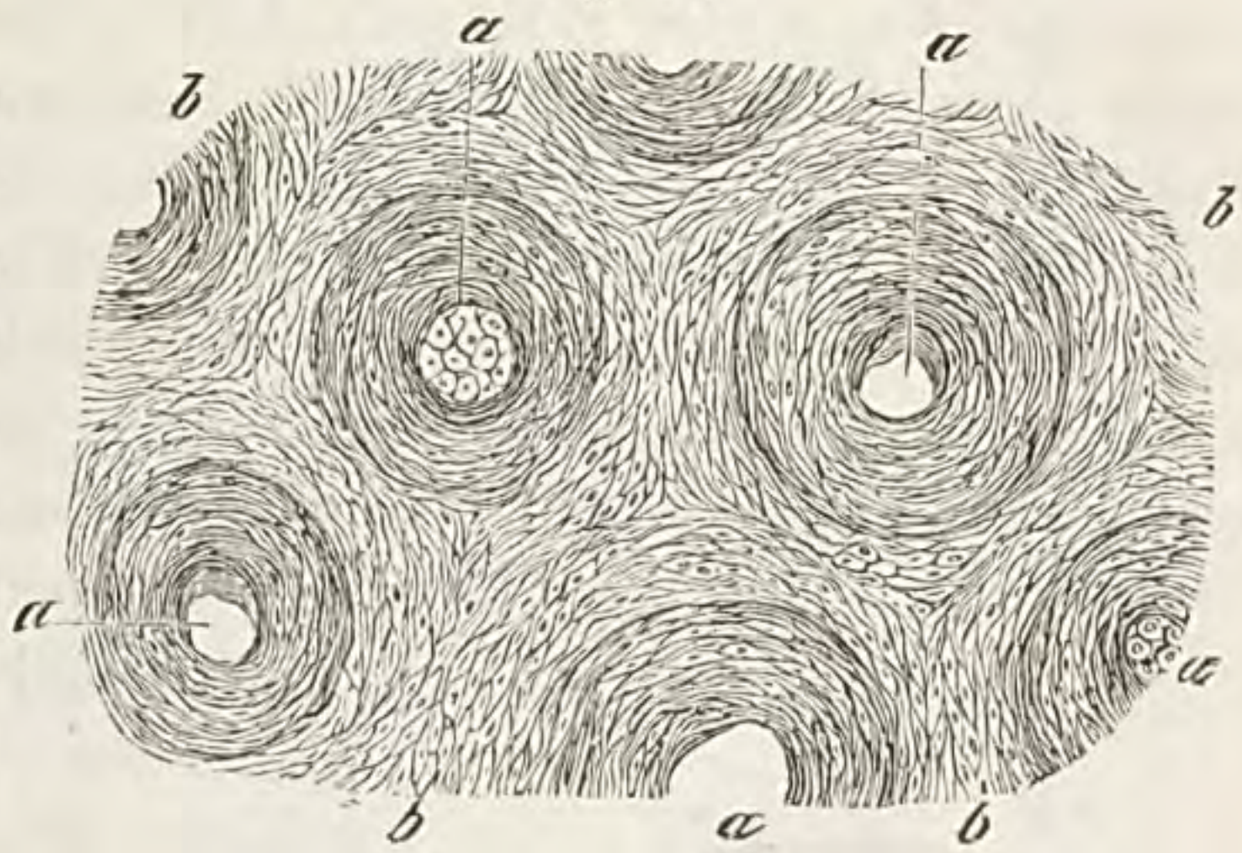
§. 6. *Das Horngewebe.*

Das Horngewebe (Epidermis von ἐπὶ δέρμα, auf der Haut), entstanden aus dem oberen Keimblatte (Ektoderm) des Embryo, bildet die oberflächliche Schicht der äusseren Haut und den Bestand der Hörner, Klauen und Hufe. Man unterscheidet zwei Schichten des Horngewebes. Die Horngewebsschichten der äusseren Haut bestehen aus abgeplatteten spindelförmigen Zellen, zwischen

denen nur spärliche Grundsubstanz vorhanden ist; aber die tiefere Schichte, welche der aus Bindegewebe bestehenden sogenannten Lederhaut unmittelbar aufliegt, hat mehr rundliche, vollere und weichere Zellen, die stets kernhaltig sind; diese Schicht wird die Schleimschicht (rete Malpighi) genannt.

Die oberflächlichen Schichten des Horngewebes bestehen aus sehr flachen, länglichen und trockenen Zellen, denen der Kern häufig fehlt und die stets in Abschilferung oder Abschuppung begriffen sind (Fig. 5 *B a b c*).

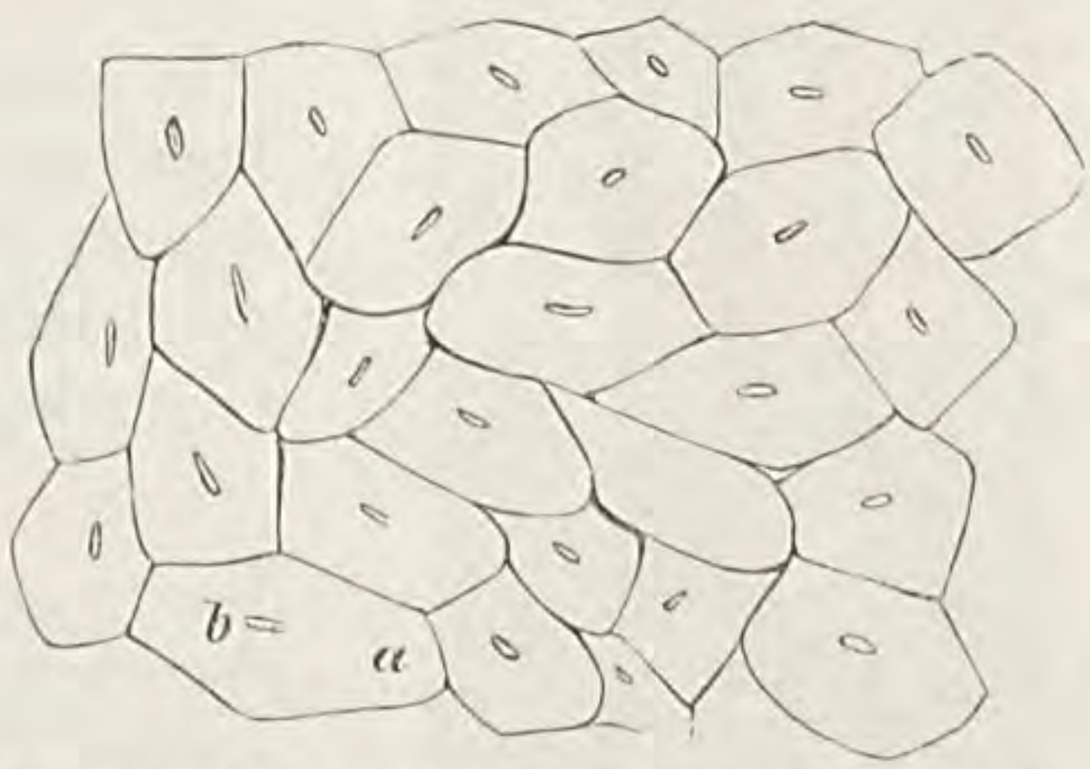
Fig. 11.



Huf horngewebe.
a Hufröhren. *b* Hornzellen.

Aehnlich dem Horngewebe der äusseren Haut ist das Oberhautgewebe des Hufes, welches zunächst den der Lederhaut angehörenden Hufröhren, aus weichen kernhaltigen Zellen, in den weiteren konzentrischen Schichten aber aus härteren, flachen und meistens kernfreien Zellen besteht (Fig. 11).

Fig. 12.



Hornzellen vom Stirnhorn einer Kuh, tiefere Schicht.
a Zelle. *b* Kern.

Das Oberhautgewebe der Stirnhörner besteht aus grossen polygonalen flachen Zellen, welche in der tieferen Schicht kernhaltig, in den oberflächlichen kernfrei sind (Fig. 12).

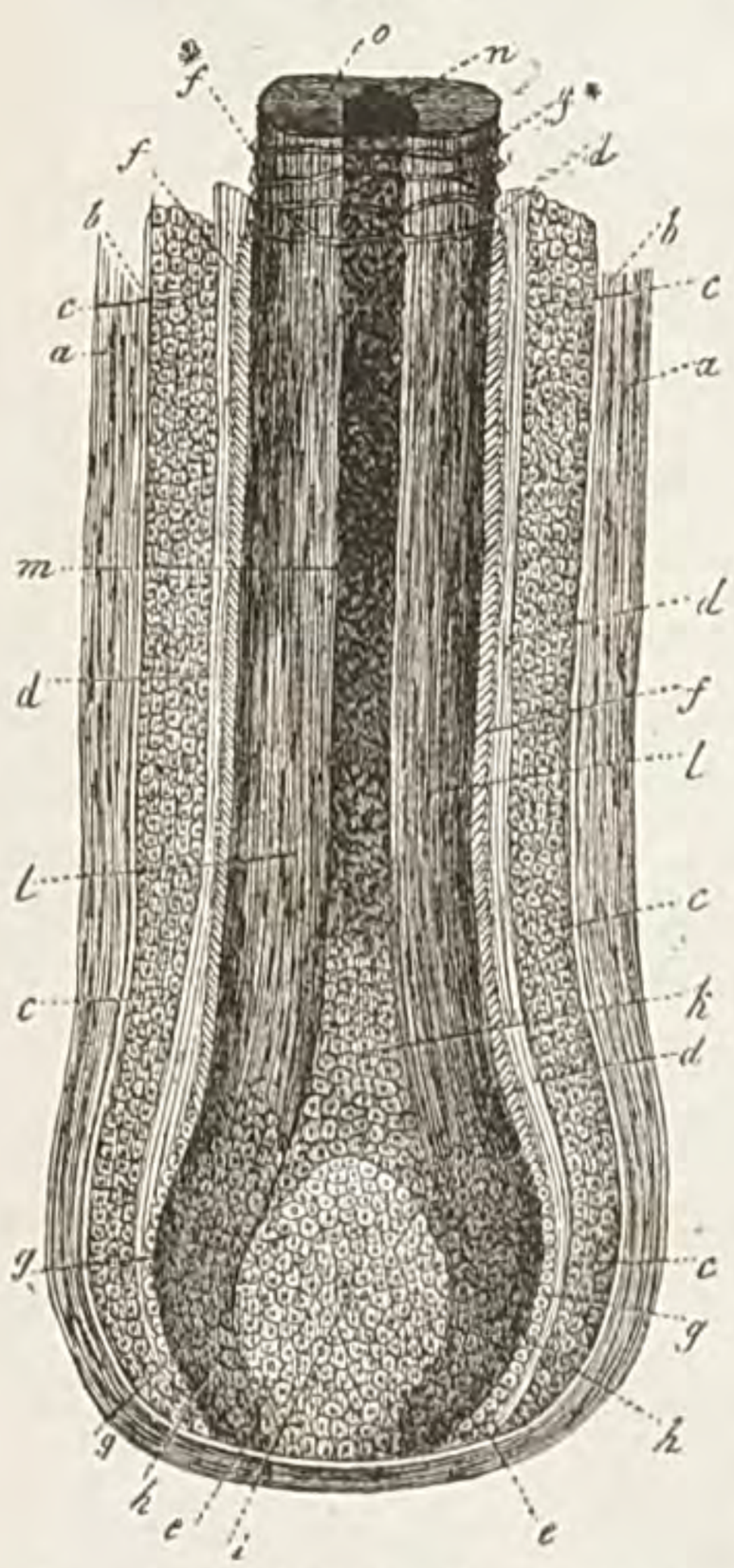
§. 7. *Das Haar.*

Das Haar entsteht durch eine Wucherung der Oberhautzellen des die äussere Haut deckenden Horngewebes nach einwärts; zugleich wächst ein durch vermehrten Blutzufluss, beziehungsweise durch wuchernde Blutgefässe, ausgedehntes Gebilde

der Lederhaut (die Haarpapille), jener Wucherung des Horngewebes nach auswärts entgegen.

Die von den wuchernden Oberhautzellen verdrängten und verdichteten Bindegewebsbündel der Lederhaut werden zum Haarbalge, die tiefere, sogenannte Schleimschicht der Oberhaut wird zur äusseren Wurzelscheide des Haares, die oberflächliche Hornschicht der Oberhaut zur inneren Wurzelscheide des Haares und innerhalb derselben, durch Verdichtung und Verlängerung der spindelförmigen Zellen der inneren Wurzelscheide, entsteht das Haar, welches wiederum aus drei Schichten zusammengesetzt ist, nämlich aus der inneren Markschicht, welche mit der bindegewebigen Papille im Zusammenhange steht (die Markschicht fehlt den feinsten Wollhaaren), aus der äusseren Rindenschicht und den dieselbe bedeckenden dachziegelförmig angeordneten Oberhautzellen („Oberhäutchen" des Haares). Die beiden letztgenannten Schichten des Haares, so wie dessen innere und äussere Wurzelscheide gehören also dem Oberhautgewebe an, während die Markschicht des Haares, die Papille und der Haarbalg dem Bindegewebe (Lederhaut) der Haut entstammen.

Fig. 13.



Längsdurchschnitt des Haares mit seinen Wurzelscheiden innerhalb der Haut.

Die verschiedenen Formen des Haares, seine Entwicklung und seine Beziehung zur Haut werden im speziellen Theil, in dem Kapitel Haut und Haar in Betracht gezogen werden.

Fig. 13 zeigt einen Längsschnitt des Haares innerhalb der Haut. Die das Haar mit seiner Markschicht *mn*, seiner Rindenschicht *lo* und seiner Deckschicht (die bei *f** quergefasert erscheint) umgebende innere Wurzelscheide *d* lässt sich in zwei Schichten trennen (im Holzschnitt nicht dargestellt), einer äusseren (der Henle'schen) Schicht, mit länglichrunden, senkrecht gestellten, kernlosen Zellen, und einer inneren (der Huxley'schen) Schicht, mit rundlichen, kernhaltigen Zellen. Der Haarbalg *ab* besteht aus drei Schichten, von denen die innere, die sogenannte Glashaut *b*, eine strukturlose Membran, der äusseren Wurzelscheide *c*

anliegt, einer mittleren Ringfaserschicht, und einer äusseren Längsfaserschicht, welche in beistehender Figur in *a* beide vereinigt sind. Die Lederhautpapille *i*, bildet mit den sie unmittelbar umgebenden weichen Zellen der Rindenschicht *h* und der Deckschicht *g* des Haares, und den hier ebenfalls weichen Zellen der äusseren Wurzelscheide *e* den Haarknopf. Die sich in die Markschicht des Haares fortsetzende Papille zeigt bei *k* noch rundliche saftige Zellen.

§. 8. *Das Epithel.*

Das Epithel (von ἐπὶ θηλή, auf der Brustwarze) bildet die oberflächliche Schicht der inneren Häute.

Man unterscheidet zwei Formen desselben: Plattenepithel und Zylinderepithel.

1. Das Plattenepithel ist entweder geschichtet oder ungeschichtet.

Das geschichtete Plattenepithel verhält sich ganz so wie das Horngewebe der äusseren Haut. Es kommt vor in der Maul- und Rachenhöhle, in der Schlundröhre bis zum Magenmunde und bei den Wiederkäuern auch in den drei ersten Magenabtheilungen, ferner am Naseneingange, in den Harnwerkzeugen, in der weiblichen Scheide bis zum Muttermunde u. s. w. Die oberflächlichen Schichten nehmen an manchen Stellen, z. B. an den Papillen der Maulschleimhaut und an den Zotten und Falten der drei ersten Magenabtheilungen bei den Wiederkäuern, eine hornartige Beschaffenheit an.

Das einfache Plattenepithel bildet eine einfache Lage rundlicher oder lanzettförmiger, kernhaltiger Zellen, welche die innere Fläche der Herzhöhle, der Blut- und Lymphgefässe, der Gelenkkapseln, der Luftbläschen der Lungen u. s. w. bedecken. Man bezeichnet das Plattenepithel der geschlossenen serösen Säcke, wozu auch die Gelenkkapseln gehören, als Endothel, und leitet dessen Ursprung aus dem mittleren Keimblatte (Mesoderm) ab, während die Epithelien des Verdauungskanales, so wie des Respirations- und des Harn- und Geschlechtsapparates aus dem unteren Keimblatte (Entoderm) entstehen.

2. Das Zylinderepithel bedeckt in einfacher Schichte, in Form hoher, schmaler, an der Aussenfläche breiterer, kernhaltiger Zellen, die Innenfläche des Verdauungskanales vom Magenmunde (bei den Wiederkäuern vom Labmagen ab) bis zum After, so wie

die Innenfläche der Nase und der Luftröhre und die Ausführungsgänge einiger Drüsen. Das Zylinderepithel des Dünndarmes trägt an seiner Aussenfläche einen von Porenkanälchen durchsetzten, beziehungsweise einen mit Stäbchen besetzten schmalen Saum; das Zylinderepithel der ersten Luftwege ist mit Flimmerhärchen besetzt.

Die sogenannten Becherzellen des Dünndarmes sind in Schleimmetamorphose befindliches Zylinderepithel.

Das Plattenepithel ist ähnlich dem in Fig. 5 *B a* abgebildeten; Zylinderepithel zeigt Fig. 5 *B d e*. Das Plattenepithel hat einen Durchmesser von 0·009—0·045 Millimeter; das Zylinderepithel ist durchschnittlich 0·023 Millimeter und am äusseren Ende 0·007 Millimeter breit.

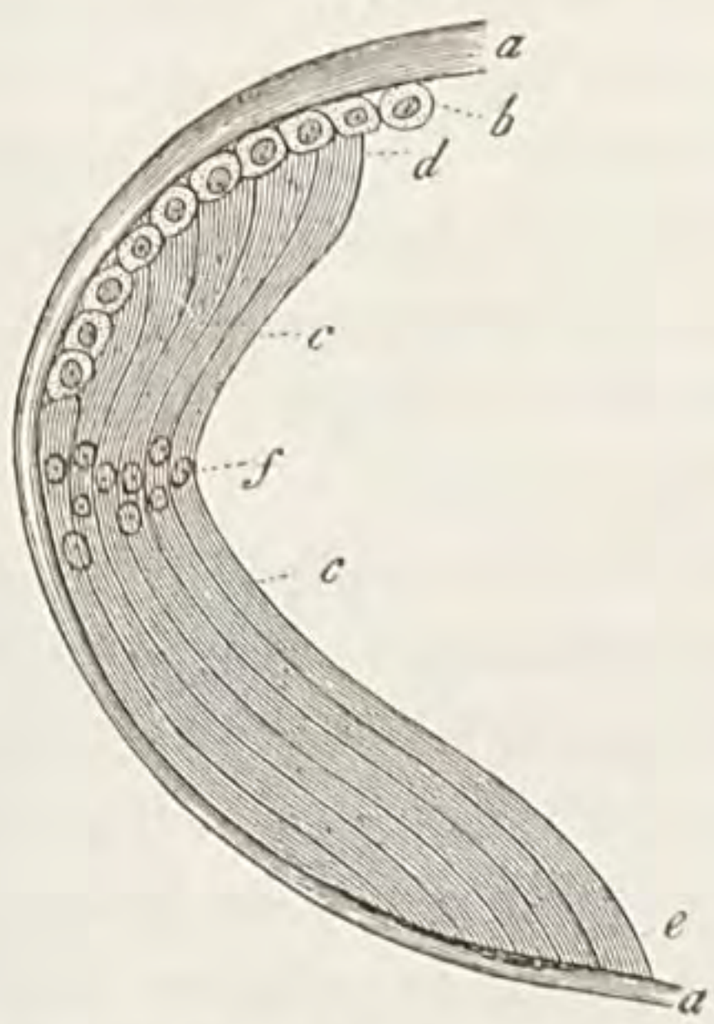
§. 9. *Schmelzprismen und Linsenfasern.*

Der Schmelz (Email) ist der epitheliale Ueberzug des Zahnes, der aus langen polyedrischen Säulen besteht, den sogenannten Schmelzprismen.

Fig. 14.

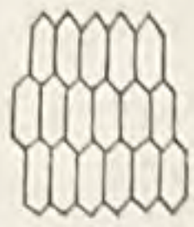
Schmelzfasern im Längs- und Querschnitt.

Fig. 15.



Durchschnitt aus der Linse des Auges.
a Linsenkapsel. *b* Plattenepithel derselben. *c* Linsenfasern. *d e* vorderer und hinterer breiter Theil derselben. *f* Kerne derselben.

Fig. 16.



Linsenfasern im Querschnitt.

Die einzelnen Schmelzprismen zeigen wellenförmige Beugungen und häufig eine Querstreifung, die von einer Kreuzung der Prismen oder von einer schichtenweisen Verkalkung herrühren soll.

Der Schmelz entwickelt sich aus den die innere Fläche des Schmelzorganes bekleidenden Zellen, worüber bei der Entwickelungsgeschichte des Zahnes weitere Aufklärung erfolgen wird (§. 17).

Die äussere erhärtete Schicht der Schmelzprismen lässt sich als Häutchen darstellen und wird Schmelzoberhäutchen genannt.

Die Linsenfasern bilden, umschlossen von einer strukturlosen Haut (der Linsenkapsel), den Bestand der Krystalllinse des Auges. Dieselben nehmen an der Vorderwand der Linsenkapsel, aus einfachem Plattenepithel ihren Ursprung und verlaufen als etwa 0·01 Millimeter breite, glatte Fasern, in meridianartiger Krümmung zur hinteren Linsenkapsel. Etwa am Aequator der Linse trägt jede, an dieser Stelle verschmälerte Linsenfaser einen rundlichen Kern.

Die Linsenfasern sind an ihren Ansatzstellen an der vorderen und hinteren Linsenkapsel breiter, ihre Ränder sind gezähnt und auf dem Querschnitt erscheinen sie sechseckig.

Die Linse entsteht als Einstülpung des oberen Keimblattes in die Augenblase, und die Linsenfasern entwickeln sich aus dem Plattenepithel der vorderen Linsenkapsel. Näheres über diese Verhältnisse bei der Entwickelung des Auges.

Fig. 14 zeigt Schmelzfasern; Fig. 15 den Durchschnitt (von vorne nach hinten) einer Linse und Linsenfasern im Längsschnitt; Fig. 16 Linsenfasern im Querschnitt.

§. 10. *Drüsenzellen.*

Unter „Drüse“ im Allgemeinen versteht man die mit Epithelzellen besetzten Einstülpungen der äusseren und inneren Haut; die ächten Drüsen bilden eine saftabsondernde Hautfläche.

Eine Drüse besteht:

1. aus einer ihre Form bestimmenden feinen strukturlosen Haut, der Drüsenmembran;

Der Form nach unterscheidet man:

a) schlauchförmige (Balg-) Drüsen, deren Membran einen blind endenden Schlauch bildet, wie z. B. die Lab- und Darmdrüsen; ist der Schlauch sehr lang, so dass er sich knäuelförmig zusammenlegt, so bezeichnet man ihn als knäuelförmige Drüse, wohin z. B. die Schweissdrüsen gehören;

b) traubenförmige Drüsen, deren Membran in zahlreichen kleinen Bläschen traubenartig an dem gemeinsamen Ausführungskanale hängen; dahin gehören die Brunner'schen Drüsen des Dünndarmes, die Milchdrüse u. a.

2. aus dem zelligen Inhalte, den Drüsenzellen;

3. aus einem Lymph- und Blutgefässnetz, welches die Drüsenmembran umspinnt;

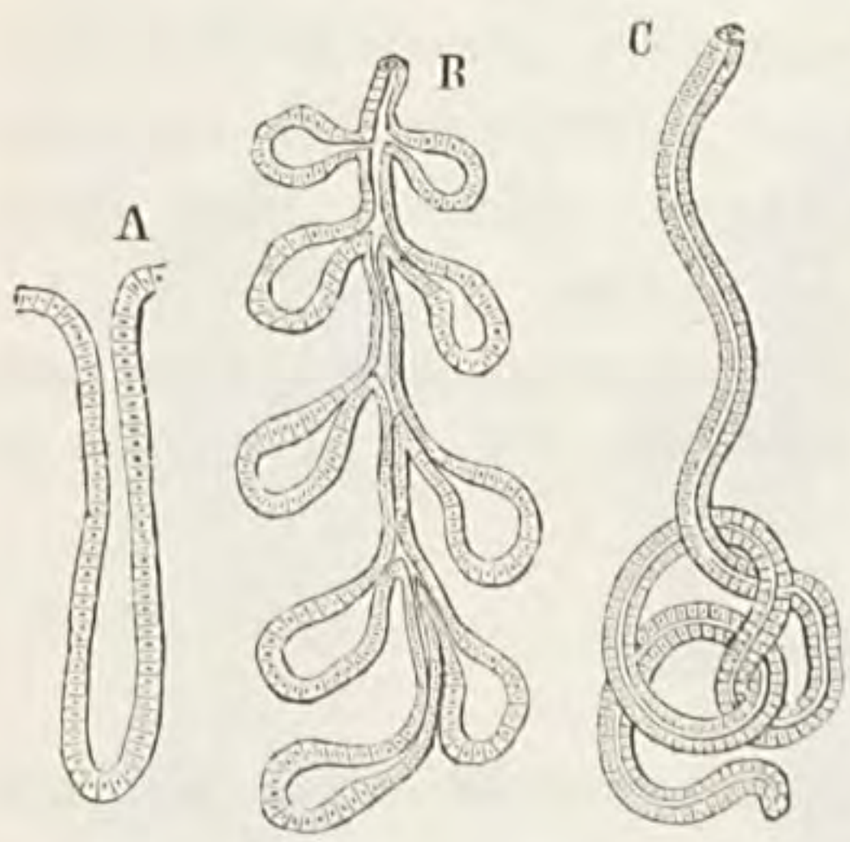
4. aus Nervengeflechten;

5. aus einem Ausführungskanale, der allen eigentlichen Drüsen zukommt, den fälschlich als Drüsen bezeichneten Follikeln jedoch fehlt; einige Drüsen haben auch muskulöse Umhüllungen.

Die Drüse ist also ein sehr zusammengesetztes Gewebe, von dessen Bestandtheilen hier nur die Drüsenzellen, als zum Oberhautgewebe gehörig, in Betracht gezogen werden sollen. Der Gesammtbau der Drüsen kommt im besonderen Theile zur Behandlung.

Die Drüsenzellen, welche die innere Fläche der Drüsenmembran besetzen, haben entweder die Form des einfachen Plattenepithels, z. B. in der Milchdrüse, in der Leber-, in den Speicheldrüsen; oder sie haben die Form des Zylinderepithels, wie z. B. in den Schleimdrüsen des Magens, in den schlauchförmigen Darmdrüsen. Die oben erwähnten drei Formen der Drüsenzellen sind in Fig. 17 schematisch dargestellt.

Fig. 17.



Drüsenformen.
A schlauchförmige Drüse.
B traubenförmige Drüse.
C knäuelförmige Drüse.

Die Drüsenzellen sondern aus dem die Drüsenmembran umspinnenden Blutgefässnetz entweder Stoffe ab, welche für den Gesammtorganismus unbrauchbar sind (Exkrete); dahin gehören die Drüsensäfte des Hodens und der Milchdrüse, der Niere und der Schweissdrüse; oder sie entziehen dem Blute Stoffe, die im Innern der Drüse umgewandelt und von derselben als Sekrete ausgeschieden werden, welche den Zweck haben, die in den Verdauungskanal aufgenommenen Nahrungsmittel zu erweichen, zu zersetzen und aufsaugungsfähig zu machen; zu diesen Drüsen gehören die Speicheldrüsen, die die Galle absondernden Leberzellen, die Labdrüsen, die Darmdrüsen u. s. w.

Als eine Drüse, die sowohl als exkretorische, wie als sekretorische angesehen werden kann, gilt die Talgdrüse, deren

Erzeugniss (der Hauttalg), für den Gesammtorganismus nur insofern Bedeutung hat, als der Hauttalg zum Einfetten von Haut und Haar dient, und dadurch beide gegen gewisse äussere Schädlichkeiten schützt.

Die mit dem Oberhautgewebe der äusseren Haut im Zusammenhange stehenden Talg-, Milch- und Schweissdrüsen entwickeln sich aus dem oberen Keimblatte (Ektoderm); die mit dem Epithel des Verdauungskanales und des Harn- und Geschlechtsapparates im Zusammenhange stehenden Drüsen entwickeln sich aus dem unteren Keimblatte (Ektoderm). Die Anlage sowohl der äusseren, wie der inneren Hautdrüsen, kennzeichnet sich durch eine Wucherung der Oberhautzellen, die in die dem mittleren Keimblatte (Mesoderm) angehörenden Hautschichten eindringen. Die den zu Drüsenzellen sich entwickelnden Oberhautzellen unmittelbar anliegenden Bindegewebsschichten der Haut werden zur Drüsenmembran. Zu gleicher Zeit wachsen den in die Haut hinein wuchernden Oberhaut-, beziehungsweise Drüsenzellen die Blutgefässe der Haut entgegen; es scheint, dass die Wucherung der Blutgefässe das Primäre, das die Entwicklung der Oberhautzellen zur Drüsenanlage Bedingende ist.

Drittes Kapitel.

Gewebe der Bindesubstanzen.

§. 11. *Allgemeines über die Bindesubstanzen.*

Die Bindesubstanzen umfassen das Gallertgewebe, das Bindegewebe, das Knorpelgewebe, sowie das Knochen- und Zahngewebe; sie bilden den Stützapparat und die Umhüllungsorgane des Thierkörpers. Sie entwickeln sich aus dem mittleren Keimblatte (Mesoderm) des Embryos und zwar aus dichten Massen rundlicher, mit Kernen versehener, membranfreier Zellen. Bei erwachsenen Thieren bestehen sie nur zum Theil aus Zellen (Knorpel), vorwiegend aus Kernen mit geringen Protoplasmaresten und einer reichlichen Grundsubstanz, die entweder strukturlos ist (Gallertgewebe und hyaliner Knorpel), oder faserig erscheint (Bindegewebe und Faserknorpel), oder mit Kalksalzen durchsetzt ist (Knochen).

Die nahe Verwandtschaft der Bindesubstanzen ergibt sich aus der Thatsache, dass sich dieselben im Thierkörper zu vertreten vermögen. An die Stelle von Knorpel kann Bindegewebe und Knochen treten und umgekehrt; Knorpel und Bindegewebe können in pathologischen Zuständen verknöchern.

Mit Ausnahme des mucinhaltigen Gallertgewebes bestehen die übrigen Bindesubstanzen aus Leim, und zwar in dem Bindegewebe und den Knochen aus Kollagen, in den Knorpeln aus Chondrigen.

§. 12. *Gallertgewebe und retikuläre Bindesubstanz.*

Diese Gewebe bestehen aus ovalen, spindel- oder sternförmigen, kernhaltigen Zellen, welche beim Gallertgewebe in einer weichen, gallertigen, entweder strukturlosen oder schwach gestreiften Grundsubstanz eingebettet sind; bei der retikulären Bindesubstanz sind die Hohlräume zwischen den meist sternförmigen Bindegewebszellen von zahlreichen kleinen granulirten Lymphzellen erfüllt.

Fig. 18.

Gallertgewebe aus dem embryonalen Schmelzorgan.

Das Gallertgewebe ist vorwiegend ein embryonales Gewebe und bildet den Vorläufer des Bindegewebes. Im erwachsenen Körper der Wirbelthiere findet sich Gallertgewebe bloss im Glaskörper des Auges und in den Schleimkanälen der Fische; bei jugendlichen Thieren und Embryonen besteht daraus das Schmelzorgan der sich entwickelnden Zähne (Fig. 18) und die sogenannte Wharton'sche Sulze des Nabelstranges.

Die retikuläre Bindesubstanz bildet den Bestand der Follikel in den Lymphdrüsen und in der Milz.

§. 13. *Das Bindegewebe.*

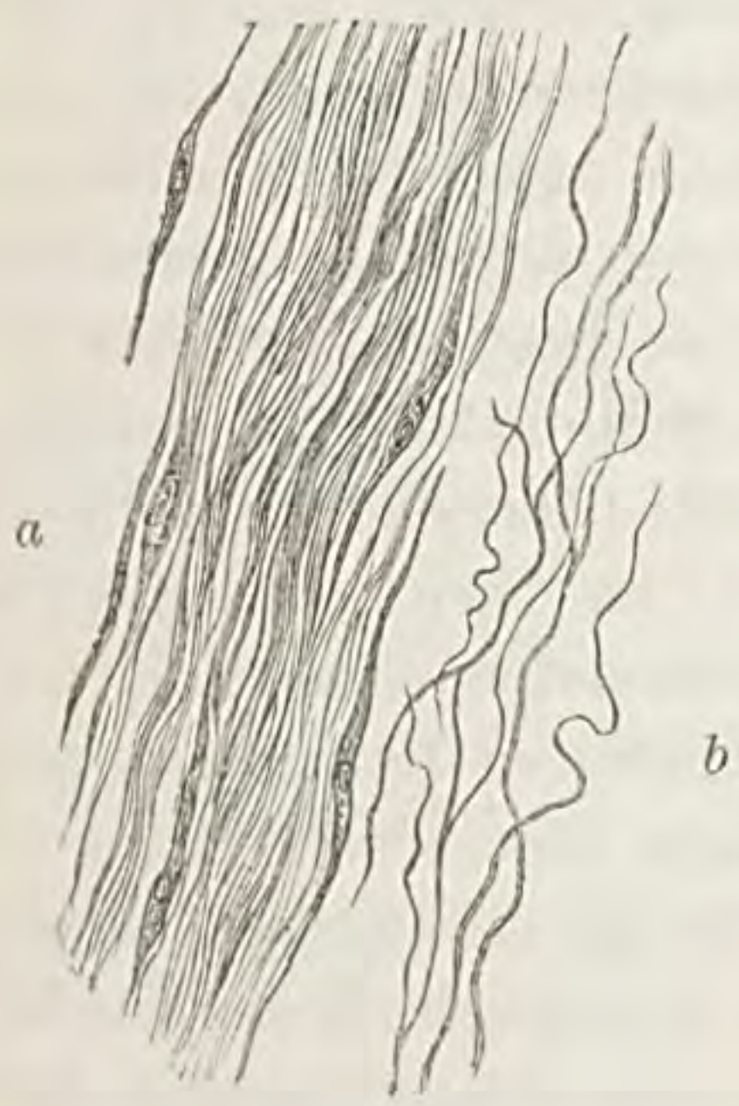
Das Bindegewebe besteht im Wesentlichen aus leimgebenden, lockeren oder strafferen Fasern, welche entweder netzartig oder gestreckt verlaufen. Zwischen den Fasern befinden sich zweierlei Arten von Zellen:

1. rundliche Lymphzellen (sogenannte wandernde Bindegewebszellen), welche aus den Lymph- und Blutgefässen stammen und die Maschenräume des Bindegewebes durchwandern;

2. spindelförmige oder sternförmige Platten (sogenannte fixe Bindegewebszellen), welche einen ovalen oder rundlichen Kern enthalten, der von einer schmäleren oder breiteren Protoplasmaschicht umgeben ist. Aus diesen eigentlichen Bindegewebszellen entstehen, durch Verschmelzung der äusseren Protoplasmaschichten und nachheriger Zerfaserung, die Fibrillen und Bündel des Bindegewebes.

Die zelligen Bestandtheile des Bindegewebes sind sehr schwer zu erkennen, gewöhnlich erst nach Behandlung mit Essigsäure; am besten eignet sich für die mikroskopische Untersuchung lebendes Bindegewebe aus den Plättchen zwischen den Muskeln der Froschkeulen. Fig. 19 zeigt Bindegewebszellen, wie sie in der faserigen Grundsubstanz durch Behandlung mit Essigsäure erscheinen; Fig. 20 zeigt verschieden gestaltete Bindegewebszellen aus den bindegewebigen Scheidewänden der Schenkelmuskeln vom Frosche.

Fig. 19.



Bindegewebe.

a Zellen in faseriger Grundsubstanz.
b Elastische Fasern der Sehnen.

Fig. 20.

Bindegewebe vom lebenden Frosch.

a Bindegewebszelle im Ruhezustande,
b „ strahlig ausgestreckt,
c „ mit bläschenförmigem Kern,
d e bewegungslose grobkörnige Zellen,
f Fibrillen,
g Bündel des Bindegewebes,
h elastisches Fasernetz.

Der Form nach unterscheidet man:

1. Lockeres Bindegewebe (sogenanntes Zellgewebe), welches bei gutgenährten Thieren mit Fett durchsetzt ist, überall die Zwischenräume zwischen den geformten Geweben ausfüllt und an manchen Orten, wo es schichtenweise auftritt, besondere

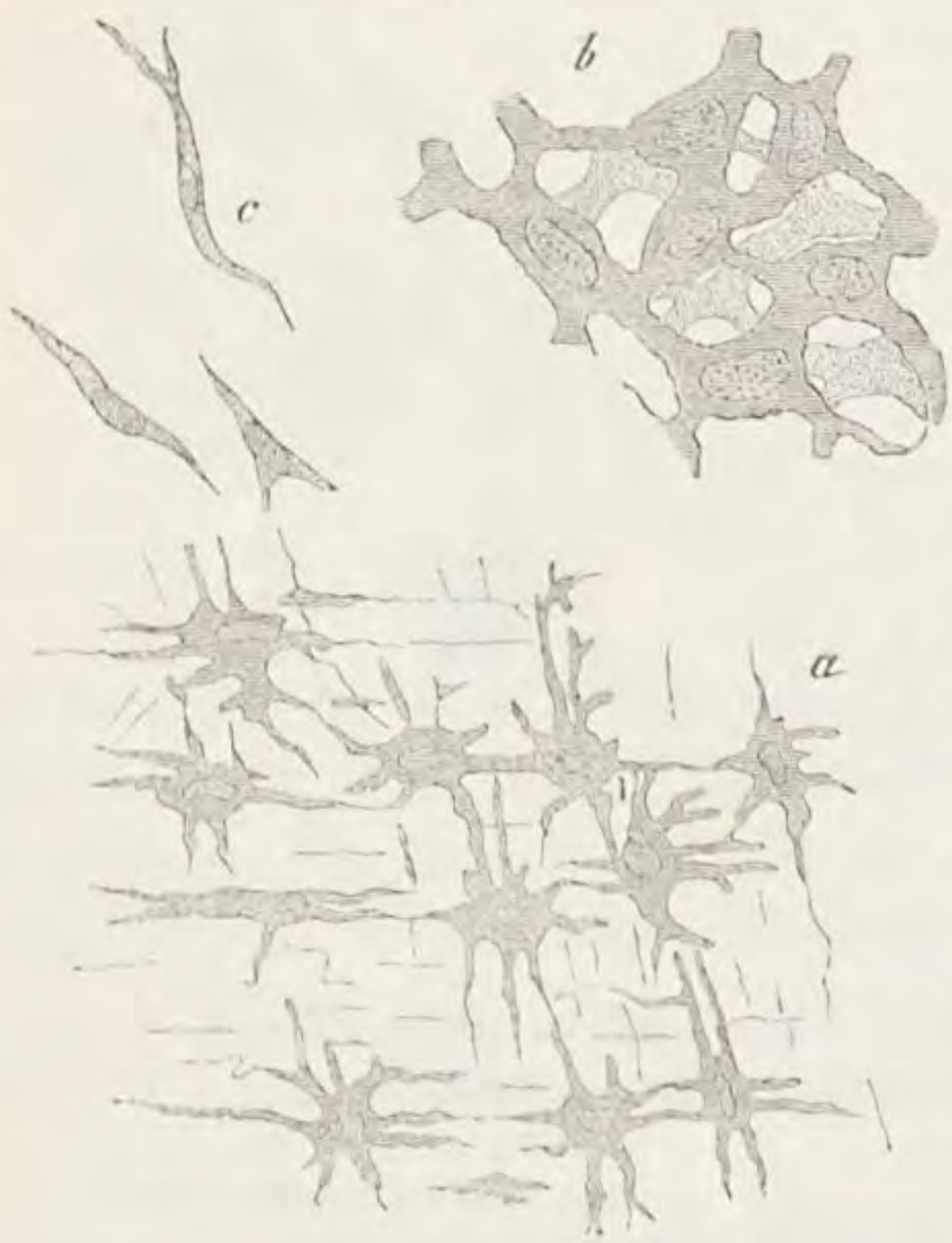
Benennungen erhält, so unter der äusseren Haut (subkutanes Bindegewebe), unter den serösen und den Schleimhäuten (subseröses und submuköses Bindegewebe).

2. Geformtes oder membranöses Bindegewebe, welches zusammengesetzt ist aus straffen Fibrillen und Bündeln, untermischt mit elastischen Fasern und spärlichen Zellen; es tritt in folgenden Formen auf:

a) als Hornhaut des Auges bildet es, vorne und hinten von Epithelschichten bedeckt, die vordere, durchsichtige Haut des Auges; es besteht aus sich vielfach kreuzenden Bindegewebsbündeln, in welchen zahlreiche sternförmige, kernhaltige Zellen liegen, die durch Ausläufer zusammenhängen (Fig. 21);

b) als Sehne bildet es ein sehr straffes, festes Gewebe, dessen Bündel durch lockeres Bindegewebe zu stärkeren Strängen vereinigt werden, in welchen nur wenige feine elastische Fasern auftreten. Auch mit den benachbarten Geweben sind die Sehnen durch lockeres Bindegewebe verbunden, welches sich an bestimmten Orten zu den Schleim- oder Synovialscheiden der Sehne verdichtet;

Fig. 21.



Hornhautzellen.

a vom Ochsen, von der Fläche,
b vom neugebornen Kinde, von der Fläche,
c von menschlichen und Rinds-Embryonen.

c) als Band, welches die Gelenkenden der Knochen verbindet, zeigt es ein den Sehnen ähnliches Gefüge;

d) als fibröse Haut bildet es ein sehr festes, weissglänzendes Gewebe von vielfach sich durchkreuzenden Bündeln mit zahlreichen breiten elastischen Fasern; zu den fibrösen Häuten gehören die Umhüllungshäute des Auges (sclerotica), des Gehirns und des Rückenmarkes (dura mater), der Hoden, der Nieren, der Milz, des männlichen und weiblichen Geschlechtsgliedes, der Nervenstränge (neurilemma), des Knochens (periosteum), des Knorpels (perichondrium), der Muskelfasern (sarcolemma) u. s. w.;

e) als seröse Haut bildet es verflochtene Bündel mit zahlreichen feinen elastischen Fasern und wenig Blutgefässen; an der Innenseite der serösen Häute befindet sich einfaches Plattenepithel (Endothel, welches ein die Innenfläche der serösen Säcke schlüpferig erhaltendes, spärliches Transsudat absondert), an der Aussenseite ein lockeres, die seröse Haut mit den benachbarten Geweben verbindendes Bindegewebe (sogenannte subserosa); zu den serösen Häuten gehört der Herzsack (pericardium), der Lungensack (pleura), der Bauchsack (peritoneum), der innere Hodensack (tunica vaginalis propria), die Synovialkapseln der Gelenke;

f) als Lederhaut (corium) bildet es die Hauptmasse der äusseren Haut, welche aus filzartig verwebten Bündeln besteht, mit spärlichen Bindegewebszellen, aber zahlreichen elastischen Fasern, Blut- und Lymphgefässen, Nerven, Talgdrüsen, Haarbälgen und glatten Muskelfasern; die äussere Fläche der Lederhaut ist vom Horngewebe, die innere Fläche von fetthaltigem, lockerem Unterhautbindegewebe begrenzt;

g) als Schleimhaut (mucosa) erscheint es von ähnlichem, aber loserem Gefüge als die Lederhaut, ist noch reicher an Blutgefässen, dagegen ärmer an elastischen Fasern; ausserdem enthält die Schleimhaut noch Nerven, Lymphgefässe und Lymphfollikel, Drüsen und glatte Muskelfasern und ist an der Oberfläche von Epithel, nach innen von lockerem, sogenannten submuköseni Bindegewebe begrenzt;

h) als Gefässhaut des Gehirns (pia mater und plexus chorioidei) und des Auges (chorioidea) bildet es weiche Fibrillen, welche von zahlreichen Blutgefässen durchsetzt sind;

i) als Gefässhaut des Herzens (endocardium), sowie der Blut- und Lymphgefässe, bildet es ein von zahlreichen breiten, elastischen Fasern (die sich stellenweise zu förmlichen Netzen vereinigen) durchzogenes Flechtwerk von Bindegewebsbündeln;

k) als elastisch bindegewebige Haut findet es sich, vorwiegend aus elastischen Elementen bestehend, in der Luftröhre und in der Speiseröhre; es bildet ferner das Nackenband (ligamentum nuchae) und die gelben Bänder (ligamenta flava) der Wirbelsäule.

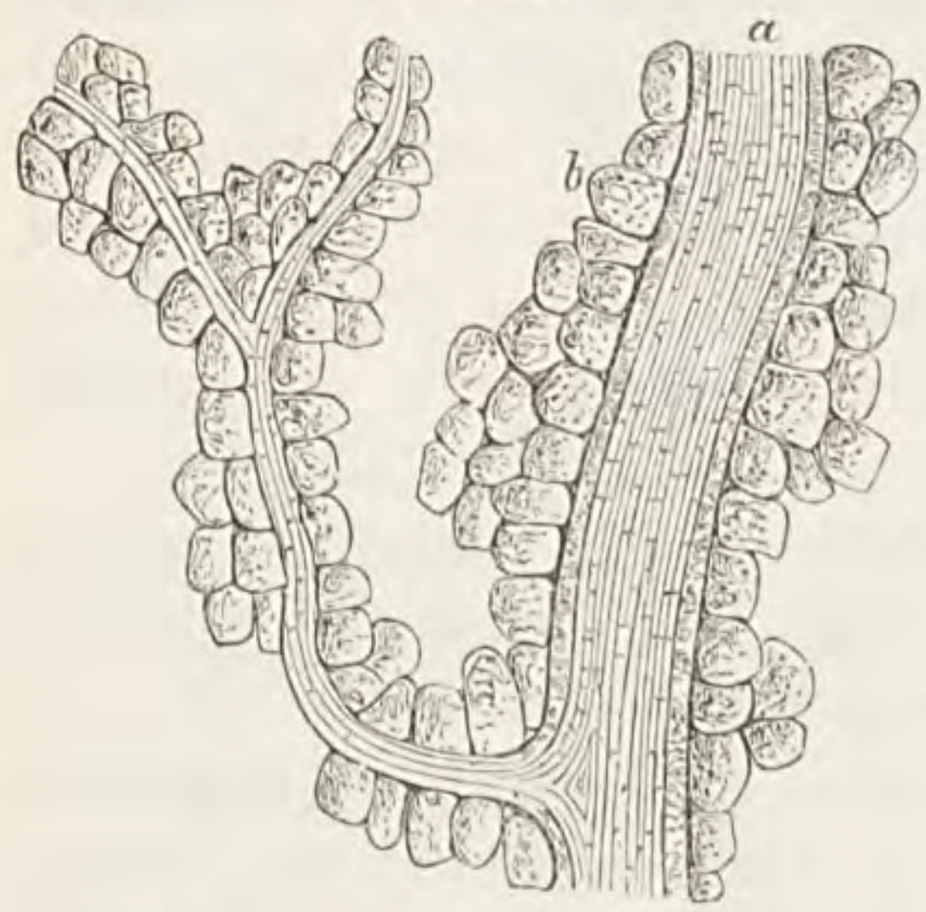
Die dem geformten Bindegewebe beigemengten elastischen Elemente sind durch chemische Umwandlung der Fibrillen und Bündel des Bindegewebes entstanden; ein besonderes elastisches Gewebe gibt es nicht, ebensowenig wie ein selbstständiges Fettgewebe.

§. 14. *Fettablagerungen im Bindegewebe.*

Ein besonderes Fettgewebe gibt es nicht; was man früher so genannt hat, ist nichts anderes als formloses oder embryonales (gallertiges) Bindegewebe, dessen Zellen von Fetttröpfchen erfüllt sind.

Nach den Untersuchungen von W. Flemming erfolgt normale Fettablagerung nur in den fixen Zellen des formlosen oder des embryonalen Bindegewebes, die von den Zellen anderer, nicht fettbildenden Orte desselben Gewebes in keiner Weise verschieden sind. Nach dem Schwinden ihres Inhaltes bildet sich die Fettzelle wieder zu einer fixen Bindegewebszelle zurück. Das Auftreten von Fettzellen ist stets abhängig von der unmittelbaren Nähe einer Blutbahn, d. h. Fettzellen, bilden sich in der äussersten Schicht der Blutgefässe, und zwar gewöhnlich an der Wand der dickeren Stämme. Von diesen aus erfolgt zugleich mit der Fettablagerung eine weitere Sprossung der Gefässe. Jede Zelle des formlosen oder des gallertigen Bindegewebes, welche durch die Blutzufuhr die Bedingungen dazu erhält, kann zur Fettzelle werden. Das Fett tritt zuerst in dem den Kern umgebenden protoplasmatischen Theile der Bindegewebszelle auf. Bei grösserer Fettablagerung verschwinden Platte und Ausläufer; die Fettzellenmembran entsteht durch allmälig passive Ausdehnung und Verhärtung des an die Grenze der Fettzelle verdrängten Protoplasmas der ursprünglichen Bindegewebszelle.

Fig. 22.



Fettzellen in der Umgebung von Blutgefässen.
a Blutgefäss. *b* Fettzellen.

Damit es zur Fettablagerung kommen kann, muss das Fett oder das fettliefernde Material in Form einer gelösten Verbindung im Blute vorhanden sein und die Gefässwand durchsickern. Hat die Lösung das Gefäss verlassen, so wird sie zersetzt und Fett daraus niedergeschlagen. Wo eine Bindegewebszelle von der frisch

austretenden Lösung durchtränkt wird, da schlägt sich in ihr Fett nieder, und wo dieser Vorgang fortdauert, da kommt es zur Bildung von Fettzellen.

Dass die Fettanlage immer und überall in kleinen, örtlich beschränkten Heerden erfolgt, dass es immer nur einzelne kleine Strecken oder Verästelungsbezirke der Gefässe sind, welche zur Zeit Fett ablagern, erklärt sich durch örtliche Gefässerweiterungen, wobei in Folge der Stromverlangsamung an den betreffenden Stellen mehr Fettlösung durch die Gefässwandung hindurchtritt, als an Stellen wo die Gefässerweiterung nicht stattfindet.

Die Fettablagerung geht vorzugsweise im lockeren, formlosen Bindegewebe vor sich (unter der äusseren Haut, im Darmnetz, um die Nieren und zwischen den Bündeln wenig bewegter willkürlicher Muskeln), welches der Gefässerweiterung und der daraus sich ergebenden Stromverlangsamung mit Durchtritt der Fettlösung am wenigsten Widerstand entgegensetzt. Je lockerer das die Gefässwandungen umgebende Bindegewebe ist, desto günstiger sind die Bedingungen für die Fettablagerung.

Daraus ergibt sich, dass ein reichlich entwickeltes Unterhautbindegewebe, welches am lebenden Thiere durch die leichte Verschiebbarkeit der äusseren Haut zu erkennen ist, die Aussicht auf einen reichlichen Fettansatz, beziehungsweise auf eine erfolgreiche Mastung gewährt. Darum prüft man die Mastfähigkeit der landwirthschaftlichen Hausthiere durch das Hin- und Herschieben der äusseren Haut auf ihrer Unterlage, namentlich auf der festen Unterlage der Rippen, sowie durch den Faltengriff der Haut; je lockerer und je leichter beweglich die Haut, desto reichlicher ist das der Fettablagerung dienende Unterhautbindegewebe, und dem entsprechend das übrige lockere Bindegewebe entwickelt, welches im lebenden Thiere der prüfenden Hand nicht zugänglich ist. Eine derbe, feste und sogenannte trockene Haut gestattet daher keinen günstigen Schluss auf die Mastfähigkeit des betreffenden Thieres.

§. 15. *Das Knorpelgewebe.*

Das Knorpelgewebe besteht aus einer ursprünglich homogenen Grundsubstanz, in welcher rundliche oder elliptische Zellen eingelagert sind.

Die Knorpelzellen liegen anfangs dicht gedrängt neben einander und zeigen eine nur dünne Schicht einer homogenen, glänzenden Grundsubstanz. Wenn diese an Masse zunimmt, so erscheinen auch die Zellen grösser; sie sind entweder rund oder oval, oder halbmondförmig. In weiterer Entwicklung trifft man

häufig mit Kapseln umgebene Zellen, namentlich im Knorpel mit homogener Grundsubstanz, und die umkapselten Zellen umschliessen gewöhnlich zwei und mehr kleine Zellen, welche nebeneinander liegen und durch sogenannte endogene Theilung des Zellenprotoplasmas entstanden sind. Doch enthalten auch die hüllenlosen Knorpelzellen kleinere, aus Theilung hervorgegangene Tochterzellen. Die Zellen umschliessen einen bläschenförmigen Kern, dessen Theilung der Zellentheilung vorausgeht.

Zwischen den Knorpelzellen bildet sich die Grundsubstanz entweder durch Verschmelzung der äusseren Protoplasmaschichten, oder durch Zellenausscheidung auf der äusseren Peripherie der Kapseln.

Die Grundsubstanz des Knorpels ist entweder homogen — sogenannter hyaliner Knorpel — oder sie ist faserig — sogenannter Faserknorpel.

Wie schon erwähnt, ist die Grundsubstanz anfangs stets hyalin und bleibt es auch bei erwachsenen Thieren an den Gelenkknorpeln, am Nasenknorpel, an den Knorpeln des Schlundkopfes, an den Ringen der Luftröhre und der Bronchien, an den Rippenknorpeln, am Schwertfortsatz des Brustbeines u. s. w. (Fig. 23).

Der Faserknorpel ist entweder sogenannter Netzknorpel (elastischer Knorpel) mit einer an elastischen Fasernetzen reichen

Fig. 23.

Hyaliner Knorpel.

Fig. 24.

Faserknorpel.

Grundsubstanz, wie er vorkommt in den Knorpeln des Kehlkopfes (Fig. 24), des Ohres und der Ohr-Rachenröhre (tuba Eustachii), — oder er ist bindegewebiger Knorpel, d. h. seine Grundsubstanz besteht aus Bindegewebsfasern, die ebenfalls von elastischen Fasern durchzogen sind; dieser Knorpel kommt vor in den Augenlidern und in den Zwischenwirbelscheiben.

Die Knorpelzellen und ihre Kapseln können durch Aufnahme von Kalksalzen verkalken. Das verkalkte Knorpelgewebe fällt entweder der Einschmelzung anheim und macht alsdann wahrer Knochensubstanz Platz, oder es bleibt, namentlich bei älteren Thieren, als verkalkter Knorpel an Rippen und Kehlkopf zeitlebens bestehen. Jener, in normalen Verhältnissen der Einschmelzung unterliegende Knorpel, wird als transitorischer Knorpel bezeichnet; er wird entweder schon im Embryo (dessen Skelet, mit Ausnahme der häutigen Schädeldeckknochen, knorpelig vorgebildet ist), oder während der Entwickelung des jugendlichen Thieres durch die von der Knochenhaut aus wuchernde Knochenmasse verdrängt (siehe §. 16). Der Kalkablagerung in den Knorpelzellen und Kapseln folgt gewöhnlich auch eine solche in der Grundsubstanz.

§. 16. *Das Knochengewebe.*

Man unterscheidet lange oder röhrenförmige Knochen, kurze Knochen und platte Knochen. Die röhrenförmigen Knochen umschliessen eine zentrale, mit dem aus sehr fettreichem Bindegewebe bestehenden Knochenmark erfüllte Markhöhle (welche bei den Vögeln meistens Luft enthält); die platten Knochen enthalten einen lufthaltigen, durch zahlreiche Knochenplättchen getheilten Zwischenraum, die sogenannte Diploë.

Fig. 25.

Knochenzelle.
a Knochenhöhle, *b* kernhaltige Knochenzelle.

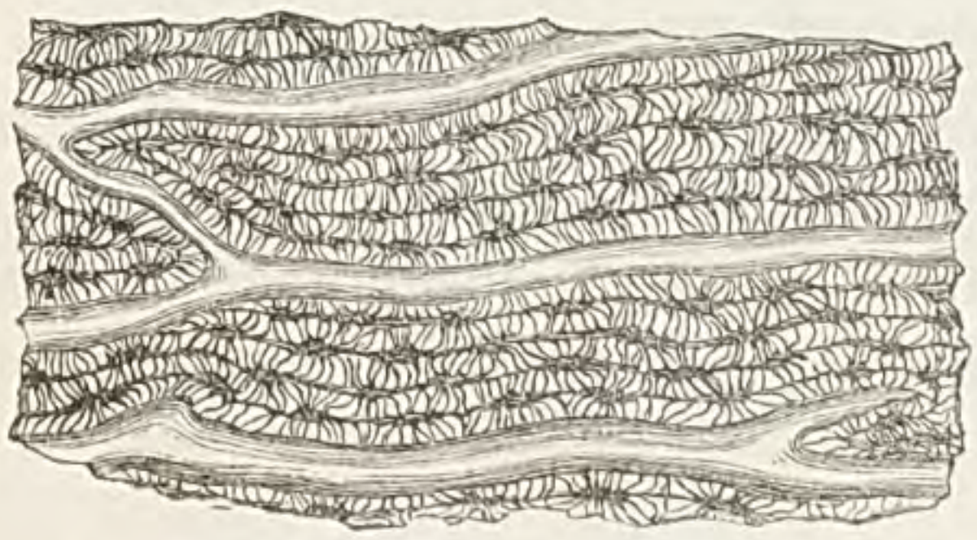
Sämmtliche Knochen sind von der bindegewebigen Knochenhaut (Periost) umgeben, die in den Röhrenknochen Fortsetzungen bis zur zentralen Markhöhle sendet.

Das Knochengewebe besteht aus einer mit Kalksalzen erfüllten Grundsubstanz von lamellösem Bau und aus den in den zahlreichen Knochenhöhlen eingelagerten Knochenzellen. Diese stellen sternförmige kernhaltige Protoplasmamassen dar (Fig. 25), die durch zahlreiche Ausläufer miteinander zusammenhängen. Die Ausläufer liegen in feinen Kanälchen (sogenannten Kalkkanälchen), welche die von den Zellen erfüllten Knochenhöhlen miteinander, beziehungsweise mit den Markkanälen und der Markhöhle, verbinden.

Die Grundsubstanz des Knochengewebes ist von zahlreichen, längsverlaufenden und durch Seitenäste netzförmig verbundenen Markkanälen (den sogenannten Havers'schen Kanälen) durchzogen,

welche an der Oberfläche und in die Markhöhle des Knochens münden und von beiden Seiten die den Knochen ernährenden Blutgefässe empfangen. Die Grundsubstanz des Knochens ist ferner durchsetzt von zwei Lamellensystemen, von denen das eine der Oberfläche des Knochens parallel läuft und den Knochen von aussen nach innen, beziehungsweise bei den Röhrenknochen von der äusseren Beinhaut bis zur Markhöhle durchsetzt; diese Lamellen werden Generallamellen genannt. Das andere Lamellensystem umgibt konzentrisch die Markkanäle (Havers'sche Kanäle) und man bezeichnet diese Lamellen als Spezial- oder Havers'sche Lamellen. Diesen lamellösen Bau zeigen am deutlichsten die Röhrenknochen, während bei den kurzen und den platten Knochen die beiden Arten von Lamellen weniger regelmässig erscheinen.

Fig. 26.



Längsschnitt aus einem Oberarmknochen.

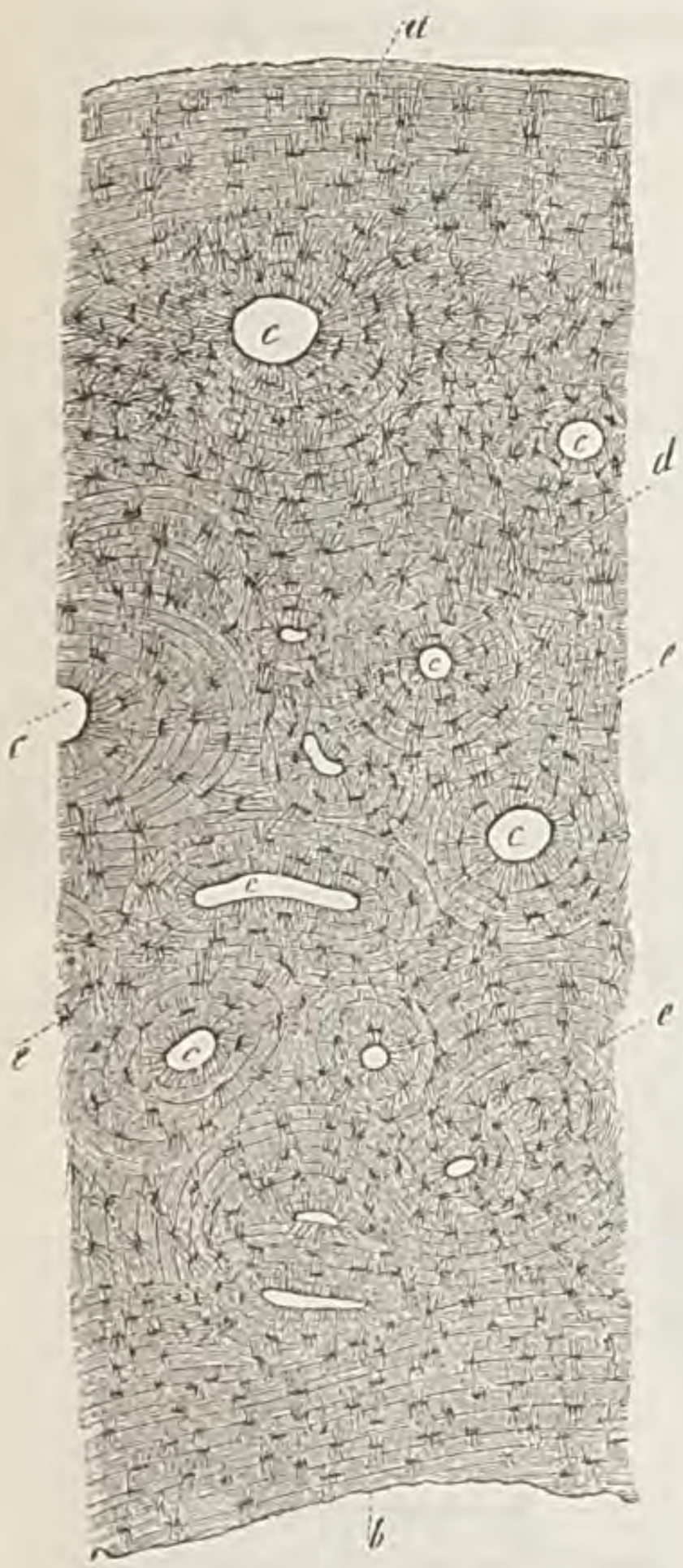
Fig. 26 zeigt einen längsdurchschnittenen Röhrenknochen mit drei Markkanälen (Havers'sche Kanäle) von denen zwei durch einen Verbindungsast zusammenhängen, mit den bei durchfallendem Licht schwarz erscheinenden Knochenhöhlen und sogenannten Kalkkanälchen. Fig. 27 zeigt den Querschnitt eines Röhrenknochens mit den querdurchschnittenen Markkanälen und den General- und Speziallamellen.

In dem, mit Ausnahme einiger Schädeldeckknochen, knorpelig vorgebildeten Skelet, entwickelt sich das Knochengewebe wie folgt.

In die an ihrer Peripherie erweichende Knorpelmasse wachsen von der umhüllenden Knorpelhaut (perichondrium) her, Blutgefässe mit begleitendem gallertigem Bindegewebe und lymphoiden Zellen; man hat diese vom Perichondrium ausgehende, die erweichte Knorpelmasse verdrängende Masse — „Knorpelmark" — (Fig. 28, *b d*) genannt. Gleichzeitig verkalkt die zentrale Knorpelmasse (Fig. 28, *c*) an bestimmten Punkten, die irrthümlich Verknöcherungspunkte genannt wurden. Diese verkalkten Knorpelmassen werden später wieder aufgesogen und in der zentralen Axe des künftigen Knochens bildet sich daraus die Markhöhle. Wenn die Gefässwucherung des sogenannten Knorpelmarks bis

zur zentralen Axe des künftigen Knochens vorgedrungen ist und die erweichte Knorpelmasse nach allen Richtungen durchsetzt

Fig. 27.



Querschnitt eines Röhrenknochen vom Menschen.

a äussere, *b* innere Oberfläche mit ihren Generallamellen,
c querdurchschnittene Markkanäle (Havers'sche Kanäle), umgeben von ihren Speziallamellen,
d intermediäre Lamellen (zwischen General- und Speziallamellen).
e Knochenhöhlen mit ihren Ausläufern (sogenannte Kalkkanälchen).

Fig. 28.

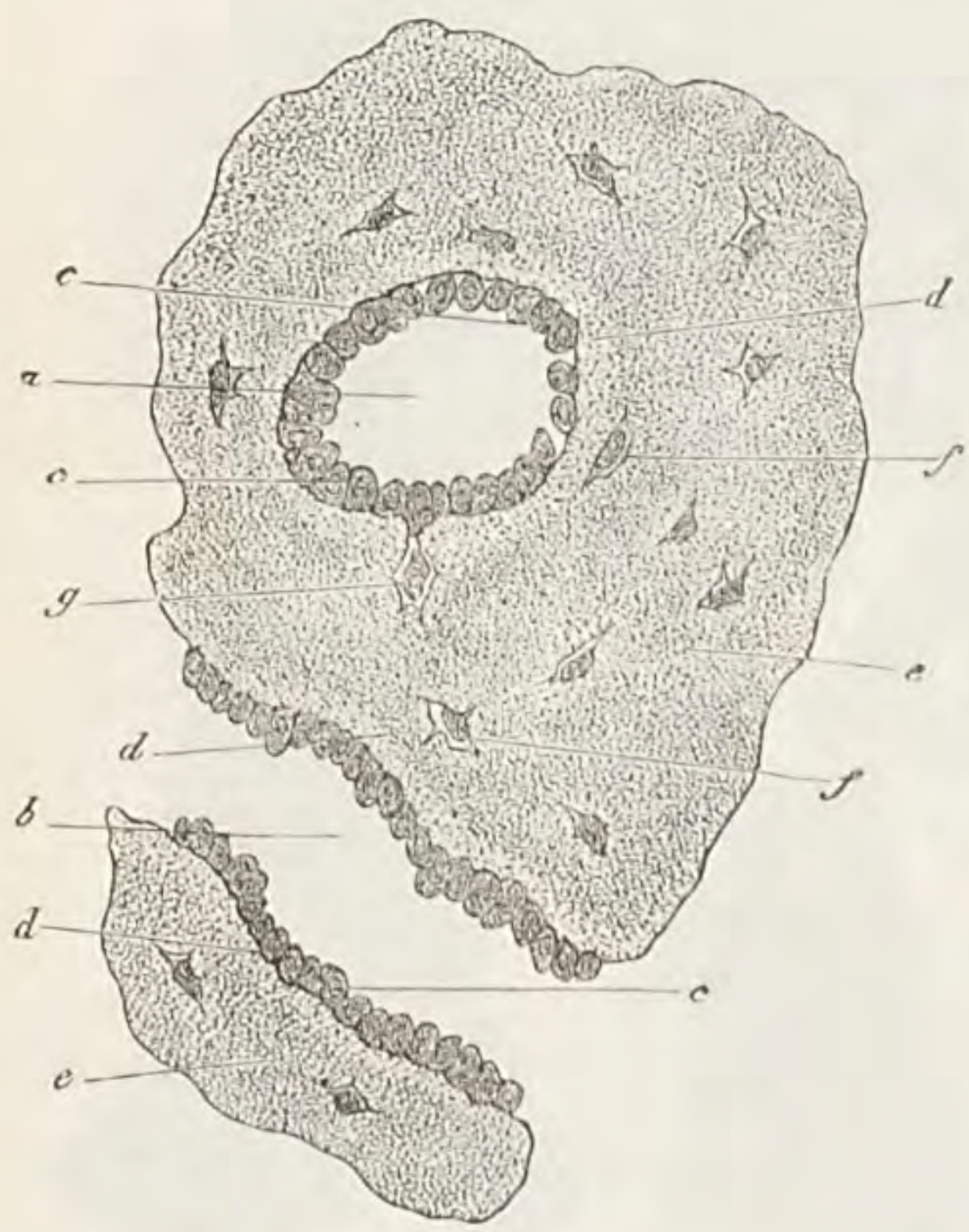
Verknöcherungsrand vom Endstücke eines Fussknochens vom Kalbe. — Nach oben die Knorpelmasse mit regellos liegenden grossen, Tochterzellen führenden Kapseln.

a kleinere Markräume, leer,
b solche mit Markzellen,
c Reste des verkalkten Knorpelgewebes,
d grössere Markräume, an den Wandungen mit aufgelagertem, dünnerem oder dickerem, und im letzteren Falle geschichtetem Knochengewebe,
e in der Bildung begriffene Knochenzelle,
f eine geöffnete Knorpelkapsel mit eingelagerter Knochenzelle,
g eine theilweise ausgefüllte Höhle, von Knochenmasse aussen bedeckt, mit einer Markzelle im Innern,
h scheinbar geschlossene Knorpelkapseln mit Knochenzellen im Innern.

hat, dann beginnt die Knochenbildung von eigenthümlichen, epithelartigen Zellen aus, welche an der äusseren Peripherie des

Knorpelmarkes sitzen und „Osteoblasten“ (Fig. 29 und 30, *c*) genannt werden. Diese Zellen scheiden in ihren äusseren Protoplasmaschichten Kalksalze aus, wodurch die Grundsubstanz des Knochens gebildet wird, die sich also konzentrisch um die Osteoblastenzellen, beziehungsweise um die ihren Kernen anhaftenden Protoplasmareste lagert. Durch fortwährende Ausscheidung, be-

Fig. 29.



Querschnitt durch den Oberschenkelknochen eines menschlichen Embryo nach etwa 11 Wochen.

a ein quer-, *b* ein längsdurchschnittener Markkanal,
c Osteoblastenzellen,
d die hellere jüngste, *e* die ältere Knochensubstanz,
f Knochenhöhlen mit den Zellen,
g Knochenzelle in Verbindung mit dem Osteoblast.

Fig. 30.

Knochenneubildung.

a äussere Knochenhaut, ältere Schicht,
b jüngere Schicht,
c Osteoblastenzelle,
d neugebildetes Knochengewebe,
e Knochenhöhle mit der Zelle.

ziehungsweise Ablagerung der Kalksalze in der Umgebung der Osteoblastenzellen, entfernen sich diese immer mehr von der Peripherie des gefässhaltigen Knorpelmarkes und von einander, und die sie trennende kalkhaltige Grundsubstanz nimmt immer mehr an Masse zu (Fig. 29 und 30, *d*).

Zu der Zeit, wo die Knochenbildung beginnt, wird die Knorpelhaut als Knochenhaut (periosteum) bezeichnet. Die Räume, in denen aus dem gefässreichen Knochenmark sich die Osteo-

blasten entwickeln, sind die Markkanäle (Havers'schen Kanäle), und die sich um dieselben bildenden konzentrischen Schichten sind die Speziallamellen der Knochengrundsubstanz. Aber auch die den werdenden Knochen zugewendeten Oberflächen der äusseren und inneren (die Markhöhle auskleidenden) Knochenhaut sind mit Osteoblasten besetzt. Die aus diesen sich bildenden Knochenschichten werden zu Generallamellen. Die innerhalb der mit Kalksalzen durchsetzten Grundsubstanz verbleibenden Osteoblastenzellen mit ihren kernhaltigen Protoplasmaresten werden zu Knochenzellen, die allmälig eine sternförmige Gestalt annehmen und nur mit ihren Ausläufern (deren verknöcherte Scheiden die sogenannten Kalkkanälchen bilden) gegenseitig in Verbindung bleiben (Fig. 29 *f*, Fig. 30 *e*).

Je weiter die von den Osteoblasten ausgehende Verknöcherung in der erweichten Knorpelmasse vorschreitet, desto mehr bildet sich diese zurück, so dass sie endlich von der Knochenmasse bis auf die knorpeligen Gelenkenden zurückgedrängt wird.

Eine Knochenneubildung bei erwachsenen Thieren, z. B. bei Knochenverletzungen, beginnt von der Knochenhaut aus.

§. 17. *Das Zahngewebe.*

Der Zahn besteht aus der frei über den Kieferrand vorragenden Krone, aus dem vom Zahnfleische umschlossenen Halse, und aus der von der Knochenmasse der Kiefer umgebenen Wurzel, die entweder einfach oder mehrfach ist. Das Innere des Zahnes besteht aus einer gegen die Zahnkrone blind endenden Höhle, welche im Leben von einem blut- und nervenreichen gallertigen Bindegewebe — dem Zahnmark (pulpa) — ausgefüllt ist. Das den Zahn zusammensetzende Gewebe ist von dreierlei Art.

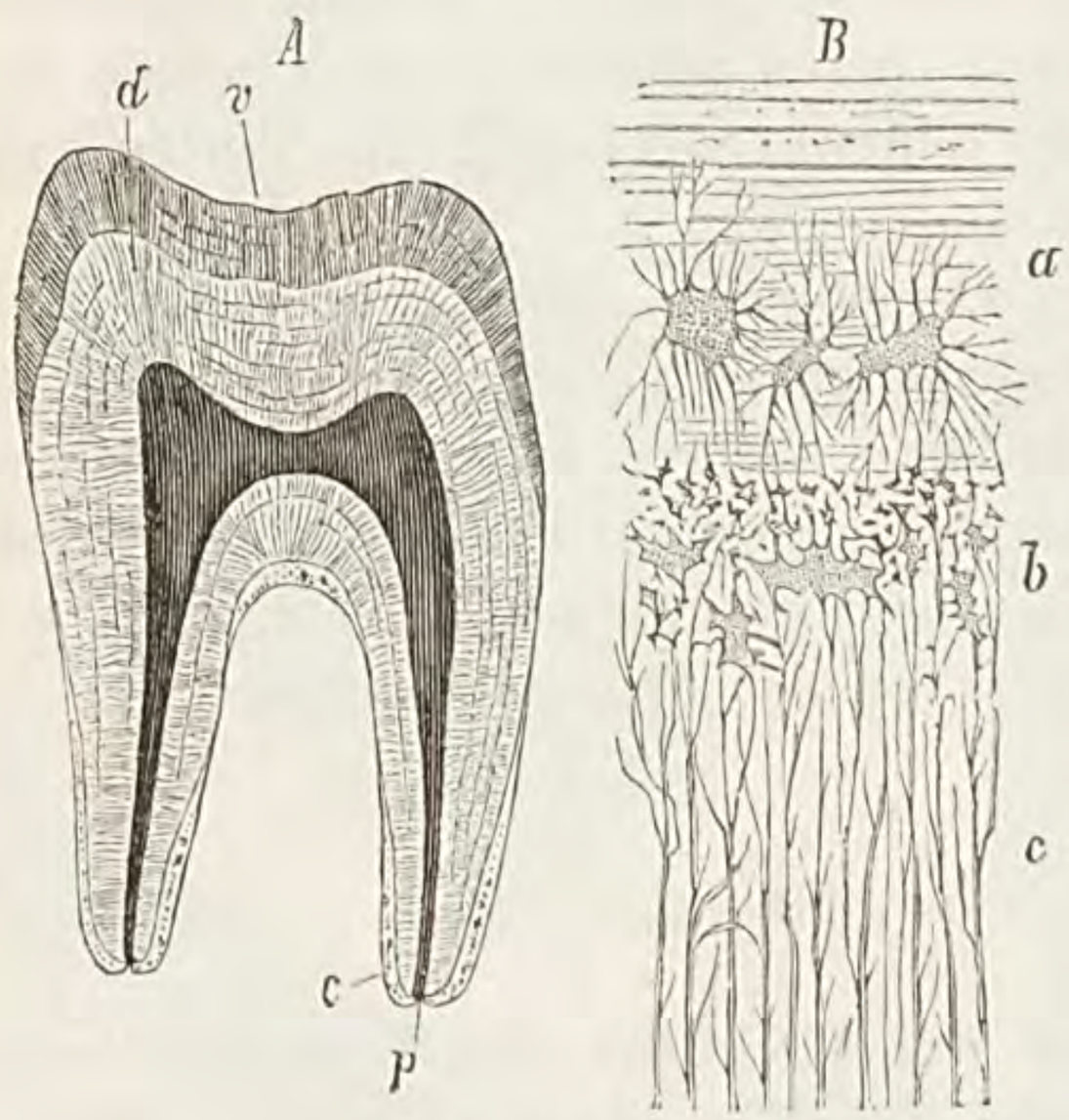
Das die Zahnhöhle zunächst umgebende und sich bis in die Krone erstreckende Gewebe ist das Zahnbein oder Elfenbein (Dentine). Es besteht aus einer sehr festen Grundsubstanz, in welche zahlreiche feine Röhrchen — die sogenannten Zahnkanälchen — sich verästeln, welche auf dem Rande der Zahnhöhle senkrecht stehen.

An der Krone ist das Zahnbein überzogen vom Schmelz, dem Oberhautgewebe des Zahnes, das wir im §. 9 bereits kennen gelernt haben.

An der Wurzel des Zahnes wird das Zahnbein von einer knochenartigen Substanz — dem Zämente — überzogen; dasselbe hat ganz den gleichen Bau wie das Knochengewebe, nur ist die lamellöse Schichtung der Grundsubstanz weniger regelmässig als im Knochen.

An dem Halse des Zahnes treffen Schmelz und Zäment zusammen. An der Grenze zwischen Zäment und Zahnbein finden sich sowohl die Zahnröhrchen des Zahnbeines, wie die Knochenhöhlen und sogenannnten Kalkkanälchen des Zämentes. Man bezeichnet diese Grenzschicht als Interglobularschicht.

Fig. 31.



Zahndurchschnitte.

A Durchschnitt eines Backenzahnes: *v* Schmelz, *d* Zahnbein, in seiner Höhle das Zahnmark enthaltend, *c* Zäment, *p* Oeffnung in der Wurzel zum Eintritt der Gefässe und Nerven in die Zahnhöhle.

B Querschnitt durch die Wurzel eines Eckzahnes: *a* Zäment mit grossen Zellen, *b* Interglobularschicht, *c* Kanäle des Zahnbeines.

Diese Vertheilung der verschiedenen Gewebe des Zahnes erfährt einige Abänderungen bei verschiedenen Thieren. So hat die Krone bei den pflanzenfressenden Säugethieren (mit Ausnahme der Schneidezähne der Wiederkäuer, wo der Zäment wie bei den Fleischfressern am Halse endet) über die Schmelzschicht noch einen Ueberzug von Zäment, der sich aber an der Kaufläche abreibt; bei den sogenannten schmelzfaltigen Zähnen der Pflanzenfresser sind die Schmelzfalten aussen von Zäment, innen von Zahnbein ausgefüllt.

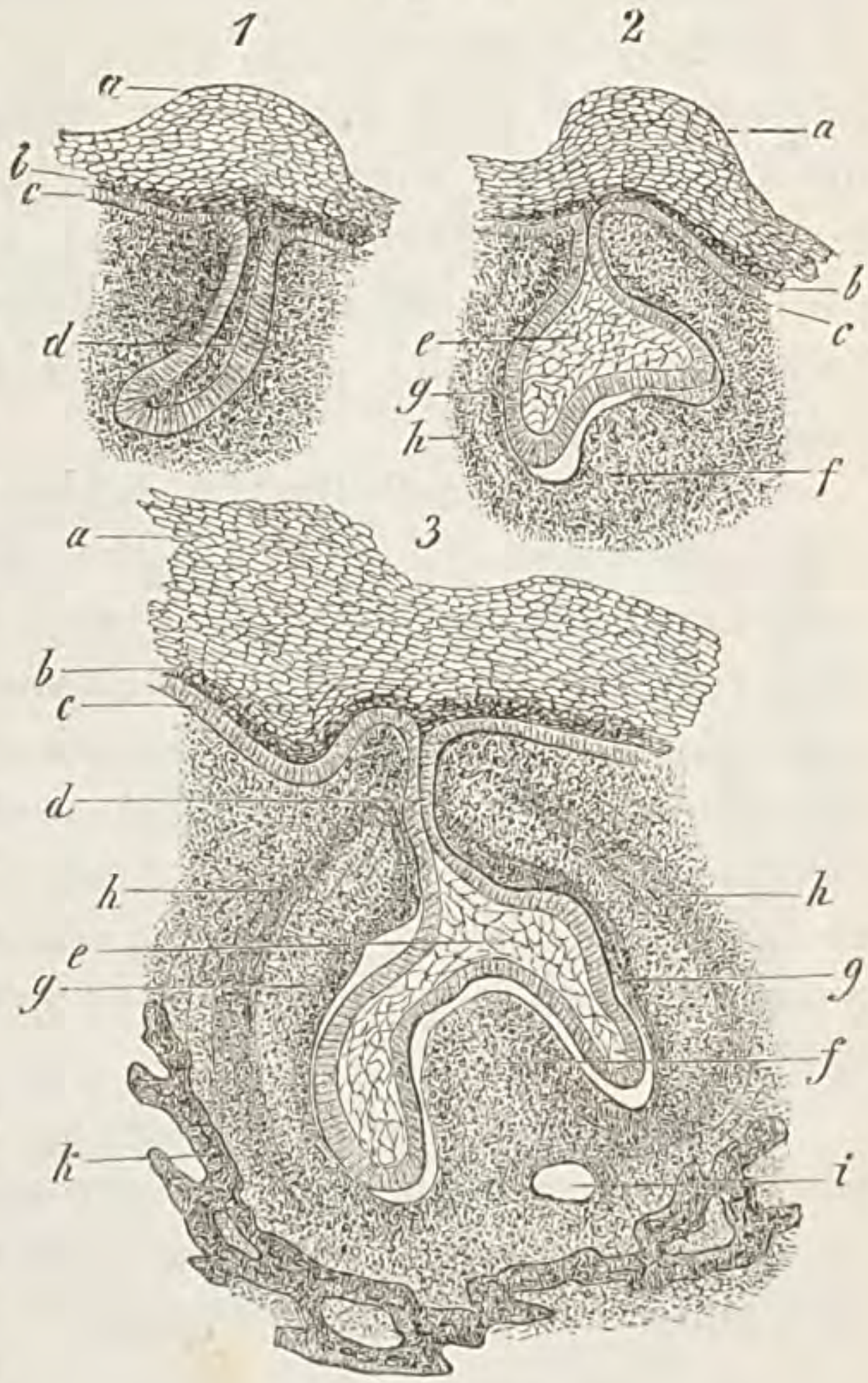
Das dem Zahne eigenthümliche Gewebe, welches dessen Hauptmasse bildet, ist also das Zahnbein oder Elfenbein; es entsteht aus dem die Zahnanlage umgebenden Bindegewebe der Schleimhaut.

Die Entwicklung des Gesammtzahnes ist folgende:

Auf den Kieferrändern bildet sich zu Ende des ersten Drittels des Embryonallebens eine Wucherung des Schleimhaut-

epithels — Zahnwall (Fig. 32 *a*) genannt — welche in das unterliegende Schleimhautgewebe einen blattartigen Fortsatz — den Schmelzkeim (Fig. 32, 1 *d*) sendet. In weiterer Entwicklung krümmt sich der Schmelzkeim sichelförmig um eine gefässreiche Wucherung des Schleimhautgewebes, welches in die konkave Krümmung des ersteren hineinwächst, beziehungsweise die sichelförmige Krümmung des Schmelzkeimes bedingt. Wie bei allen derartigen Wucherungen des Oberhautgewebes, erfolgt auch die Entwickelung des Schmelzkeimes gleichzeitig mit der Wucherung der Blutgefässe der Schleimhaut. Diesen vom Schmelzkeim umfassten, gefässreichen Vorsprung der Schleimhaut nennt man den Zahn- oder Dentinkeim (Fig. 32 *f*); derselbe wird später zum Zahnmark (Zahnpulpa).

Fig. 32.



Entwicklung des Zahnes.

1 und 2 von einem kleineren Schweinsembryo: *a* Zahnwall, *b* jüngere, *c* tiefste Schicht des Epithels, *d* Schmelzkeim, *e* Schmelzorgan, *f* Zahnkeim, *g* innere und äussere Schicht des werdenden Zahnsäckchens.

3 von einem älteren Schweinsembryo: *d* Stiel des Schmelzorgans, *a—c*, *e—h* wie vorstehend, *i* durchschnittenes Blutgefäss, *k* Knochensubstanz.

Der Schmelzkeim senkt sich nach und nach weiter in die Schleimhaut hinein, welche sich um die Schmelzanlage als Zahnsäckchen verdichtet; mit der epithelialen Oberfläche hängt der Schmelzkeim später nur noch mittelst eines schmalen Stieles (Fig. 32, 3 *d*) zusammen, der endlich auch schwindet, bis auf einen kleinen, seitlich vom Schmelzkeim übrigbleibenden Rest — dem sekundären Schmelzkeim — aus welchem sich bei den Säugethieren der zweite, bleibende Zahn entwickelt. Der von der Oberfläche abgeschnürte

primäre Schmelzkeim wird nunmehr Schmelzorgan (Fig. 32 *e*) genannt.

Nachdem die zentrale Hauptmasse des Schmelzorganes gallertartig erweicht ist, lässt dieses eine äussere konvexe und eine innere konkave Epithelschicht wahrnehmen; zwischen beiden befindet sich ein gallertartiges Epithelialgewebe (die Schmelzpulpa) und das innere konkave Schmelzepithel grenzt an die Zahnpulpa, die es kappenartig umfasst. Die Schmelzpulpa schwindet allmälig und es grenzt dann das äussere Schmelzepithel unmittelbar an das innere. Jenes wird beim Durchbruche des Zahnes zum hornartigen Schmelzoberhäutchen; das innere Schmelzepithel aber wird durch röhrenförmige Verlängerung und Verkalkung seiner Zellen zu dem aus prismatischen Röhren zusammengesetzten Schmelzgewebe.

An der Aussenfläche der Zahnpulpa befinden sich längliche, beziehungsweise zylindrische Zellen, ähnlich den Osteoblasten des entstehenden Knochens; man nennt jene Zellen die Odontoblasten. Von der äusseren, der Zahnanlage zugewendeten Spitze der Odontoblasten gehen Ausläufer aus, und diese Theile der Odontoblasten werden durch Aufnahme von Kalksalzen in Zahnsubstanz umgewandelt. Die Ausläufer liegen alsdann in den als Zahnkanälchen bezeichneten Zahnbeinscheiden; einige Anatomen nehmen an, dass sie noch umgeben sind von elastischen Zahnscheiden.

Der Zäment entwickelt sich aus dem lockeren, gefässreichen Bindegewebe des knöchernen Zahnfaches, in gleicher Weise wie die Knochensubstanz aus dem Knorpelmark, mittelst der auch hier auftretenden Osteoblastenzellen.

Viertes Kapitel.

Die Reizgewebe.

(Animale Gewebe.)

§. 18. Das Muskelgewebe.

Es gibt zwei Arten von Muskelgewebe:

1. Glatte Muskeln, deren Kontraktionen der Willkür des Thieres entzogen sind.

2. Gestreifte oder sogenannte willkürliche Muskeln.

Beide Arten von Muskeln entstammen dem mittleren Keimblatte (Mesoderm).

Die glatten Muskeln bestehen aus länglichen, beziehungsweise spindelförmigen, schmalen Zellen von 0·028 bis 0·23 Mm. Länge und — an der breitesten, einen länglichen Kern umschliessenden Stelle — 0·007 bis 0·015 Mm. Breite (Fig. 33). Die einzelnen Zellen sind nur durch einen spärlichen Gewebekitt zusammengehalten und lassen in ihrem Innern, d. h. in ihrem flüssigen Protoplasma, ausser dem Kern, in der Regel keine weitere Struktur erkennen; nur selten zeigen sie Fetttröpfchen. Die glatten Muskelzellen finden sich im Verdauungskanale, vom Brusttheile der Speiseröhre ab bis gegen das Mastdarmende, u. zw. erscheinen sie hier in einer inneren Ringfaserschicht und einer äusseren Längsfaserschicht; ferner in der mittleren Haut der Blut- und Lymphgefässe, in der hinteren Wandung der Luftröhre und noch an manchen anderen Orten in nur spärlicher Menge.

Fig. 33.

Glatte Muskelzellen.

a aus der Milz, *b* aus dem Dünndarm.

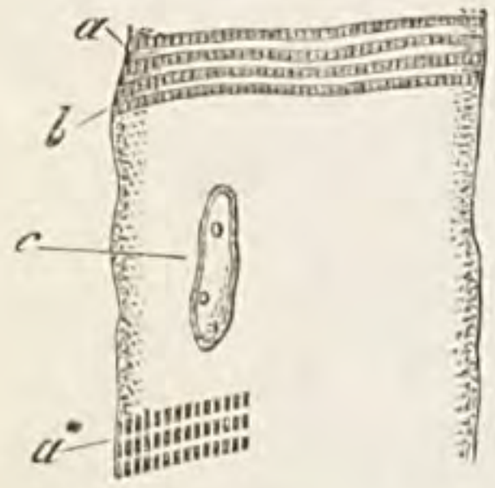
Die quergestreiften, beziehungsweise willkürlichen Muskeln, sowie der der Willkür nicht gehorchende, aber aus quergestreiften Fasern zusammengesetzte Herzmuskel, bilden lange, etwa 0·01—0·05 Mm. breite Fasern, welche aus einer strukturlosen bindegewebigen Hülle (sarcolemma), sowie aus der von dieser umschlossenen Fleischmasse und aus zahlreichen, der Muskelhülle zunächst anliegenden Kernen bestehen. Die einzelnen Muskelfasern werden durch lockeres Bindegewebe zu Bündeln vereinigt. Im Leben haben diese Muskeln eine rothe Farbe und bilden die Fleischmasse des Körpers.

Die Fleischsubstanz der Muskelfasern erscheint unter dem Mikroskop sowohl quergestreift, von quer lagernden Scheiben herrührend, als auch längsgestreift, bedingt durch die zu Bündeln vereinigten langgestreckten Fibrillen. Bei starker Vergrösserung erkennt man an den quergestreiften Muskelfasern: dass dunkle und helle Schichten regelmässig abwechseln, und dass die dunklen Scheiben aus nebeneinander liegenden kleinen Prismen, den sogenannten Fleischprismen (Fig. 34 und 35 *a*), bestehen, die durch eine hell erscheinende Zwischensubstanz

(Fig. 34 und 35 *b*), sowohl in querer, wie in länglicher Richtung von einander getrennt sind.

Die hellgefärbte, beziehungsweise durchsichtige Zwischensubstanz, welche die Fleischprismen trennt, besteht aus einem Protoplasma, in welchem eine eiweiss- und kohlenstoffreiche Substanz im flüssigen Zustande enthalten ist.

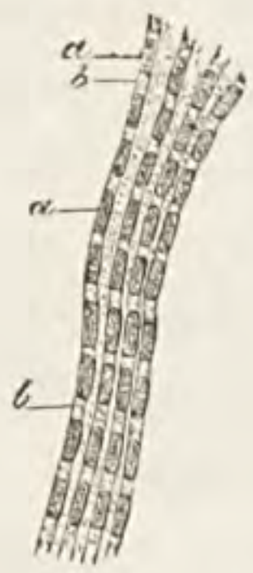
Fig. 34.



Muskelfaser mit Querscheiben, vom Schwein, bei tausendfacher Vergrösserung.

a Fleischprismen, *b* helles Längsbindemittel, bei *a** sind die Fleischprismen von einander entfernt und man sieht auch das Querbindemittel, *c* Kern.

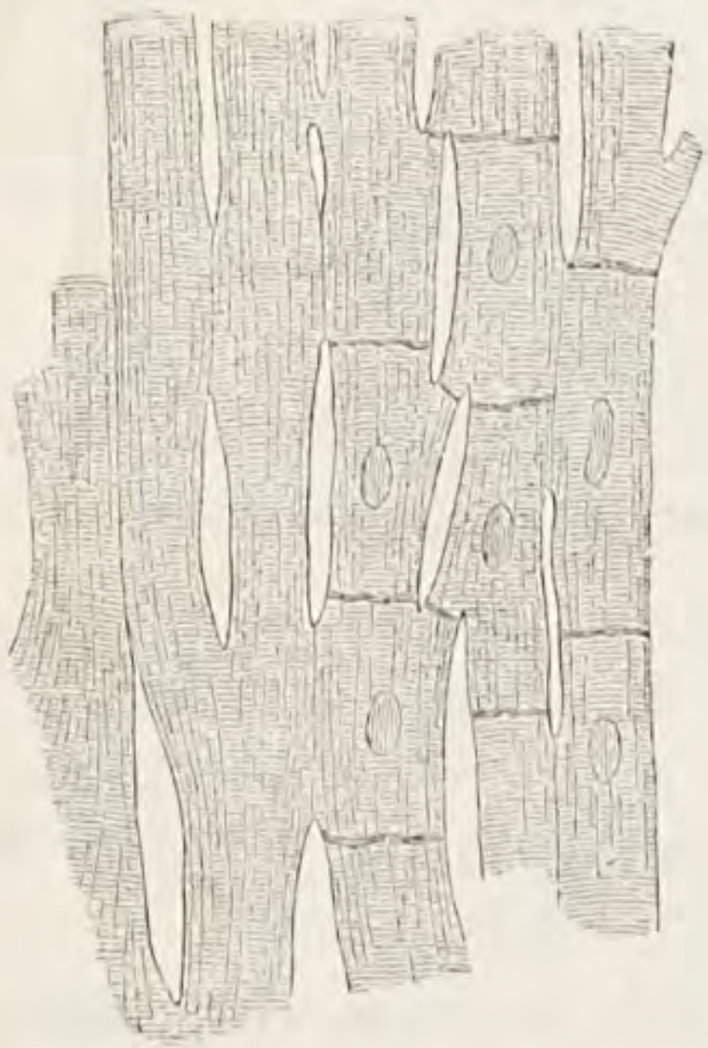
Fig. 35.



Muskelfibrillen vom Olm (Proteus) bei tausendfacher Vergrösserung. Buchstaben wie bei Fig. 34.

Wenn die Fleischprismen in querer Richtung zusammenrücken, so erscheint die Querstreifung, beziehungsweise die Scheibenbildung der Muskelfasern deutlicher (Fig. 34); rücken sie aber in der Längsrichtung zusammen, so zeigt sich auch die fibrilläre Struktur der Muskelfasern (Fig. 35).

Fig. 36.



Muskelfasern vom Herzen, rechts erscheinen Zellengrenzen und Kerne.

Der quergestreifte Herzmuskel besteht aus breiten, ästig verbundenen, kernhaltigen Muskelfasern (Fig. 36).

Die Erkenntniss des feineren Baues der willkürlichen Muskelfaser bewegt sich an der äussersten Grenze der mikroskopischen Beobachtung. Zur Erklärung der Kontraktionserscheinungen des lebenden Muskels nimmt man an, dass die zwischen den Fleischprismen hell erscheinende Zwischensubstanz von flüssiger oder kolloider Beschaffenheit sei.

Wenn die Muskelfaser in Ruhe ist, so rücken die Fleischprismen quer aneinander und die helle Zwischensubstanz erscheint zwischen den zu Querscheiben vereinigten Fleischprismen; befindet sich aber die Muskelfaser im Zustande der Kontraktion (der Arbeit), so reihen sich die Fleischprismen der Länge nach aneinander und die helle Zwischensubstanz erscheint seitwärts zwischen den zu Fibrillen vereinigten Fleischprismen. Durch diese Annahme erklärt sich zugleich, dass der bei der Kontraktion in seiner Längsrichtung verkürzte Muskel dicker wird; die Dicke, beziehungsweise Breiten-

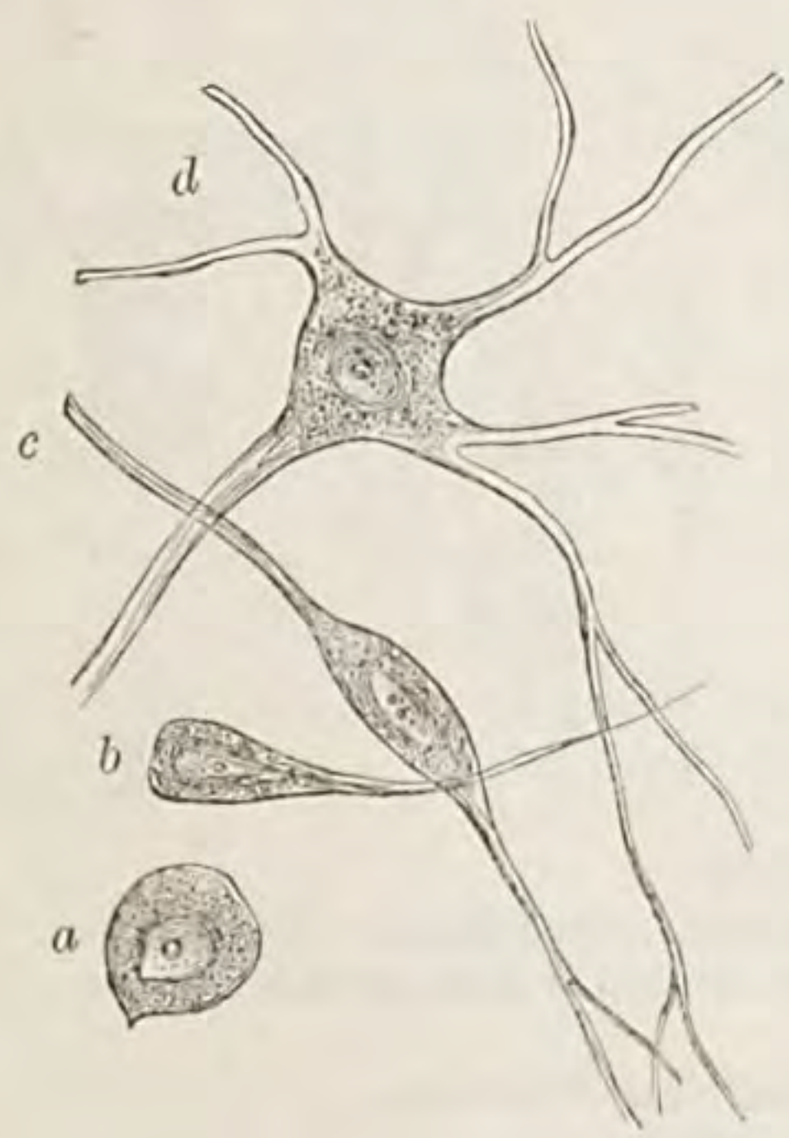
ausdehnung, entsteht durch das Ausweichen der bisher, d. h. im Ruhezustande, zwischen den Scheiben befindlichen Protoplasmaschicht in die Längszwischenräume der zu Fibrillen zusammentretenden Fleischprismen.

§. 19. *Das Nervengewebe.*

Das Nervengewebe besteht aus zweierlei Formelementen: aus Zellen und aus Fasern.

Die Nervenzellen (Ganglien) bilden die sogenannte graue Substanz des Gehirnes und des Rückenmarkes (des zentralen Nervengewebes), sowie der im Verlaufe der peripherischen Nervenfasern vorkommenden Ganglien. Die Nervenzellen enthalten einen oder mehrere Kerne, und ein eiweiss- und fettreiches Protoplasma;

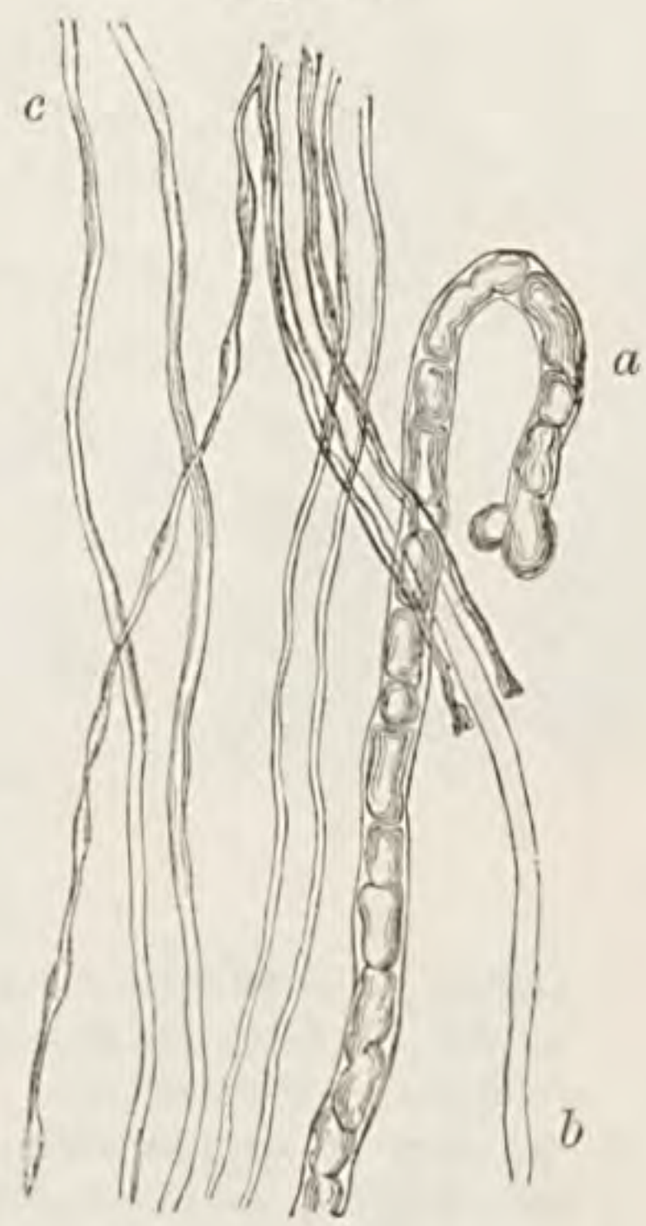
Fig. 37.



Ganglienzellen.

a (mit abgerissenem Ausläufer), *b* unipolare, *c* bipolare, *d* multipolare.

Fig. 38.



Nervenfasern.

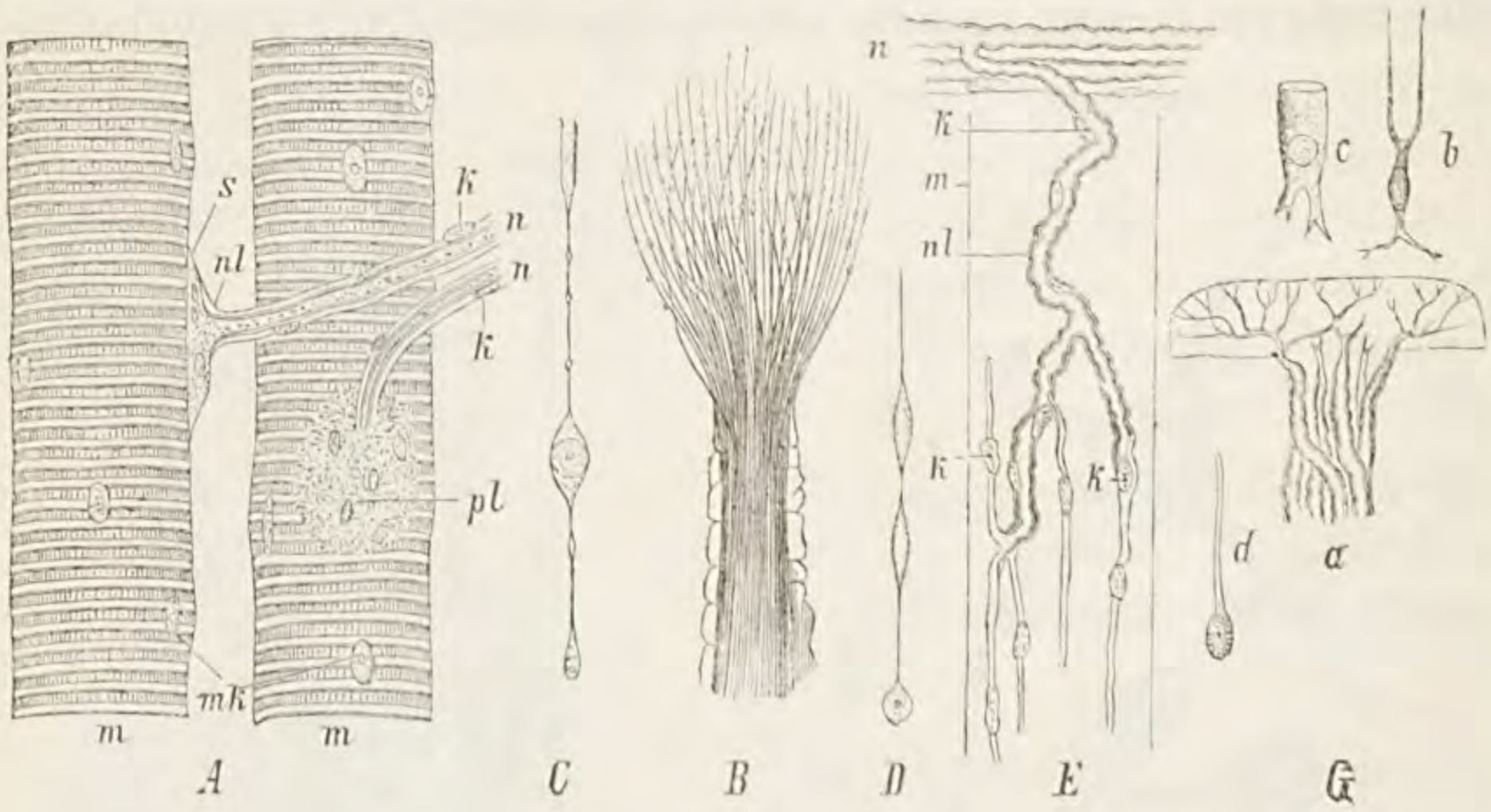
a Markhaltige, *b* Axenzylinder aus der Markscheide gezogen, *c* markfreie Nervenfasern.

sie haben keine Zellenmembran, sind aber stellenweise von einer bindegewebigen Hülle (von welcher markfreie Nervenfasern — sogenannte Remak'sche Fasern — entspringen) umgeben; sie zeigen ferner sehr verschiedene Formen und Grössen (0·02 bis 0·09 Mm. im Durchmesser). Die meisten Nervenzellen sind spindelförmig und haben einen oder zwei protoplasmatische Ausläufer, welche entweder zwei Nervenzellen unter sich verbinden (Kom-

missurfäden) oder als Axenzylinder in die von ihnen ausgehenden Nervenfasern eintreten; solche Zellen bezeichnet man, je nachdem sie einen oder zwei Ausläufer aussenden, als unipolare oder bipolare Ganglien (Fig. 37 *a b c*). Es kommen aber auch neben jenen, sternförmige Nervenzellen vor, mit mehreren Ausläufern, sogenannte multipolare Ganglien (Fig. 37 *d*).

Die Nervenzellen im zentralen Nervengewebe (Gehirn- und Rückenmark) entwickeln sich aus dem oberen Keimblatte, während man für die peripherischen Nervenzellen das mittlere Keimblatt als Mutterboden in Anspruch nehmen muss.

Fig. 39.



Nervenendigungen.

A Plattenförmige im Muskel des Meerschweinchens, *m* Muskelfaser, *s* ihre Muskelscheide, *mk* Kerne der Muskelfasern, *n* Nervenfaser, *nl* Nervenscheide, *k* Kerne derselben, *pl* Nervenplatte.

B Endigung des Geruchsnervens vom Hecht und seine Riechhaare.

C Nervenstäbchen der menschlichen Augennervenhaut.

D Desgleichen von der Sepia.

E Knospenförmige Nervenendigung in der Froschhaut, *n* Nerv, *nl* Nervenscheide, *k* Kern derselben, *m* Muskelfaser im Umriss.

G Endigung der Geschmacksnerven im Frosch, *a* Nervenausbreitung in den Nervenkissen der Geschmackswarze, *b* gabelförmige Zelle, *c* Kelchzelle, *d* Zylinderzelle.

Die Nervenfasern sind entweder markhaltig (dunkelrandig) oder markfrei (hell).

Die frischen Nervenfasern erscheinen als weisse, strukturlose Fäden, die aber sämmtlich zwei Bestandtheile enthalten: 1. die feine bindegewebige Nervenscheide (neurilemma), die streckenweise mit Kernen besetzt ist; 2. den weichen, gerinnbaren Inhalt,

den s. g. Axenzylinder, der den eigentlichen, kraftleitenden Bestandtheil der Nervenfaser darstellt. Zwischen der Nervenscheide und dem Axenzylinder findet man in den markhaltigen Nervenfasern noch das Nervenmark, eine körnige, eiweissreiche Masse, welche nach dem Tode gerinnt, alsdann den Axenzylinder verdeckt und die markhaltige Nervenfaser dunkelrandig erscheinen lässt. Durch das Vorkommen dieses Markes unterscheiden sich die beiden Arten der Nervenfasern von einander.

Man nimmt an, dass der Axenzylinder im Zusammenhange steht mit dem protoplasmatischen Ausläufer der Ganglienzelle, beziehungsweise dieser (verlängerte) Ausläufer selbst ist, was aber in neuester Zeit Zweifeln begegnet ist.

Die markhaltigen Nervenfasern sind die verbreitetsten; die blassen, markfreien und mehr platten Nervenfasern kommen vorwiegend im Embryo vor; bei erwachsenen Thieren besteht daraus nur der Geruchsnerv und zum Theil der sympathische Nerv.

Die peripherische Endigung der Nervenfasern ist ein sehr schwieriger Gegenstand der mikroskopischen Forschung und ist noch zum Theil zweifelhaft. Einige Nervenfasern endigen in sehr feinen Fädchen, andere treten in besondere Endgebilde (Terminalgebilde) ein, zu welchen die Tastkörperchen, die Geschmacksknospen, die Endplatten der Muskeln, die Nervenstäbchen der Nervenhaut des Auges u. s. w. gehören, welche in den betreffenden Organen ihre Beschreibung finden. Verschiedene Nervenendigungen sind in Fig. 39 dargestellt.

ZWEITER ABSCHNITT.

Die Stoffe des Thierkörpers.

§. 20. *Allgemeines über die Stoffe des Thierkörpers.*

Der Thierkörper umfasst folgende zwölf Grundstoffe (chemische Elemente): Kohlenstoff, Sauerstoff, Wasserstoff, Stickstoff, Schwefel, Phosphor, Chlor, Kalium, Natrium, Calcium, Magnesium, Eisen.*) Nur kleine Mengen von Sauerstoff und Stickstoff kommen im Thierkörper im freien (unverbundenen) Zustande vor, im Uebrigen bilden jene Grundstoffe mehrfache chemische Verbindungen von zweierlei Art. Die eine Art der im Thierkörper vorkommenden chemischen Verbindungen, die sogenannten anorganischen, umfassen sämmtliche oben genannten Grundstoffe; die andere Art, die sogenannten organischen Verbindungen, enthalten die sechs erstgenannten Grundstoffe (Kohlenstoff, Sauerstoff, Wasserstoff, Stickstoff, Schwefel und Phosphor) und das Eisen.

Die anorganischen Verbindungen des Thierkörpers sind aus zwei oder drei Grundstoffen zusammengesetzt und sie sind entweder mit Chlor oder mit Sauerstoff gesättigt; ihre Chlorungs- und Oxydationsstufen werden im Thierkörper nicht verändert, das heisst, die in den Thierkörper eintretenden anorganischen Verbindungen verlassen denselben wieder in gleichen Chlorungs- und Oxydationsstufen, wenn auch in den anorganischen Salzen ein Austausch ihrer Basen stattfindet. Diese anorganischen Verbindungen gehen also mit dem durch Athmung in den Thier-

*) Ausser diesen, bei allen Thieren vorkommenden Grundstoffen, finden sich in beschränkter Verbreitung noch Silicium, Fluor und einige andere nicht sicher konstatirte Stoffe.

körper aufgenommenen Sauerstoff keine dauernden Verbindungen ein, wohl aber sind einige als Träger des Sauerstoffes und der Kohlensäure dienende anorganische Verbindungen, innerhalb des Organismus einem Wechsel ihrer Oxydationsstufen unterworfen. Die meisten anorganischen Verbindungen des Thierkörpers stammen in letzter Linie aus dem Boden, aus welchem sie die Pflanze zum Aufbau ihres Organismus entnimmt und sie in Form von vegetabilischem Futter dem Thiere darbietet. Doch werden einige anorganische Verbindungen (Wasser, Kohlensäure, Schwefelsäure, Ammoniumoxyd) aus ihren Grundstoffen erst im Thierkörper gebildet. Mit Ausnahme dieser eben genannten, sind die anorganischen Verbindungen (insbesondere diejenigen, welche Phosphor, Chlor, Kalium, Natrium, Calcium, Magnesium und Eisen enthalten) ausgezeichnet durch ihre Unverbrennlichkeit, das heisst, sie bilden bei der Verbrennung thierischer Theile die Hauptmasse ihrer Asche.

Die organischen Verbindungen bestehen aus mindestens drei Grundstoffen (Kohlenstoff, Sauerstoff, Wasserstoff), die höchst organisirten Verbindungen aber enthalten ausserdem noch Stickstoff, Schwefel, Phosphor und Eisen. Zu jenen ternären Verbindungen gehören im Thierkörper die Fette, während die Eiweisskörper aus fünf bis sechs organischen Grundstoffen zusammengesetzt sind. Sämmtliche organischen Verbindungen sind ausgezeichnet durch ihre starke Verwandtschaft zum Sauerstoff; im Verbande des Organismus erscheinen sie als niedrige Oxydationsstufen, die aber im Stoffwechsel durch Sauerstoffaufnahme fortwährend erhöht werden, bis sie in Form von Kohlensäure, von Wasser und von einfachen Stickstoffverbindungen (Harnstoff und Andere) den Thierkörper verlassen, während die Oxyde des Schwefels und des Phosphors der zersetzten Eiweisskörper sich mit anorganischen Basen zu Salzen verbinden, die im Koth und im Harn ausgeschieden werden. Die organischen Verbindungen sind zum grössten Theil verbrennlich, und sie hinterlassen nur eine geringe Menge Asche.

Der Aggregatzustand der anorganischen Verbindungen, insofern sie dem organischen Verbande des Thierkörpers angehören, ist theils flüssig, theils fest, d. h. der Aggregatzustand wechselt derart, dass die während des Lebens festen Stoffe nur im gelösten Zustande in den Organismus, beziehungsweise in die sie aufnehmenden Organe gelangen; ebenso können jene Stoffe den Organismus nur im gelösten Zustande wieder verlassen. Das

allgemeine Lösungsmittel für die anorganischen Stoffe ist das Wasser.

Der Aggregatzustand der organischen Verbindungen ist festweich (kolloid), d. h. sie befinden sich während des Lebens in einem Zustande der Quellung, und das allgemeine Quellungsmittel ist das Wasser. Dieser den organischen Verbindungen eigenthümliche festweiche Aggregatzustand bedingt die elastische, leicht bewegliche Form der thierischen Organe.

Die physiologische Bedeutung der in allen Geweben und Organen verbreiteten anorganischen Verbindungen ist nur zum Theil bekannt, das heisst, insofern ihre besondere Funktion in Frage kommt. Dagegen ist es unzweifelhaft, dass der Bestand des Lebens ohne Zufuhr anorganischer Verbindungen mehr oder minder gefährdet ist. Schon bei der ersten Entwicklung des Embryos spielen die anorganischen Verbindungen eine für die Formbildung wichtige Rolle, und bei der Ernährung jugendlicher und erwachsener Thiere ist das Vorhandensein jener Verbindungen die nothwendige Bedingung für die Wirkung der organischen Nährstoffe. Die anorganischen Verbindungen, welche in den organischen Verband des Thierkörpers eintreten, sind: das Wasser, die Chloride des Kalium und des Natrium, die Karbonate des Kalium, des Natrium, des Calcium und des Magnesium, die Phosphate des Kalium, des Natrium, des Calcium und des Magnesium, und endlich das Eisen. Die Ammoniumsalze und die Sulphate, welche im Thierkörper vorkommen, gehören nicht zum organischen Verbande desselben, das heisst, sie sind nicht Bestandtheile der Gewebe und Organe, sondern sie erscheinen als Zersetzungsprodukte der Eiweisskörper.

Die physiologische Bedeutung der organischen Verbindungen ergibt sich aus ihren Funktionen, nämlich aus der Erzeugung von sichtbarer Bewegung und von molekularer Bewegung (Wärme). Vermöge ihres lebhaften Bestrebens, sich mit dem eingeathmeten Sauerstoff zu verbinden, werden die organischen Verbindungen im lebenden Organismus zu Quellen der Kraft und der Wärme. Der organische Bestand des Thierkörpers umfasst die verschiedenartigen Eiweisskörper, die Fette und die Kohlehydrate. Die Eiweisskörper enthalten sämmtlich Stickstoff und Schwefel (zum Theil auch Phosphor und Eisen), sie sind also aus fünf bis sechs Grundstoffen zusammengesetzt, und

bilden die für die Lebensverrichtungen wichtigsten organischen Verbindungen. Die aus nur drei Grundstoffen bestehenden Fette bilden kein selbstständiges Gewebe, wohl aber betheiligen sie sich an der Zusammensetzung anderer Gewebe; hauptsächlich dienen sie dem Organismus als Ausfüllungsmasse und als schlechte Wärmeleiter; eine grosse Bedeutung haben die Fette ferner für die Ernährungsvorgänge der Thiere. In dieser Beziehung gleichen ihnen die Kohlehydrate, die für den Stoffwechsel des Thierkörpers sehr wichtig sind, die aber in den organischen Verband desselben nicht eintreten, beziehungsweise zur Gewebebildung nicht verwendet werden.

Von der Betrachtung in diesem Abschnitte bleiben gänzlich ausgeschlossen: die im Organismus selbst durch Zersetzung (Verbrennung) erzeugten Verbindungen, also sowohl die Produkte sekretbildender Prozesse (die Gallenstoffe und Zuckerarten), wie die Produkte der eigentlichen regressiven Stoffmetamorphose (die Zersetzungsprodukte der Eiweisskörper und der Fette). Diese Stoffe sollen in Betracht gezogen werden in den Kapiteln über die Verdauung und die Absonderung im achten Abschnitte des besonderen Theiles.

In der folgenden Beschreibung der anorganischen Verbindungen ist, ihres seltenen Vorkommens wegen, auch das Fluorcalcium und das Silicium ausser Acht gelassen worden.

Fünftes Kapitel.

Die anorganischen Verbindungen des Thierkörpers.

1. Das Wasser.

§. 21. *Vorkommen und Zustände des Wassers im Thierkörper.*

Von allen Stoffen des Thierkörpers hat das Wasser den grössten Antheil an seiner Zusammensetzung. Der Thierkörper enthält durchschnittlich etwa zwei Dritttheile Wasser und es gibt kein Gewebe, welches gänzlich frei davon ist. Doch ist der Wassergehalt der Gewebe sehr ungleich; er ist abhängig von verschiedenen individuellen Zuständen.

Im Durchschnitt haben die thierischen Gewebe und Flüssigkeiten folgenden Gehalt an Wasser und an festen Stoffen in 1000 Gewichtstheilen (nach Gorup-Besanez):

	Wasser	Feste Stoffe		Wasser	Feste Stoffe
Zahnschmelz	2	998	Blut	791	209
Zähne	100	900	Herz	792	208
Knochen	220	780	Zellgewebe	796	204
Fett	299	701	Nieren	827	173
Elastisches Gewebe	496	504	Galle	864	136
Knorpel	550	450	Milch	891	109
Leber	693	307	Chylus	928	72
Rückenmark	697	303	Schleim	934	66
Haut	720	280	Lymphe	983	17
Gehirn	750	250	Glaskörper - Gallert des Auges	987	13
Muskel	757	243	Cerebrospinalflüssigkeit	988	12
Milz	758	242	Speichel	955	5
Thymus	770	230	Schweiss	955	5
Nerven	780	220			

Der Wassergehalt in denselben Körpertheilen schwankt je nach dem Alter und dem Ernährungszustande der Thiere. Im Allgemeinen sind die Körpertheile junger und magerer Thiere reicher an Wasser. Nach den Untersuchungen von A. v. Bezold ist die Entwicklung und das Wachsthum der Säugethiere, von einer ziemlich frühen Stufe der embryonalen Entwicklung bis zur Höhe des freien Wachsthums, gekennzeichnet durch eine fortwährende Abnahme im Wassergehalte (von 87—71 Prozent) des Organismus, sowie durch eine Zunahme der verbrennlichen (von 11 zu 25 Prozent) und unverbrennlichen Trockensubstanz (von 1·1 zu 3·5 Prozent). Die Abnahme des Wassergehaltes erfolgt am schnellsten in den ersten acht Tagen nach der Geburt (um 6 Prozent), viel langsamer in den späteren Perioden der Entwicklung.

Je fetter ein Thier wird, desto mehr nimmt dessen Wassergehalt ab; dagegen steigt derselbe bei der Abmagerung.

Lawes und Gilbert fanden in Thieren von verschiedenartigem Ernährungszustande folgende Mengen von Wasser, Fett und Gesammt-Trockensubstanz auf 100 Gewichtstheilen Gesammtkörper.

	Wasser	Fett	Gesammt-Trockensubstanz
Fettes Kalb	62·3	16·6	37·7
Halbfetter Ochse	54·0	22·6	46·0
Fetter Ochse	45·6	34·8	54·4
Fettes Lamm	48·6	36·9	51·4
Mageres Schaf	57·3	23·8	42·7
Halbfettes, altes Schaf	49·7	31·3	50·3
Fettes Schaf	39·7	45·4	60·3
Sehr fettes Schaf	33·0	55·1	67·0
Mageres Schwein	55·3	28·1	44·7
Fettes Schwein	38·6	49·5	61·4

J. Breunlin fand in 100 Gewichtstheilen Fleisch (Schulterstück) eines fetten und eines mageren Ochsen (beide Thiere von gleichem Alter und gleicher Rasse):

	Fetter Ochse	Magerer Ochse
Wasser	38·97	59·68
Asche	1·51	1·44
Fett	23·87	8·07
Muskelfleisch	35·65	30·81

Das Wasser erscheint im Organismus theils im freien Zustande, theils physikalisch und chemisch gebunden.

Im freien Zustande findet sich das Wasser als Hauptmasse der thierischen Flüssigkeiten, so des Blutes, des Chylus, der Lymphe, des Harns, des Schweisses u. s. w.; es ist hier der Träger der organischen Theile dieser Flüssigkeiten.

Im Zustande der physikalischen und chemischen Bindung bildet das Wasser den Hauptbestandtheil der festweichen Gewebe, mit denen es theils durch Imbibition, theils durch chemische Anziehung in Verbindung tritt. Das imbibirte Wasser entweicht, wenn thierische Gewebe der Trocknung unterworfen werden, während das chemisch gebundene Wasser nur mit der Zerstörung des Gewebes in Freiheit gesetzt wird. Sobald aber das getrocknete Gewebe wieder in Wasser getaucht wird, nimmt es das verlorene Wasser, und sogar noch mehr davon, rasch wieder auf. Die thierischen Gewebe vermögen grosse Mengen Wasser über ihren naturgemässen Bestand aufzusaugen, ohne dass sie ihren festweichen Zustand verlieren. Dagegen scheint eine Grenze gegeben zu sein, unter welche der Wassergehalt der Gewebe nicht sinken darf, ohne die Leistungs- und Lebensfähigkeit des Organismus zu schädigen.

Aus den Untersuchungen von Edwards ergibt sich, dass, wenn lebende Reptile, welche gewöhnlich im Wasser leben, längere Zeit der Luft ausgesetzt werden, ihr Körper durch ausgedunstete Feuchtigkeit an Gewicht verliert. Solche Thiere verlieren dadurch an Beweglichkeit, ihre Glieder werden steif und sie kriechen nur mit Mühe. Die Kontraktion der Muskeln nimmt ab in dem Maasse, wie sie Wasser durch Ausdunstung verlieren; zuletzt erstarren sie, als ob sie erfroren seien. Sobald sie dann aber wieder ins Wasser gebracht werden, bemerkt man, dass sie Flüssigkeit absorbiren und darnach ihre Beweglichkeit und den Gebrauch ihrer Muskeln wieder erlangen. Aus derselben Ursache erklärt Edwards den Tod der Fische ausserhalb des Wassers: durch den trocknenden Einfluss der Luft gerathen zunächst deren Haut und Kiemen in einen Zustand der Trockenheit, der diese wichtigen Organe untauglich macht für ihre Lebensverrichtungen.

§. 22. *Physiologische Bedeutung des Wassers.*

Die vorwiegende physiologische Bedeutung des Wassers im Organismus ist abhängig von der physikalischen Eigenschaft der freien Flüssigkeit. Das Wasser ist das allgemeine Lösungsmittel für alle im Organismus vorkommenden löslichen Stoffe. Dadurch wird es zum Vermittler der Stoffbewegung. Sowohl die Stoffe, welche zum Ersatze verbrauchter Körperbestandtheile in den Organismus aufgenommen werden, wie die Stoffe, welche dem Aufbau der Gewebe und Organe gedient haben und für den Zweck des Lebens unbrauchbar geworden sind, werden durch Wasser gelöst und fortgeführt. Auf der einen Seite dienen Chylus, Lymphe und arterielles Blut dem Aufbau der Gewebe und Organe, auf der anderen Seite Lymphe, venöses Blut und Harn der Ausscheidung verbrauchter Gewebsstoffe. In gleicher Weise ist also das Wasser der Träger der Nährstoffe wie der Auswurfstoffe.

Eine andere Bedeutung kommt dem Wasser zu als Imbibitionsstoff der festweichen Gewebe. Diesen verleiht es die ihnen eigenthümlichen physikalischen Eigenschaften: die Elastizität, die Durchdringbarkeit für wässrige Lösungen (Diffundirbarkeit), die elektrische Leitungsfähigkeit; bei den lichtdurchlassenden Geweben des Auges: die Durchsichtigkeit u. s. w. Die Betrachtung der in §. 21 mitgetheilten Tabelle über den Wasserbestand thierischer Gewebe ergibt, wie gross der Antheil des Wassers ist an der Zusammensetzung der wichtigsten festweichen Organe; Gehirn und Muskeln haben einen fast so grossen Wassergehalt wie das Blut, während der Wassergehalt des Nierengewebes noch grösser ist, trotz ihres verhältnissmässig festen Gefüges.

Eine fernere Bedeutung hat das Wasser als Wärmeregulator des thierischen Organismus. Mit steigender Wärme des umgebenden Luftraumes vermehrt sich die Wasserausdunstung durch die Haut. Indem das Wasser aus seinem flüssigen Zustande (als Schweiss) an der Oberfläche des Körpers in Gasform übergeht, bindet es Wärme, die es dem Gesammtorganismus entzieht. Die Verdunstung des Schweisses wirkt also abkühlend. Der Grad der Abkühlung ist abhängig von der Temperatur und der Dunstsättigung der umgebenden Atmosphäre. Je mehr diese mit Wasserdampf gesättigt ist, um so weniger kann Wasser aus dem Thier-

körper verdunsten, um so mehr häuft sich der Schweiss und um so geringer wird die Abkühlung des Körpers. Dagegen ist in warmer, nicht mit Wasserdämpfen gesättigter Luft die Abkühlung des Körpers am grössten.

Die chemische Bedeutung des Wassers im Organismus tritt überall nicht so deutlich hervor und entbehrt zum Theil noch einer ausreichenden Erklärung. Sämmtliche organische Bestandtheile des Thierkörpers enthalten die Elemente des Wassers im Zustande der chemischen Bindung. Doch ist meistens nicht zu entscheiden, ob die genannten Elemente in ihrer Vereinigung als Wasser, oder ob sie getrennt, d. h. mit anderen Elementen verbunden, vorkommen.

Von einigen Stoffumwandlungen wissen wir, dass sie mit einer Aufnahme und chemischen Bindung von Wasser in Zusammenhang stehen; das geschieht z. B. bei der Umwandlung von Stärkmehl und Dextrin in Traubenzucker, wahrscheinlich auch bei der Umwandlung der Zellulose in Traubenzucker. In ähnlicher Weise erklärt man die Entstehung der Peptone (der in Folge der Verdauungsthätigkeit sich bildenden, in Wasser löslichen Modifikation der Eiweisskörper), welche durch Aufnahme und chemische Bindung von Wasser aus den Eiweisskörpern hervorgehen. Man nennt diesen Vorgang „Hydrolyse".

Nach M. Nencki kommen aber auch Verbindungen vor, deren Entstehung im Organismus auf Wasseraustritt beruht; dahin gehört die Bildung der Hippursäure und anderer aromatischer Glykokollverbindungen, sowie die Bildung der beiden gepaarten Gallensäuren. Am häufigsten tritt Wasserentziehung im thierischen Stoffwechsel bei den letzten Gliedern der sogenannten regressiven Metamorphose auf.

2. Die anorganischen Salze.

§. 23. *Allgemeines über die anorganischen Salze.*

Die anorganischen Salze bilden die Hauptbestandtheile der Asche des Thierkörpers und sie sind in allen Geweben verbreitet. Im Körper des erwachsenen Säugethieres betragen die Aschenbestandtheile (Salze und Eisen) etwa 3 bis 5 Prozent vom Gewichte des Gesammtorganismus. Im neugeborenen Thierkörper ist nach v. Bezold's Untersuchungen der Bestand an anorganischen Bestandtheilen verhältnissmässig am geringsten und nimmt allmälig zu mit der Entwicklung des jungen Thieres. Doch zeigen die anorganischen Bestandtheile den organischen gegenüber gerade in den ersten Zeiten des aussermütterlichen Lebens eine sehr langsame und stetige Zunahme, welche in den späteren Zeiten in

einem viel bedeutenderen Maasse vor sich geht, als das Wachsthum der organischen Substanz.

Doch wechselt auch der Bestand des erwachsenen Körpers an anorganischen Bestandtheilen je nach dem Ernährungszustande und stehen dieselben ebenfalls, gleichwie das Wasser, in einem gegensätzlichen Verhältniss zum Körperfett.

Nach Lawes und Gilbert finden sich folgende Gewichtstheile Aschenbestandtheile in 100 Gewichtstheilen des ganzen Körpers vom

	in sämmtlichen Weichtheilen	in sämmtlichen Knochen	in sämmtlichen Körpertheilen
fetten Kalbe	0·706	3·094	3·800
halbfetten Ochsen	0·723	3·941	4·664
fetten Ochsen	0·570	3·350	3·920
fetten Lamm	0·591	2·345	2·936
mageren Schaf	1·064	2·100	3·164
halbfetten, alten Schaf	0·716	2·457	3·173
fetten Schaf	0·679	2·132	2·811
sehr fetten Schaf	0·987	1·916	2·903
mageren Schwein	0·648	2·021	2·669
fetten Schwein	0·351	1·298	1·649
	0·704	2·465	3·169

Die Form der anorganischen Salze ist im Thierkörper einem beständigen Wechsel des Aggregatzustandes unterworfen. In den festen Geweben, wie z. B. im Knochen, Knorpel und Bindegewebe, kommen sie vor in fester Form, im Blut und Harn, also im Beginne und am Ende ihrer Laufbahn, in flüssiger Form. Als allgemeines Lösungsmittel dient das Wasser, ferner die im Blute, in der Gewebsflüssigkeit und im Harn frei auftretende Kohlensäure und Phosphorsäure, endlich auch die Alkalikarbonate. Die Salze werden, nachdem sie dem thierischen Organismus ihre Dienste geleistet haben, meist in unveränderter Zusammensetzung durch die Nieren und den Darm, auch in geringer Menge durch die Haut aus dem Körper entfernt. Die in Wasser und Säuren löslichen Salze finden ihren Ausgang durch die Nieren, die unlöslichen durch den Darm. Im Harn finden sich meistens die Phosphate und Karbonate der Alkalien, bei Gegenwart von freier Phosphorsäure enthält der Harn auch Erdphosphate; bei Gegenwart von freier Kohlensäure auch Erdkarbonate. Bei Mangel an freier Phosphorsäure im Harn werden die Erdphosphate, bei Mangel an freier Kohlensäure die Erdkarbonate durch den Darm ausgeschieden. Im Harn des Pferdes und des Rindes, der nie-

mals Phosphorsäure enthält, finden wir daher auch keine Erdphosphate; diese werden alle im Koth ausgeschieden.

Die physiologische Bedeutung der Salze im Thierkörper ist uns nur theilweise bekannt; doch weiss man, dass sie zu den wichtigsten Körperbestandtheilen gehören; dass sie durch die Lebensvorgänge in gleicher Weise umgesetzt werden wie die organischen Stoffe, und dass sie durch die Nahrung in ausreichender Menge ersetzt werden müssen, wenn die Lebensverrichtungen erhalten werden sollen.

a) Die Chloride des Natrium und des Kalium (die Chloralkalien).

§. 24. *Vorkommen und Zustände der Chloralkalien im Thierkörper.*

Das Kochsalz (Chlornatrium) ist im thierischen Organismus sehr verbreitet; es kommt vor in allen thierischen Flüssigkeiten, Geweben und Organen. Nach Barral enthalten

100 Kilogramm Pferd:

Körpertheile	Kilo	Kochsalz Gramm	Andere Natriumsalze Gramm
Blut	7·0	0·0326	0·0123
Muskelfleisch	57·4	0·0650	—
Knochen	12·5	0·0725	0·4740
übrige Theile	23·1	0·0511	0·1461
	100·0	0·2212	0·6324

100 Kilogramm Ochse:

Körpertheile	Kilo	Kochsalz Gramm	Andere Natriumsalze Gramm
Blut	7·4	0·0340	0·0162
Muskelfleisch	62·5	0·0706	—
Knochen	6·3	0·0303	0·1959
übrige Theile	23·8	0·0434	0·0602
	100·0	0·1783	0·2723

100 Kilogramm Schwein:

Körpertheile	Kilo	Kochsalz Gramm	Andere Natriumsalze Gramm
Blut	3·6	0·0154	0·0065
Muskelfleisch	40·2	0·0400	—
Knochen	6·4	0·0042	0·0347
übrige Theile	49·8	0·0591	0·0408
	100·0	0·1187	0·0820

100 Kilogramm Hammel:

Körpertheile	Kilo	Kochsalz Gramm	Andere Natriumsalze Gramm
Blut	4·6	0·0049	0·0093
Muskelfleisch	38·5	0·0440	—
Knochen	11·7	0·0655	0·4262
übrige Theile	45·2	0·0942	0·3592
	100·0	0·2086	0·7947

Die grösste relative Menge des Kochsalzes findet sich in der Blutflüssigkeit, im Chylus, in der Lymphe, im Eiweiss der Eier, im Magensaft, in Speichel und Schleim, während sein Bestand sehr gering ist in den Blutkörperchen, im Safte des Muskelfleisches, im Eidotter.

Das Chlorkalium tritt vielfach als Begleiter des Kochsalzes auf, doch steht es im Allgemeinen an Quantität dem Kochsalze nach, nur in den Blutkörperchen, der Fleischflüssigkeit und in einigen Drüsensäften kommt Chlorkalium in grösseren Mengen vor als Kochsalz.

Der Zustand des Kochsalzes im Organismus ist der der Lösung; es bildet keinen Bestandtheil des organisirten Gewebes oder der Zelle, sondern es ist in den sogenannten parenchymatösen Säften enthalten.

Ueber den Zustand des Chlorkalium im Organismus ist nichts Näheres bekannt.

§. 25. *Physiologische Bedeutung der Chloralkalien.*

Die physikalische Wirkung des Kochsalzes im Organismus ist von grosser Bedeutung für die endosmotischen Vorgänge im Organismus (die Theorie dieser Vorgänge erklärt §. 40).

Wenn zwei Flüssigkeiten, von denen die eine gesalzen ist, die andere nicht, durch eine thierische Membran getrennt zusammengebracht werden, so tritt die salzfreie Flüssigkeit durch die Membran hindurch zur gesalzenen. Sind zwei durch eine Membran getrennte Flüssigkeiten ungleich gesalzen, so tritt die salzärmere Flüssigkeit zur salzreicheren, und sind beide Flüssigkeiten im gleichen Grade der Salzsättigung, so findet kein Ueberströmen nach der einen oder anderen Seite statt. Das Ueberströmen einer ungesalzenen zur gesalzenen, oder einer salzärmeren zur

salzreicheren Flüssigkeit geschieht am schnellsten, wenn der Unterschied im Salzgehalt sehr gross und wenn die stärker gesalzene Flüssigkeit alkalisch, die ungesalzene oder schwächer gesalzene aber schwach sauer reagirt.

Dieses Verhältniss besteht zwischen dem Blute und der Verdauungsflüssigkeit. Das Blut ist eine alkalisch reagirende, im Verhältniss zur sauer reagirenden Verdauungsflüssigkeit stärker gesalzene Flüssigkeit. Der Verdauungsapparat ist umsponnen von einem Netzwerk feiner Blutgefässe, in denen das Blut sich mit einer gewissen Geschwindigkeit bewegt. Während der Verdauung tritt mehr oder weniger wasserreicher Nahrungssaft aus dem Verdauungskanale in das Blut, welches das übergeströmte Wasser durch den Harnapparat abseiht und sich dadurch im gleichen Zustande der Sättigung erhält. So lange die Blutflüssigkeit stärker gesalzen ist als die Verdauungsflüssigkeit, findet das Ueberströmen dieser zu jener statt. Dieses normale Diffusionsverhältniss wird aber geändert, sobald der Verdauungsflüssigkeit mehr Salz zugeführt wird als im Blute enthalten ist. In diesem Falle, der z. B. durch Zufuhr von salzigen Abführmitteln herbeigeführt wird, tritt Wasser aus der Blutbahn in den Verdauungskanal und es entstehen breiige oder wässrige Kothentleerungen (Durchfall).

Die Gegenwart des Kochsalzes in den eiweisshaltigen Flüssigkeiten begünstigt wesentlich auch die Diffusion des Eiweisses.

Nasse erklärt diese Thatsache wie folgt: Die Molekülengruppen des Eiweisses sind wahrscheinlich so gross, dass sie die feinen Poren der Membran verstopfen, und desshalb schwer oder gar nicht durchtreten; das Kochsalz, sobald es in konzentrirter Lösung in die Membran eintritt, bewirkt, indem es dieser Wasser entzieht, eine Erweiterung der Poren, wodurch nicht bloss die Geschwindigkeit, sondern auch der Prozentgehalt der übertretenden Flüssigkeit vermehrt wird.

Auch die chemischen Wirkungen des Kochsalzes vollziehen sich vorzugsweise im Blute. Der Kochsalzgehalt des Blutes vom Schafe, Schweine, Ochsen, Kalbe beträgt nach J. v. Liebig 50—60 Prozent von dem Gesammtgewichte aller Aschenbestandtheile. In den Geweben und Organen erfährt das Kochsalz eine Umsetzung seiner chemischen Elemente (Chlor und Natrium) mit anderen Alkalisalzen. Wo das Kochsalz im Blute oder in den Geweben mit Kaliumphosphat zusammentrifft, zersetzt es sich damit zu Natriumphosphat und Chlorkalium. Letztgenanntes Salz ist ein wesentlicher Bestandtheil der Fleischflüssigkeit und verdankt

seine Entstehung hauptsächlich dem Kochsalze. Das Natriumphosphat verleiht dem Blute der fleisch- und körnerfressenden Thiere die alkalische Beschaffenheit, die unbedingt nothwendig ist für die normale Funktion des Blutes. In dem Blute der pflanzen- oder kräuterfressenden Thiere finden wir das Natriumkarbonat, welches ganz dieselbe Reaktion und ganz dieselbe physiologische Aufgabe hat wie das Natriumphosphat. Die Pflanzen der Binnenländer, welche den Thieren zur Nahrung dienen, enthalten aber weder Natriumphosphat noch Natriumkarbonat, sie enthalten überhaupt kein anderes Natriumsalz wie Kochsalz, und selbst dieses oft nur in sehr geringen Mengen. Sowohl das Natriumphosphat des Blutes der Fleisch- und Körnerfresser, wie das Natriumkarbonat des Blutes der Pflanzenfresser, kann in Binnenländern also nur entstehen: durch Umsetzung des Kochsalzes mit Kaliumphosphat und mit Kaliumkarbonat, welche beiden Salze in allen Landpflanzen enthalten sind.

Das Kochsalz der Nahrung hat demnach nicht nur den Kochsalzbedarf des Organismus, sondern den Gesammtbedarf an Natrium zu decken, und zwar im Blute der Fleisch- und Körnerfresser den Bedarf an Natriumphosphat, im Blute der Pflanzenfresser den Bedarf an Natriumkarbonat.

Ein Theil des im Blute vorhandenen Kochsalzes wird demnach zu Umsetzungen mit Kalisalzen verwendet.

Nach den Untersuchungen von G. Bunge ist, bei gleicher Natrium- und Chlormenge in der Nahrung des Pflanzenfressers und des Fleischfressers, die Kaliummenge in der Nahrung des Pflanzenfressers das Doppelte bis Vierfache von derjenigen in der Nahrung des Fleischfressers. Bunge nimmt an, dass diese grosse Menge Kaliumsalz die Ursache des Kochsalzbedürfnisses beim Pflanzenfresser sei, und er stützt diese Annahme durch folgende Erwägungen: wenn nämlich ein Kaliumsalz, dessen elektronegativer Bestandtheil ein anderer als das Chlor ist, z. B. Kaliumphosphat, in einer Lösung mit Chlornatrium zusammentrifft, so tauschen die beiden Salze ihre Säuren aus; es bilden sich Chlorkalium und Natriumphosphat. Wenn somit Kaliumphosphat durch Resorption der Nahrung ins Blut gelangt, so muss es sich mit dem Chlornatrium des Plasmas umsetzen; das dabei gebildete Chlorkalium und das Natriumphosphat wird als überschüssig durch die Nieren ausgeschieden, damit die normale Zusammensetzung des Blutes erhalten bleibe. Es muss somit dem Blute durch Aufnahme von Kaliumphosphat Chlor und Natrium entzogen werden, und dieser Verlust kann nur durch Wiederaufnahme von Kochsalz gedeckt werden. Es folgt daraus, dass ein Thier, welches eine an Kalisalzen reiche Nahrung geniesst, wie der Pflanzenfresser, Kochsalz zu dieser Nahrung hinzufügen muss, um die normale Chlor- und Natriummenge im Organismus zu erhalten.

b) Die Karbonate der Alkalien und der alkalischen Erden.

§. 26. *Vorkommen und Zustände der Alkali- und Erdkarbonate im Thierkörper.*

Alkalikarbonate, und zwar Natriumkarbonat in grösserer Menge als Kaliumkarbonat, finden sich in der Lymphe, im Blute und im Harne pflanzenfressender Thiere.

Ueber die Zustände der Alkalikarbonate im Organismus haben wir sehr wenig sichere Kenntnisse. Sie scheinen im Blute der Pflanzenfresser in mehrfacher Form vorzukommen.

J. v. Liebig meint, dass das Natriumkarbonat im Blute als Bikarbonat vorkomme und als solches der Träger der Kohlensäure sei. Das eine Aequivalent Kohlensäure des Bikarbonates soll, wenn es mit dem Blute in die Lunge gelangt, hier durch den Sauerstoff der eingeathmeten Luft ausgetrieben werden, wonach das wieder reduzirte Natriumkarbonat die Fähigkeit erlange, in dem Gewebekreislaufe aufs Neue Kohlensäure aufzunehmen und sich wiederum in Bikarbonat zu verwandeln. Dagegen wenden Robin und Verdeil ein, dass Bikarbonat sauer, Blut aber alkalisch reagirt.

Auch Lothar Mayer erklärt sich gegen das Vorkommen von Bikarbonat im Blute. Seine Versuche machen es höchst unwahrscheinlich, dass einmal gebildetes Bikarbonat unter dem in der Lunge herrschenden Drucke sich zersetzt. Zur Erklärung des Respirationsvorganges hält L. Mayer es für vollkommen unnöthig: die abwechselnde Bildung und Zersetzung chemischer Verbindungen der Kohlensäure anzunehmen, da auch ohne diese Hypothese — Aufnahme und Ausgabe von Kohlensäure sich einfach aus den Gesetzen der Gasabsorption erklären lassen.

Calciumkarbonat ist, als Bestandtheil der Schalen und Panzer, bei den wirbellosen Thieren sehr verbreitet; bei den Wirbelthieren aber findet es sich nur in den Knochen und Zähnen, in der Eischale der Vögel, in den Gehörsteinchen und im Harne der Pflanzenfresser. Im letzteren ist das Calciumkarbonat gelöst enthalten, in den Geweben aber befindet es sich im festen Zustande, und zwar entweder amorph, oder krystallisirt. Der lösliche Zustand wird wahrscheinlich durch die Gegenwart freier Kohlensäure vermittelt.

Magnesiumkarbonat kommt nur in sehr geringer Menge im Organismus vor; es begleitet das Calciumkarbonat, doch hält Gorup-Besanez seine Gegenwart in den Knochen mindestens für zweifelhaft.

§. 27. *Physiologische Bedeutung der Alkali- und Erdkarbonate.*

Die Gegenwart der Alkalikarbonate im Blute der Pflanzenfresser (im Blute der Fleischfresser treten an deren Stelle die Alkaliphosphate) ist von höchster Bedeutung für die im Blute stattfindenden Verbrennungsvorgänge. Die Alkalikarbonate sind nicht vollkommen neutrale Salze, sondern sie verleihen dem Blute eine alkalische Beschaffenheit. Ihre vermittelnde Wirkung für das Zustandekommen von Oxydationsprozessen ist eine ähnliche, nur eine etwas mildere, als die der freien Alkalien. Es ist bekannt, dass zahlreiche organische Verbindungen bei Gegenwart von freiem Alkali sich mehr oder weniger rasch oxydiren, während sie für sich gegen Sauerstoff, auch gegen dessen erregten und für das Eingehen von Oxydationen günstigsten Zustand (Ozon), sich vollkommen indifferent verhalten. So oxydirt sich Gallussäure oder Pyrogallussäure bei Gegenwart von Alkali sehr rasch und wird in wenigen Minuten zerstört, während ohne Alkali eine Oxydation derselben bei gewöhnlicher Temperatur und durch gewöhnlichen Sauerstoff nicht erfolgt. So verhält sich Glycerin selbst gegen Ozon indifferent, bei Gegenwart von freiem Alkali aber wird es durch dessen Vermittelung rasch in Propionsäure und Ameisensäure übergeführt; ebenso wird Zucker bei Gegenwart von freiem Alkali rasch oxydirt, und er besitzt dann eine so sehr gesteigerte Verwandtschaft zum Sauerstoff, dass er denselben sogar Metalloxyden zu entziehen vermag (Trommer's Zuckerprobe). Selbst Alkohol oxydirt und färbt sich braun, wenn er ein freies Alkali enthält (Gorup-Besanez).

Da Eiweiss in Alkalikarbonaten löslich ist, so meint man: dass die Gegenwart der Alkalikarbonate im Blute die Eiweisskörper desselben in Lösung hält.

Die Karbonate der alkalischen Erden kommen wohl nur als Erhärtungsmaterial in Betracht; eine andere physiologische Bedeutung ist nicht bekannt.

c) Die Phosphate des Kalium und des Natrium (die Alkaliphosphate).

§. 28. *Vorkommen und Zustände der Alkaliphosphate im Thierkörper.*

Alkaliphosphate sind in allen thierischen Flüssigkeiten und Geweben verbreitet. Es ist aber schwer, überall zu entscheiden,

ob Natrium oder Kalium mit der Phosphorsäure verbunden ist. Im Blute enthalten die Blutkörperchen vorzugsweise Kaliumphosphat, die Blutflüssigkeit Natriumphosphat. Im Blute der Fleischfresser überwiegt die Verbindung der Alkalien mit Phosphorsäure, während im Blute der Pflanzenfresser — wie im vorigen Paragraphen schon erwähnt — die Alkalikarbonate in grösserer Menge vorhanden sind.

Nach v. Gorup-Besanez enthalten 100 Theile Blutasche vom

	Rind	Schaf	Schwein	Mensch
Phosphorsäure	5·06	5·21	12·29	11·10
Natriumoxyd	13·00	13·33	7·62	6·27
Kaliumoxyd	5·60	5·29	22·21	11·24

Die Alkaliphosphate bilden ferner einen hervorragenden Bestandtheil des Fleisches und des Gehirnes. Nach Liebig enthalten 100 Theile Asche von

	freie Phosphorsäure	Alkaliphosphat	Erdphosphat
Pferdefleisch	2·62	80·96	16·41
Ausgelaugtes Ochsenfleisch . .	17·32	48·06	26·26
Ochsenhirn	16·57	74·41	9·02

Die Alkaliphosphate kommen im Organismus nur im löslichen Zustande vor; sie ertheilen dem Blute, gleich den Alkalikarbonaten, eine alkalische Reaktion. In der Gewebe- und in der Fleischflüssigkeit reagiren die Alkaliphosphate sauer, wahrscheinlich in Folge ihrer Verbindung mit freier Phosphorsäure, die bei der Gewebebildung auftritt.

§. 29. *Physiologische Bedeutung der Alkaliphosphate.*

Die physiologische Bedeutung der Alkaliphosphate bezieht sich vorzugsweise auf deren Betheiligung bei der Gewebebildung. Man trifft in allen Geweben, namentlich aber in der Fleischflüssigkeit, saure Alkaliphosphate, welche chemische Verbindungsform wahrscheinlich in den Geweben selbst zu Stande kommt. Im Blute finden sich nur neutrale oder alkalisch reagirende Alkaliphosphate, und sie können demnach nur in dieser Form aus dem Blute in die Gewebe übertreten. Man nimmt daher an: dass die in den Geweben sich bildenden organischen Säuren einen Theil der Alkalien für sich in Beschlag nehmen, wodurch in den zurückbleibenden Alkaliverbindungen die Phosphorsäure das Uebergewicht bekommt und mit den Alkalien saure phosphorsaure Salze bildet.

Trotzdem das Blut der Pflanzenfresser sehr arm ist an Alkaliphosphaten, ist doch deren Gewebe, und namentlich deren Fleisch, eben so reich daran, wie das Gewebe der Fleisch- und Körnerfresser; das Blut dieser ist dagegen reicher an Alkaliphosphaten. Die thierischen Gewebe haben demnach eine besondere Anziehung für phosphorsaure Salze.

Diese Beziehung erklärt sich aus der von Ernst Bischoff beobachteten gleichmässigen Ausscheidung von Stickstoff und Phosphorsäure. Wenn sich der in seinen Versuchen benutzte Hund im Stickstoff-Gleichgewicht befand, d. h. wenn der Stickstoff der Nahrung in gleicher Menge wieder erschien in Harn und Koth, so fand Bischoff auch die Phosphorsäure der Nahrung in Harn und Koth wieder. Wenn sich die Umsetzung eiweisshaltiger Gewebe steigerte (erkennbar an dem vermehrten Harnstoffgehalt des Harnes), so fand sich auch der Phosphorsäuregehalt im Harne entsprechend erhöht. Gab bei ungenügender Nahrungszufuhr der Thierkörper von seiner eigenen Masse ab, so fand sich in Harn und Koth nicht nur ein Plus von Stickstoff, sondern auch ein Plus von Phosphorsäure. War die Nahrung eine sehr reichliche, oder wurden Kohlehydrate oder Fett derselben beigegeben, so dass man nach dem fehlenden Stickstoff in den Ausscheidungen einen Ansatz von eiweissartigen Substanzen annehmen durfte, so fehlte auch eine gewisse Menge Phosphorsäure in den Ausscheidungsprodukten. Stickstoff und Phosphorsäure steigen und fallen also miteinander.

d) Die Phosphate des Calcium und des Magnesium (die Erdphosphate).

§. 30. *Vorkommen und Zustände der Erdphosphate im Thierkörper.*

Die Erdphosphate finden sich, u. zw. Calciumphosphat in grösserer Menge als Magnesiumphosphat, in allen Geweben und Flüssigkeiten des Thierkörpers. Im Fleische überwiegt der Gehalt an Magnesiumphosphat. Das Calciumphosphat findet sich in grösster Menge in den Knochen und Zähnen, deren Hauptbestandtheil es ist, und in denen es sich bei fortschreitender Entwicklung vermehrt. In jugendlichen Knochen findet man verhältnissmässig mehr Calciumkarbonat und Kochsalz, die beide durch Calciumphosphat später ersetzt werden. Valentin meint, dass bei der Verknöcherung zuerst ein organisches oder kohlensaures Kalksalz abgelagert werde, und dass zu diesem Phosphorsäure später hinzutrete; auch neugebildete Knochen sind zuerst reicher an Calciumkarbonat, das erst allmälig in Calciumphosphat umgesetzt wird. Nach Boussingault hat die Knochenasche von Schweinen verschiedenen Alters folgende Zusammensetzung:

	Neugeboren	8 Monate alt	$11^1/_2$ Monate alt
Calciumphosphat	84·1	91·3	92·4
Magnesiumphosphat	11·0	3·6	3·8
Calciumkarbonat	4·5	3·6	3·4
Alkalische Salze	0·4	1·5	0·4
	100·0	100·0	100·0

Im Knochengewebe hat man 53 bis 57 Prozent Calciumphosphat gefunden, im Zahnbein eines Ochsen 63·15 Prozent, im Zahnschmelz vom Ochsen 85 Prozent, in der Fleischasche 5·77 Prozent (neben 13·23 Prozent Magnesiumphosphat). Die Knochen der Pflanzenfresser enthalten im Allgemeinen mehr Magnesiumphosphat als die der Fleischfresser.

Der grösste Theil der Erdphosphate findet sich in den Knochen und Zähnen im festen Zustande, u. zw. als in Wasser unlösliches basisches Salz (als dreibasisches Calciumphosphat und zweibasisches Magnesiumphosphat), welche Salze nach Maly und Donath mit der Leimsubstanz der Knochen und Zähne nur gemengt, nicht chemisch gebunden sind. Auch im Knorpel sollen nach Aeby zwischen Leimsubstanz und Phosphat keinerlei chemische Beziehungen bestehen.

In den thierischen Geweben und Flüssigkeiten denkt man sich die Erdphosphate mit den Eiweisskörpern chemisch verbunden und in dieser Verbindung im Wasser löslich. In der That liefern die Eiweisskörper, selbst wenn sie nach Möglichkeit von allen fremdartigen Stoffen befreit werden, beim Einäschern stets Calciumphosphat. Nach C. G. Lehmann sind die Eiweisskörper die Träger, durch welche das Calciumphosphat in den Zellen und Geweben abgelagert wird. Ueberdiess sprechen mehrere Thatsachen dafür, dass das Calciumphosphat zur Zellenbildung unerlässlich nothwendig ist; dass dasselbe bei letzterem Vorgange wenigstens eine Rolle spielt, lässt sich z. B. auch daraus schliessen, dass selbst bei niederen Thieren, wo Calciumkarbonat die überwiegende Mineralsubstanz ist, an den Stellen, wo neue Zellen gebildet werden, Calciumphosphat sich anhäuft.

§. 31. *Physiologische Bedeutung der Erdphosphate.*

Der hohe Gehalt der Knochen an Erdphosphaten, namentlich an Calciumphosphat, lässt die physiologische Bedeutung dieser Salze nicht zweifelhaft. Ein Mangel an Calciumphosphat in der Nahrung junger Thiere, beeinträchtigt die normale Entwicklung der Knochensubstanz und gibt auch bei älteren Thieren Anlass zu Ernährungsstörungen der Knochen. Ob der Mangel an Calciumphosphat in der Nahrung die Entwicklung der Knochen

bei jungen Thieren geradezu hindert und bei älteren Thieren Knochenbrüchigkeit herbeiführt, wie bisher angenommen wurde, ist durch die neueren Untersuchungen von Weiske wohl in Frage gestellt worden.

Dieser Gegenstand wird in dem Kapitel über den Stoffwechsel näher gewürdigt werden. Dagegen ist die bei trächtigen Thieren vorkommende Knochenerweichung, wohl auf einen zu starken Verbrauch von Calciumphosphat seitens des sich entwickelnden Thieres, beziehungsweise auf zu geringen Ersatz in der Nahrung der Mutter, zurückzuführen.

Welche Bedeutung die Erdphosphate für die übrigen Gewebe und Organe haben, ist keineswegs sichergestellt.

Nach Liebig scheinen einige Thatsachen dafür zu sprechen, dass die Phosphorsäure und ihre sauren Erdsalze mit dem Eiweisse wahre chemische Verbindungen einzugehen vermögen, und dass viele Eigenthümlichkeiten der letzteren, namentlich ihre Unlöslichkeit in Wasser und in alkalischen Flüssigkeiten davon abhängig ist. Liebig hält es für wahrscheinlich: dass das Gerinnen des Albumins, des Blutserums und der Eier in der Hitze, auf dem Austreten von Alkali und auf der Bildung einer neuen, in Wasser, verdünnten Säuren und Alkalien in der Kälte unlöslichen Verbindung des Eiweisses mit Phosphorsäure und Kalk beruhe.

3. Das Eisen.

§. 32. *Vorkommen und Zustände des Eisens im Thierkörper.*

Das Eisen kommt vor in geringer Menge in der Milch, in der Galle, im Chylus und in der Lymphe, im Haar und im Horn, in grösserer Menge aber in dem rothen Farbstoff (Hämatin) der Blutkörperchen.

Nasse fand in 1000 Theilen Blut folgender Thiere nachstehende Gewichtstheile Eisenoxyd:

Hund	0·833	Pferd	0·697
Gans	0·812	Hammel	0·671
Schwein	0·782	Katze	0·610
Huhn	0·765	Truthahn	0·568
Ochs	0·717	Ziege	0·469

Bei einem Manne fand Nasse 0·832, bei einer Frau 0·779 Eisenoxyd in 1000 Theilen Blut; bei jungen und kranken Thieren weniger als bei alten und gesunden Thieren.

Nach den Untersuchungen von W. Preyer ist das Hämoglobin die hauptsächliche, wenn nicht die einzige Eisenverbindung des Blutes; jedenfalls kommen ausserdem nur Spuren von Eisen im Blute vor. Die Menge des Hämoglobin im Blute ist nicht nur verschieden bei verschiedenen Thierarten, sondern auch bei derselben Art und bei ein und demselben Individuum. Alter, Geschlecht, Grösse, Nahrung, Krankheiten und eine Reihe anderer Einflüsse sind dabei zu berücksichtigen, was auch Picard bestätigt, der in 100 Kubikzentimeter Blut eines jungen, sehr fetten Hundes 0·092, bei erwachsenen Hunden nur 0·056 bis 0·065 Eisen fand; ein durch vorhergehenden Blutverlust geschwächter Hund hatte in 100 Kubikzentimeter Blut nur 0·041 Eisen.

Die Zustände des Eisens im Organismus sind wenig bekannt, namentlich lässt sich nicht mit Sicherheit feststellen, ob das Eisen als Oxyd, oder als metallisches Eisen (d. h. verbunden mit organischen Substanzen), oder als Phosphat im Blute vorkommt.

§. 33. *Physiologische Bedeutung des Eisens.*

Nach Liebig sind die eisenhaltigen Blutkörperchen die Vermittler aller Wirkungen des Blutes; sie vermitteln den Austausch der Gase in der Respiration, sowie die Wärme und Krafterzeugung. Die Stärke und Intensität dieser Vorgänge steht in einem ganz bestimmten Verhältniss zu der Anzahl der Blutkörperchen und durch diese zum Eisengehalte des Blutes. In gewissen Krankheiten, zu welchen viele Fälle der Bleichsucht gehören, wo die Anzahl der Blutkörperchen um ein Viertel und der Eisengehalt der Blutasche in ganz gleichem Verhältniss vermindert ist, hat die Erfahrung gelehrt, dass die Symptome derselben: grosse körperliche Ermüdung und Schwäche, bleiches Aussehen, niedrige Körpertemperatur — durch kleine Gaben von Eisensalzen vollständig gehoben und die Gesundheit wieder hergestellt werden kann.

Die physiologische Bedeutung des Eisens ergibt sich also aus der Funktion der Blutkörperchen.

Nach Schönbein verdanken die Blutkörperchen ihrem Eisengehalte das Vermögen: die chemische Thätigkeit des Sauerstoffes zu erhöhen, d. h. der Eisengehalt verleiht den Blutkörperchen das Vermögen ozonisirten Sauerstoff auf andere oxydable Körper zu übertragen. Die Blutkörperchen sind ganz wie

die Eisenoxydsalze (ausserhalb des thierischen Organismus) ausserordentlich begierig aktiven Sauerstoff aufzunehmen.

Auch die Eisenoxydulsalze haben das Vermögen gewöhnlichen Sauerstoff in ozonisirten überzuführen und aus diesem gleichen Verhalten der Eisenoxydulsalze und der Blutkörperchen hat man geschlossen, dass das gemeinschaftliche Element beider, das Eisen, als Sauerstofferreger (Ozonträger) wirke. Nach den Versuchen von Hiss nimmt die chemische Wirksamkeit der Blutkörperchen in eben dem Masse ab, in welchem denselben das Eisen entzogen wird.

Nach Picard wird durch das Blut um so mehr Sauerstoff gebunden, je mehr Eisen dasselbe enthält. Aus 100 Kubikzentimeter Blut mit 0·092 Gramm Eisen wurden 27·64 Kubikzentimeter Sauerstoff gewonnen; aus Blut mit 0·060 bis 0.067 Eisen — 18·7 Sauerstoff: aus Blut mit 0·048 Eisen — 14·8 Sauerstoff. Picard hält die Milz für ein Reserveorgan des Eisens. Er fand in 100 Kubikzentimeter Milz des Ochsen 0·15, des Hundes 0·22 bis 0·24, der Katze 0·34 Eisen.

Sechstes Kapitel.

Die organischen Verbindungen des Thierkörpers.

1. Die Eiweisskörper.

§. 34. *Eigenschaften und Vorkommen der Eiweisskörper im Thierkörper.*

Die Eiweisskörper sind neutral reagirende, — mit alleiniger Ausnahme des Blutfarbstoffes — nicht krystallisirbare Körper, die theils löslich, theils unlöslich in Wasser, löslich in überschüssiger Essigsäure, leicht löslich in Alkalien, grösstentheils unlöslich in Alkohol, unlöslich in Aether sind. Konzentrirte Schwefelsäure, sowie Salzsäure lösen alle Eiweisskörper auf; konzentrirte Salpetersäure färben sie beim Erhitzen gelb, Jod in kalter Anwendung gelb, salzsaures Quecksilberoxyd beim Erwärmen auf 60—100° C. roth (Millon's Reagens).

Die chemische Zusammensetzung und die Atomgewichte der Eiweisskörper sind nicht bekannt. Ihre Bestandtheile kommen in folgender prozentischer Zusammensetzung vor:

Kohlenstoff	52·7—54·5
Wasserstoff	6·9— 7·3
Sauerstoff	20·9—23·5
Stickstoff	15·4—16·5
Schwefel	0·8— 2·0

Die Eiweisskörper finden sich im Thierkörper in allen Geweben und Organen, mit Ausnahme von Harn, Schweiss, Galle, Thränen, welche Säfte im normalen Zustande keine Eiweisskörper enthalten.

Man unterscheidet*) im Thierkörper: eigentliche Eiweisskörper (Albuminate, Proteinstoffe) und Abkömmlinge derselben (Albuminoide).

A. Albuminate (Proteinstoffe).

1. Albumine, löslich in Wasser, nicht fällbar durch sehr verdünnte Säuren, durch Alkalikarbonate, durch Chlornatrium und Platincyanwasserstoff; sie werden in reinem, salzfreiem Zustande weder durch Siedhitze noch durch Alkohol koagulirt.

a) Serumalbumin, in reinem, salzfreiem Zustande fällbar durch Aether, leicht löslich in konzentrirter Salzsäure, in welcher Lösung Wasser einen, in viel Wasser leicht löslichen Niederschlag bewirkt. Findet sich im Blutserum, in der Lymphe und im Chylus, zu Anfang der Laktation in der Milch, in Transsudaten.

b) Eieralbumin, in reinem, salzfreiem Zustande nicht fällbar durch Aether, schwer löslich in konzentrirter Salzsäure, in welcher Lösung Wasser einen, in viel Wasser schwer löslichen Niederschlag bewirkt. Findet sich im Eiweiss der Vogeleier.

2. Globuline, unlöslich in Wasser, löslich in verdünnter Chlornatriumlösung, koagulirbar durch Erhitzen der Lösung; in sehr verdünnter Salzsäure löslich unter Umwandlung in Syntonin.

a) Myosin, Bestandtheil des flüssigen Inhaltes der lebenden Muskelfaser, der durch anhaltende Muskelkontraktion und Todtenstarre gerinnt.

b) Fibrinbildende Stoffe (Fibrinogen und Paraglobulin), im Blut und in serösen Transsudaten, werden durch Berührung mit der lebenden Gefässwand flüssig erhalten und gerinnen nach Verlassen derselben zu Fibrin.

3. Fibrin, unlöslich in Wasser und in Chlornatriumlösung, quellend in verdünnten Säuren; die gequollene Substanz koagulirt durch Erhitzen. Bildet sich bei der Gerinnung von Blut,

---

*) Die hier gegebene Uebersicht der Eiweisskörper stützt sich hauptsächlich auf F. Hoppe-Seyler.

Chylus und Lymphe aus Fibrinogen und Paraglobulin, nachdem dieselben die lebende Gefässwand verlassen haben.

4. Alkalialbuminate, unlöslich in Wasser und in Chlornatriumlösung, leicht löslich in sehr verdünnter Salzsäure und Alkalikarbonat, koagulirt nicht durch Erhitzen der Lösung, bei Gegenwart von Alkaliphosphat nicht fällbar durch Neutralisiren der verdünnten Lösung. Findet sich als Kasein in der Milch aller Säugethiere und wird daraus durch verdünnte Salzsäure, Essigsäure und Lab gefällt.

Nach Schwarzenbach besitzt das Kasein das halbe Mischungsgewicht des Albumins, und die Sekretion des Kaseins beruht darauf, dass das Eiweissmolekül während seines Durchtrittes durch die Membran in zwei gleichwerthige Hälften gespalten wird.

5. Syntonin, unlöslich in Wasser und Chlornatriumlösung, leicht löslich in sehr verdünnter Salzsäure und in Sodalösung; durch Neutralisiren der Lösung fällbar auch bei Gegenwart von Alkaliphosphat. Kommt vor im Fleisch und in anderen kontraktilen Geweben. Syntonin entsteht durch Einwirkung verdünnter Salzsäure auf die verschiedensten löslichen und koagulirten Eiweissstoffe.

B. Albuminoide.

1. Peptone, löslich in Wasser, aus der Lösung weder durch Säuren, noch durch Alkalien, noch durch Erhitzen fällbar. Sämmtliche Eiweisskörper, mit Ausnahme der beiden Albumine, werden durch den sauren Magensaft in Peptone umgewandelt, welche eine in Wasser leicht lösliche Modifikation der Eiweisskörper darstellen, die nur im Magen und Dünndarminhalte vorkommen.

2. Schleimstoff (Mucin), vorkommend in schleimigen Flüssigkeiten, unlöslich in kaltem und warmem Wasser, zersetzt sich durch Kochen mit verdünnten Säuren in Syntonin und Traubenzucker.

Nach Schlossberger enthält Mucin keinen Schwefel und weniger Stickstoff als die Albuminate.

3. Hornstoff (Keratin) bildet die Grundsubstanz des Horngewebes, zeichnet sich aus durch hohen Gehalt von Stickstoff und Schwefel, ist unlöslich in Wasser, Alkohol und Aether, wird durch Kochen mit Wasser zum Theil weich, gibt aber keinen Leim.

4. Knochenleim (Glutin) bildet die leimgebende Grundsubstanz des Knochens und des Bindegewebes, die sich in heissem Wasser löst und beim Erkalten zu einer Gallerte erstarrt. Glutinlösungen werden durch Gerbsäure gefällt; nicht gefällt durch Säuren, Alaun, Blei-, Silber-, Quecksilber-, Kupfersalze, sowie durch Ferrocyan- und Ferridcyankalium.

Nach v. Bibra enthält Glutin 28·4 Prozent Stickstoff, also mehr als die Albuminate.

5. Knorpelleim (Chondrin) bildet die leimgebende Grundsubstanz des Knorpels und unterscheidet sich vom Glutin dadurch, dass in den Chondrinlösungen Salzsäure und verdünnte Schwefelsäure Fällungen bewirken, die aber im geringsten Ueberschuss der Säuren löslich sind. Ebenso bewirken die das Glutin nicht fällenden Mineralsalze starke Fällungen des Chondrins, Quecksilberchlorid aber nur Trübung.

Nach Wilckens enthält Chondrin 0·518 Prozent Schwefel; dadurch steht es den Albuminaten näher als das schwefelärmere Glutin.

6. Hämoglobin ist der krystallisirbare, mit Eisen verbundene Eiweisskörper der rothen Blutkörperchen.

Preyer unterscheidet zwei Formen von Hämoglobin: sauerstoffhaltiges und sauerstofffreies. Das mit Sauerstoff verbundene Hämoglobin besitzt in sehr hohem Grade die Eigenschaft, den Sauerstoff der Luft in Ozon umzuwandeln, eine Form, in welcher der Sauerstoff ein höheres Bestreben zeigt sich mit oxydablen Substanzen zu verbinden.

7. Ptyalin, unbekannter Fermentstoff im Speichel, welcher Stärkmehl in Traubenzucker umwandelt.

8. Pepsin, unbekannter Fermentstoff im Magensaft, welcher die Albuminate in Peptone umwandelt.

Die eigentlichen Eiweisskörper (Albuminate) sind nach Gorup-Besanez in folgenden Mengen in den Flüssigkeiten und Geweben der höheren Thiere enthalten. In 1000 Theilen

Flüssigkeiten:		Gewebe:	
Cerebrospinalflüssigkeit	0·9	Rückenmark	74·9
Augenglaskörper-Gallert	1·4	Gehirn	86·3
Fruchtwasser	7·0	Leber	117·4
Darmsaft	9·5	Thymus (Kalb)	122·9
Herzbeutelflüssigkeit	23·6	Hühnerei	134·3
Lymphe	24·6	Muskeln	161·8
Bauchspeichel	33·3	Mittlere Arterienhaut	273·3
Gelenkflüssigkeit	39·1	Krystalllinse	383·0
Milch	39·4		
Chylus	40·9		
Blut	195·6		

§. 35. *Zustände und physiologische Bedeutung der Eiweisskörper.*

Die Eiweisskörper des Organismus sind theils zu Geweben organisirt, theils in Lösung vorhanden, theils amorph. Die im Blute und in den anderen Ernährungsflüssigkeiten gelösten Eiweisskörper werden wahrscheinlich, vielleicht mit alleiniger Ausnahme des in Wasser löslichen Albumins, durch die in jenen Flüssigkeiten befindlichen Alkalikarbonate und durch Kochsalz in Lösung erhalten. Das Albumin aber ist nach Aronstein ein vollkommen in Wasser löslicher Körper, zu dessen Auflösung in den thierischen Flüssigkeiten weder die löslichen noch die unlöslichen Salze irgend etwas beitragen; das Albumin wird in Lösung erhalten durch Vermittlung einer in Blutserum sowohl, als in Eiereiweiss enthaltenen organischen Substanz, welche nicht zu den Eiweisskörpern gehört. Neben dem Albumin aber enthalten Blutserum und Eiereiweiss Paraglobulin, welcher Eiweisskörper in Wasser unlöslich ist und durch die Salzbestandtheile jener Flüssigkeiten in Lösung erhalten wird. Das Paraglobulin wird aus seinen Lösungen in dem Maasse ausgeschieden, als dieselben salzärmer werden.

Die Eiweisskörper unterliegen fortwährenden Umsetzungen, die zwar nur allmälig, aber stetig vor sich gehen. Jeder Eiweisskörper findet sich in verschiedenen Zuständen der Lösung und Quellung.

Die physiologische Bedeutung der Eiweissstoffe ergibt sich aus ihrem Vorkommen in allen für die Lebensverrichtungen wichtigen Organen, und namentlich in den eigentlichen animalischen Organen, welche der Bewegung und der Empfindung dienen. Die höchsten animalischen Leistungen sind, ebenso wie die niedrigen vegetativen Leistungen, wesentlich bedingt durch die Eigenschaften der Eiweisskörper.

Für den intermediären Stoffwechsel ist die sogenannte fermentative Wirkung der Eiweisskörper von besonderer Bedeutung. Sämmtliche als Fermente wirkende Verdauungssäfte enthalten Eiweisskörper.

Unsere Kenntnisse von der chemischen Konstitution der Eiweissstoffe sind noch sehr gering. Die Chemie hat diese Stoffe klassifizirt nach ihrem Verhalten gegen die üblichen Reagentien, gegen dieses oder jenes Lösungs- oder Fällungsmittel, worauf, wie E. Eichwald mit Recht hervorhebt, bei kolloidalen Substanzen

wohl gerade am wenigsten Werth zu legen ist. Die bei den Eiweisskörpern angewendete spaltende und differenzirende Methode der physiologischen Chemie hat uns, sagt Eichwald, „mit einer Anzahl von Stoffen beschenkt, mit denen der Physiolog um so weniger etwas anzufangen weiss, als sie mit den ihnen zugeschriebenen unabänderlichen Eigenschaften eigentlich gar nicht im Körper existiren. Man wird zugeben müssen, dass gerade so wie eine frisch bereitete wässerige Lösung von Kieselsäure zunächst ganz dünnflüssig ist, dann aber gallertig wird und die aus Kieselsäurehydrat bestehende Gallerte sich im Laufe mehrerer Tage allmälig unter Auspressen von Wasser zusammenzieht, also auch die gewebbildenden Substanzen innerhalb des Körpers analogen, mehr oder weniger langsamen, aber stätigen Veränderungen unterliegen. Man wird vielleicht von den klassischen Untersuchungen Graham's eine Epoche in der Physiologie datiren und allgemein anerkennen, dass die scheinbare Unveränderlichkeit der thierischen Gewebe, welche neben einer stätig, aber allmälig in ihnen vor sich gehenden Wandlung die Existenz organischer Wesen charakterisirt, gar nicht denkbar wäre, ohne die ausserordentliche Langsamkeit der in kolloidalen Substanzen, trotz ihrer leichten Zersetzlichkeit, vor sich gehenden chemischen Umsetzungen. „Die Existenz der kolloidalen Substanzen", sagt Graham, „ist eine fortwährende Metastase". Diese Metastase nennen wir an organischen Wesen, d. h. an Körpern, die sich aus festweichen kolloidalen Substanzen aufbauen, — das Leben".

2. Die Fette.

§. 36. *Eigenschaften und Zustände der Fette im Thierkörper.*

Die Fette sind chemische Verbindungen von Glycerin mit Fettsäuren. Unter Glycerin versteht man den dreifachen oder dreiwerthigen Propylalkohol.

Das Glycerin verbindet sich im thierischen Organismus mit drei Fettsäuren zu den sogenannten Neutralfetten. Diese Fettsäuren und ihre chemischen Formeln sind:

1. Stearinsäure, $C_{18} H_{36} O_2$, 2. Palmitinsäure, $C_{16} H_{32} O_2$, 3. Oelsäure, $C_{18} H_{34} O_2$. Bei dem Zusammentreten mit 3 Aeq. Glycerin treten aus jedem Aeq. Fettsäure 1 Aeq. HO aus und es entstehen folgende drei Neutralfette (Glyceride):

1. Stearin $\left.\begin{matrix}(C_{18} H_{35} O)\ 3 \\ C_3 H_5\end{matrix}\right\} O_3$

2. Palmitin $\left.\begin{matrix}(C_{16} H_{31} O)\ 3 \\ C_3 H_5\end{matrix}\right\} O_3$

3. Olein $\left.\begin{matrix}(C_{18} H_{33} O)\ 3 \\ C_3 H_5\end{matrix}\right\} O_3$

Die thierischen Fette kommen stets mit einander gemengt vor, doch wiegt in dem Gemenge das eine oder andere jener drei Glyceride an verschiedenen Körperstellen oder bei verschiedenen Thieren vor, und zwar Stearin in den festen talgartigen Fetten der Baucheingeweide und der Nieren bei Rindern und Schafen; Palmitin in den festweichen Fetten im Unterhautbindegewebe und überall im Schweinefett und in der Butter; Olein in den flüssigen und öligen Fetten, welche in Form von Fettkügelchen in verschiedenen thierischen Geweben und Flüssigkeiten vorkommen, im Gehirn, in den Nerven, im Knochenmark, (im Blute, in der Milch u. s. w.); es scheint, dass das Olein die ursprüngliche Form und Verbindung des im Organismus sich ablagernden Fettes ist, welches sich allmälig in Palmitin und Stearin umwandelt.

Wenn die genannten Fette mit Alkalien behandelt werden, so verbinden sich die Fettsäuren unter Wasseraufnahme mit den Alkalien zu Seifen und das Glycerin wird ausgeschieden. Seifen bilden sich im thierischen Organismus im Anfangstheile des Dünndarmes durch Hinzutritt der alkalireichen Galle zu dem Nahrungsfett.

Nach den Untersuchungen von E. Schulze und A. Reinicke haben die Fette von Hausthieren folgende mittlere prozentische Zusammensetzung, sowie folgenden Schmelzpunkt und Erstarrungspunkt:

	Hammelfett	Ochsenfett	Schweinefett
Kohlenstoff	76·61	76·50	76·54
Wasserstoff	12·03	11·91	11·94
Sauerstoff	11·36	11·59	11·52
Schmelzpunkt, Grad C	41—52·5	41—50	42·5—48
Erstarrungspunkt, Grad C . .	24—43	20—36	20—28

Die Unterschiede, welche die von verschiedenen Körperstellen entnommenen Fette in ihrer Zusammensetzung zeigen, sind also sehr gering.

§. 37. *Vorkommen und physiologische Bedeutung der Fette.*

Alle Gewebe und Flüssigkeiten des Thierkörpers enthalten Fett, theils in konstanten, theils in, je nach den Ernährungszuständen, wechselnden Mengen. Als mittleren Bestand an Fett im Thierkörper, gibt v. Gorup-Besanez folgende Mengen an in 100 Gewichtstheilen Gewebe oder Flüssigkeit.

Schweiss	0·001	Muskeln (des Menschen)	3·3
Speichel	0·02	Haare	4·2
Lymphe	0·05	Milch	4·3
Chylus	0·2	Gehirn als Ganzes	8·0
Schleim	0·3	Hühnerei	11·6
Blut	0·4	Hirnmark	20·0
Knorpel	1·3	Nerven	22·1
Knochen	1·4	Rückenmark	23·6
Krystallinse	2·0	Fettgewebe	82·7
Leber (des Menschen)	2·4	Knochenmark	96·0

In dem sogenannten Fettgewebe ist das Fett in Bindegewebszellen eingeschlossen, was im §. 14 erörtert worden ist.

Nach Nasse enthält das Blut der Ziegen und Schafe am wenigsten Fett (0·05 bis 0·1 Prozent), dann folgt das Pferdeblut; ziemlich gleich in dieser Beziehung stehen Katzen und Kaninchen; bei Schweinen ist die Menge nicht reichlicher als bei Hunden; merkwürdig ist der Fettgehalt des Gänseblutes, der bald 0·15, bald 0·35 Prozent beträgt und zuweilen bis auf 7·08 Prozent steigt.

Die Fettablagerung in den Muskeln, um die Nieren, im Darmnetz und im Unterhautbindegewebe ist hauptsächlich abhängig von dem Ernährungszustande des betreffenden Thieres und unterliegt grossen Schwankungen. Dagegen ist die Fettablagerung in den Augenhöhlen und um das Herz ziemlich konstant und insofern unabhängig von der Ernährung, als sich dieselbe im Zustande der Mast nur wenig vermehrt, und im Zustande der Abmagerung nur wenig vermindert.

Nach Lawes und Gilbert enthalten 100 Theile Lebendgewicht folgender Hausthiere an Fett:

	Vom ausgeschlachteten Körper (Carcass), einschliesslich Nierenfett	Von Eingeweiden	Vom Gesammtkörper
Fettes Kalb	10·3	4·34	14·6
Halbfetter Ochse	14·6	4·12	18·7
Fetter Ochse	23·1	6·96	30·0
Fettes Lamm	22·1	6·28	28·3
Mageres Schaf	12·7	6·18	18·9
Halbfettes altes Schaf	16·7	6·52	23·2
Fettes Schaf	26·1	9·43	35·5
Sehr fettes Schaf	34·7	10·94	45·7
Mageres Schwein	18·7	4·68	23·3
Fettes Schwein	37·6	4·50	42·1

Die Fette betheiligen sich im Organismus an dem Aufbau der Gewebe und Organe, zum Theil in untergeordneter Weise — wie in den Knorpeln und Knochen — zum Theil in hervorragender

Weise — wie im Gehirn und in den Nerven, im Rückenmark, im Knochenmark. Einen wichtigen Antheil nehmen die Fette an den Vorgängen der Respiration, weshalb auch Liebig das Fett der Nahrung zu den Respirationsmitteln gerechnet hat. Wir werden übrigens in dem Kapitel über den Stoffwechsel erkennen, dass die sogenannte respiratorische Wirkung des Fettes in der That eine bewegungserzeugende ist, und dass die gesteigerte Wärmeproduktion nach Fettgenuss zum Theil eine Folge der Bewegung ist, insofern das Fett das am leichtesten oxydirbare Material für die Erzeugung von Muskelkraft liefert.

Zu den am leichtesten oxydirbaren Fetten im Thierkörper gehört das Fett der Leber. Nach Oswald Neumann ist das Leberfett dasjenige, welches am frühesten für den Stoffwechsel verwendet wird und als Hauptfaktor bei der Verbrennung und bei der Zellenbildung auftritt. Diese Bedeutung des Fettes zeigt sich namentlich bei der Entwicklung der Säugethiere im Mutterleibe und der Vögel im Eie, sowie bei den Thieren, die auch im entwickelten Zustande mit unvollkommenen Athmungsorganen ausgestattet sind, wie die Amphibien und Fische.

Bei reichlicher Fettnahrung und beschränkter Bewegung lagert sich das Fett massenhaft ab, weil in Folge der mangelhaften Bewegung weniger Fett oxydirt wird.

Abgesehen von den Zwecken der Mastung, wobei das bewegungs- und wärmeerzeugende Material gleichsam aufgespeichert wird, zur Benutzung für den Organismus, dem das gemästete Thier zur Nahrung dient, so hat das Fett des Thierkörpers, namentlich das unter der Haut abgelagerte, noch die Bedeutung eines schlechten Wärmeleiters, welcher den Körper vor zu grosser Wärmeausstrahlung bewahrt.

Die innerhalb des Körpers vorkommenden Fettmassen haben die Bedeutung eines Druckpolsters, welcher gewisse Organe gegen Druck und mechanische Angriffe fremder Körper zu schützen bestimmt ist; diese Bedeutung hat u. A. das Fett der Augenhöhle, sowie das Fett, welches den Nieren, dem Herzen und den Därmen als Umhüllung dient. Endlich hat das Fett die Aufgabe gewisse Gewebe zu durchtränken, um sie vor den Einflüssen der Atmosphäre zu schützen (wie das Fett des Haares und der Wolle) und um sie glatt und geschmeidig zu erhalten.

DRITTER ABSCHNITT.

Die Kräfte des Thierkörpers.

Siebentes Kapitel.

Die molekularen Bewegungserscheinungen im Thierkörper.

§. 38. Allgemeines über die molekularen Bewegungserscheinungen und über die Grundfunktionen des Thierkörpers.

Wir bezeichnen jene Ursachen oder Kräfte, welche im Thierkörper molekulare und sichtbare Bewegung hervorrufen, als Reize, und wir nennen das Vermögen des Thierkörpers durch Reize in Bewegung versetzt zu werden — die Reizbarkeit. Die Reize oder Bewegungsursachen des Thierkörpers gehören entweder der Aussenwelt an, oder sie liegen in ihm selbst, und man unterscheidet demnach äussere und innere Reize. Ursprünglich kommen alle Reize von der Aussenwelt und wir bezeichnen nur diejenigen Reize als innere, welche im Innern des Thierkörpers auftreten, ohne erkennbare Beziehung zur Aussenwelt; die inneren Reize erscheinen also als selbstständige (automatische), in der That aber sind uns ihre Beziehungen zur Aussenwelt nur verborgen.

Die Reizbarkeit äussert sich in verschiedenartigen Bewegungserscheinungen, die wir sämmtlich von den molekularen Leistungen des thierischen Formelementes, d. h. der Zelle, ableiten können. Zu diesen Leistungen, beziehungsweise zu den molekularen Bewegungserscheinungen der Zelle gehört:

1. die Kontraktilität derselben, beziehungsweise die Bewegung ihres Protoplasmas, d. h. der Eiweissmoleküle ihres Zelleninhaltes;

2. die Filtration und Endosmose, Bewegungserscheinungen, welche bedingt sind durch das Anziehungsvermögen der thierischen Membran zu thierischen Flüssigkeiten;

3. chemische Anziehung und elektrische Ströme.

Die genannten drei Arten von molekularen Bewegungserscheinungen sind nur in ihrer Form von einander verschieden; die Bewegungsursachen sind uns nur zum Theile bekannt, aber wahrscheinlich liegen allen Bewegungserscheinungen des Thierkörpers gewisse chemische und elektrische Wechselwirkungen seiner Elemente zu Grunde.

Die molekularen Bewegungen im Thierkörper bedingen die Funktionen desselben.

Unter Funktion verstehen wir die Arbeit eines Organes. Jedes besondere thierische Organ hat seine besondere Funktion. Wir können aber die zahlreichen Funktionen des thierischen Organismus zurückführen auf vier Grundfunktionen (Arbeitsformen); zu diesen gehören: die Ernährung, die Entwicklung, die Empfindung, und die Muskelbewegung. Die beiden erstgenannten, weil sie auch der Pflanze zukommen, werden vegetative, die andern beiden, welche nur dem Thiere eigenthümlich sind, werden animale Grundfunktionen genannt.

Bei Annahme von nur vier Grundfunktionen sehen wir ab von der bloss bei einzelnen Thieren vorkommenden Funktion des Leuchtens und von der Erzeugung elektrischer Schläge.

§. 39. *Die Protoplasmabewegung.*

Die eiweisshältige Masse der thierischen Zelle (oder wenn diese mit einer Membran umgeben ist — der eiweisshaltige Inhalt derselben) wird Protoplasma genannt. Das Protoplasma ist im lebenden Zustande der Zelle in beständiger Bewegung, und diese ist entweder fliessend oder schwingend. Die fliessende Bewegung kennzeichnet sich durch das Hervortreten von Fortsätzen aus dem Umriss der Zelle. Die Protoplasmamasse der Zelle verändert bei jeder Zusammenziehung ihren Umriss; bald werden an dieser, bald an jener Stelle des Zellenumfanges Protoplasmafortsätze ausgestülpt und eingezogen. Diese Art der Protoplasmabewegung kommt nur vor an Zellen, welche nicht von einer Membran umschlossen sind. An thierischen Zellen mit einer Membran erkennt man nur noch schwingende Bewegung, die sich kenn-

zeichnet durch eine zitternde Rotation der in der Zelle befindlichen kleinsten Körnchen, welche der schwingenden Bewegung des Protoplasmas folgen; die Körnchenbewegung ist also nur eine passive. Die schwingende Protoplasmabewegung (sogenannte Brown'sche Molekularbewegung) wird von vielen Forschern nicht als Lebensäusserung der Zelle angesehen. In Zellen, denen die Protoplasmakörnchen fehlen, erkennt man die schwingende Bewegung nicht, weil das Protoplasma selbst eine farblose, strukturlose Masse bildet.

Die Bedingungen der Protoplasmabewegung sind Reize physikalischer und chemischer Art. Erhöhte Wärme, bis zu einem Maximum von etwa 40° C., beschleunigt die Protoplasmabewegung; verminderte Wärme, bis zu einem Minimum von etwa 10° C. verlangsamt sie. Temperaturen über jenes Maximum oder unter jenes Minimum, führen einen Zustand der Erstarrung herbei, der als Wärmestarre, beziehungsweise Kältestarre bezeichnet wird. Sobald die Temperatur des Protoplasmas sich diesen Punkten des Erstarrens nähert, wird die Bewegung langsamer und sie hört gänzlich auf bei Temperaturen, die das Eiweiss zum Gerinnen (bei 45 bis 50° C.) oder zum Absterben bringen (bei 5 bis 0° C. und darunter).

In ähnlicher Weise wirken das Licht und die Elektrizität auf die Bewegung des Protoplasmas, doch sind die Wirkungen dieser beiden Naturkräfte weniger bekannt, als die der Wärme.

Die meisten fremden Stoffe, welche das Protoplasma chemisch verändern, wie z. B. gewisse Säuren und Alkalien, bringen dasselbe zur Gerinnung und heben die Protoplasmabewegung auf. Durch Aufnahme von Wasser quillt das Protoplasma, die fliessende Bewegung hört auf und es nimmt eine Kugelform an. Auch die schwingende Protoplasmabewegung wird durch Wasseraufnahme vermindert.

Als eine besondere Art der Protoplasmabewegung erscheint die Flimmerbewegung. Gewisse Zellen des Respirations- und des Geschlechtsapparates sind mit sehr feinen Härchen besetzt, welche im lebenden Zustande in lebhafter, wellenförmiger Bewegung sind; sie haben die Aufgabe: die von den Drüsen jener Apparate abgesonderten Säfte zu den Oeffnungen des Körpers hinaus zu befördern. Diese Flimmerhaare, deren Durchmesser selbst mit starken, mikroskopischen Vergrösserungen unmessbar ist, stehen in unmittelbarer Verbindung mit dem Protoplasma der Zelle, d. h. dieses bildet

gleichsam den Boden der Flimmerhaare, und alle Bedingungen, welche die Protoplasmabewegungen vermehren oder vermindern, beeinflussen auch die Flimmerbewegung. Eine besondere Form der Flimmerbewegung ist die Bewegung der männlichen Samenzellen.

Zu den Protoplasmabewegungen müssen wir auch die Muskelbewegungen rechnen, welche durch den Nervenreiz bewirkt werden und die sich durch ihre regelmässige Kontraktionsform (Zusammenziehung und Ausdehnung in der Längsaxe) kennzeichnen.

Die Ursachen der nicht durch Nervenreiz entstehenden Protoplasmabewegung sind unbekannt.

§. 40. *Filtration und Endosmose.*

Beide Bewegungserscheinungen betreffen den Durchtritt von Flüssigkeiten durch thierische Membranen, falls die Membran in der betreffenden Flüssigkeit quellungsfähig (imbibitionsfähig) ist. Der Durchtritt von Flüssigkeit wird Seitens der Membran bedingt durch Poren, welche die Membran durchsetzen.

Unter Filtration verstehen wir den einseitigen Durchtritt einer Flüssigkeit durch eine thierische Membran. Der Durchtritt wird gesteigert durch die Erhöhung des Druckes auf die Flüssigkeit und durch die Steigerung der Temperatur. Wenn in der Flüssigkeit Salze gelöst sind, so gehen sie mit durch die Poren der Membran und die filtrirte Flüssigkeit enthält die Salze entweder im gleichen Sättigungsgrade wie vor der Filtration, oder in etwas höherem Grade, in welchem Falle das Wasser von der Membran nicht in gleichem Masse durchgelassen wird, wie die Salze. Sind aber in der Flüssigkeit Kolloidsubstanzen gelöst, so enthält das Filtrat stets weniger davon, so dass die thierische Membran jenen Substanzen demnach im geringeren Grade den Durchtritt gestattet als den gelösten Salzen, beziehungsweise bei Kolloidlösungen mehr Wasser durchlässt als bei Salzlösungen. Je geringer der absolute Gehalt der zu filtrirenden Flüssigkeit an Kolloidsubstanz ist, desto geringer ist auch der relative Gehalt daran in dem Filtrat, d. h. von schwachen Kolloidlösungen filtrit verhältnissmässig weniger als von stärkeren Lösungen.

Die Thatsache, dass bei Salzlösungen verhältnissmässig mehr Salze durch die Poren der Membran treten als Wasser, erklärt man dadurch, dass die Membran mehr Wasser anzuziehen ver-

mag als Salz, wodurch also der Salzlösung bei ihrem Durchtritte durch die Poren der Membran ein Theil ihres Wassers entzogen wird und die filtrirte Lösung konzentrirter erscheint. Die Thatsache aber, dass Kolloidsubstanzen in Lösung schwieriger filtriren als Salzlösungen, entbehrt zur Zeit noch einer ausreichenden Begründung, zumal nicht alle Kolloidsubstanzen diese Eigenschaft besitzen; die Peptonlösungen filtriren nämlich in gleicher Weise wie die Salzlösungen.

Bei jener Bewegungserscheinung, die wir Endosmose nennen, handelt es sich um einen zweiseitigen Durchtritt von Flüssigkeiten durch die thierische Membran, beziehungsweise um den Austausch zweier durch eine Membran getrennter Lösungen. Die Thatsache der Endosmose ist schon bekannt aus §. 25. Wir wissen, dass, wenn die eine der Membran anliegende Flüssigkeit gesalzen ist, die andere nicht, oder die eine Flüssigkeit stärker gesalzen ist als die andere, die salzfreie, beziehungsweise die salzärmere Flüssigkeit durch die Poren der Membran hindurchtritt zur gesalzenen, beziehungsweise zur stärker gesalzenen Flüssigkeit. Wir wissen auch bereits, dass dieser Durchtritt beschleunigt wird, wenn die gesalzene, beziehungsweise die salzreichere Flüssigkeit alkalisch ist, und die salzfreie, beziehungsweise die salzärmere Flüssigkeit sauer reagirt; Zustände wie sie bestehen zwischen der alkalischen und salzreicheren Blutflüssigkeit und der sauren und salzärmeren Nährstofflösung im Verdauungskanale.

Der Durchtritt der salzfreien, beziehungsweise der salzärmeren Flüssigkeit wird ferner begünstigt durch die grössere Sättigungsdifferenz beider Flüssigkeiten und durch höhere Temperatur, die zwar bei höher organisirten Thieren (wo die Temperatur beinahe gleichmässig ist) nicht in Frage kommt, wohl aber bei endosmotischen Versuchen ausserhalb des Organismus.

Der Durchtritt der beiden durch eine Membran getrennten Flüssigkeiten ist aber selten ein einseitiger, sondern immer tritt auch von der stärker gesalzenen Flüssigkeit ein geringer Theil zur salzfreien, beziehungsweise zur salzärmeren Flüssigkeit, so dass also beide Flüssigkeiten ihre Bestandtheile austauschen, wie das auch geschieht, wenn eine specifisch leichtere Flüssigkeit, ohne Dazwischenkunft einer Membran, auf eine spezifisch schwerere Flüssigkeit gebracht wird; man nennt diesen Austausch gelöster Stoffe in zwei sich unmittelbar berührenden, im spezifischen Gewichte verschiedenen Flüssigkeiten — Diffusion. Ist die Endos-

mose zweier durch eine Membran getrennter Flüssigkeiten eine gegenseitige, so bezeichnet man diesen Vorgang ebenfalls als Diffusion. Nach Wundt geschieht der Austausch zweier Flüssigkeiten von verschiedener chemischer Zusammensetzung durch die Membran um so schneller, je grösser die chemische Verwandtschaft der gelösten Stoffe ist. Säure zu Alkali diffundirt also schneller, als Säure zu Säure, oder als ein Salz zu einem andern Salze. Zugleich wird, je grösser der chemische Gegensatz der diffundirenden Stoffe ist, desto mehr der Diffusionsstrom zu einem einseitigen, d. h. es findet bloss Endosmose einer Flüssigkeit, beziehungsweise Filtration statt. Dies geschieht namentlich bei Körpern, die sich chemisch verbinden. So dringt bei der Diffusion von Säure und Alkali nur die Säure zum Alkali, aber kein Alkali zur Säure.

Kolloidsubstanzen diffundiren ebenso schwierig durch Membranen, wie sie filtriren. Aber der Durchtritt von Kolloidlösungen wird wesentlich gefördert, wenn diese zugleich Salze enthalten; es tritt dann zuerst Salzlösung durch die Membran, und erst das stärker gesalzene Filtrat übt eine grössere Anziehung aus auf die Kolloidsubstanzen jenseits der Membran. Man kann sich vorstellen, dass die Salzmoleküle den grösseren Molekülen der Kolloidsubstanzen den Weg bahnen durch die Poren der Membran, beziehungsweise diese erweitern. Von den Kolloidsubstanzen aber zeichnen sich die Peptone wiederum aus durch ihr grösseres endosmotisches Vermögen.

Die Ursachen der endosmotischen Erscheinungen sind:

1. die schon bei den Filtrationserscheinungen erwähnte Anziehung der Membran zum Wasser;

2. die durch die chemischen Verhältnisse der beiden Flüssigkeiten bedingte Anziehung der gelösten Stoffe.

Die ersterwähnte Ursache erklärt es, dass eine Flüssigkeit, die relativ reicher an Wasser ist, die Poren der Membran vorwiegend ausfüllt und demnächst zu der relativ wasserärmeren Flüssigkeit übertritt. Da Wasser von der Membran mehr angezogen wird als Salze, so müssen also auch relativ wasserreichere, beziehungsweise salzärmere Flüssigkeiten, eher oder in grösserer Menge durchtreten, als wasserärmere, beziehungsweise salzreichere Flüssigkeiten. Aus der zweiterwähnten Ursache aber erklärt sich die Thatsache, dass die Anziehung der Stoffe, welche in den durch die Membran getrennten Flüssigkeiten gelöst sind, um so grösser ist, je grösser die chemische Verwandtschaft derselben ist.

§. 41. *Chemische Anziehung und elektrische Ströme.*

Diese beiden Bewegungsformen sind hauptsächlich die Quellen der Muskelkraft und der thierischen Wärme.

Die chemische Anziehung bezieht sich wesentlich auf die starke Verwandtschaft des Sauerstoffes zu dem Kohlenstoff und dem Wasserstoff der organischen Verbindungen. Kohlensäure und Wasser, welche im Organismus der Pflanze durch die Sonnenstrahlen zersetzt werden, geben der Atmosphäre den Sauerstoff grösstentheils zurück und vereinigen die übrig bleibenden Grundstoffe theils zu dreifachen organischen Verbindungen, den sogenannten Kohlehydraten und Fetten, theils zu den Eiweisskörpern, jenen fünffachen Verbindungen, welche durch Zersetzung von salpetersauren und Ammoniaksalzen, sowie von schwefelsauren Salzen entstehen. Alle diese organischen Verbindungen, welche der dynamischen Energie der Sonnenstrahlen ihr Dasein verdanken, enthalten die zahlreichen Atome ihrer Grundstoffe im losen Gefüge, beziehungsweise in weiten molekularen Abständen von einander; sie besitzen also potenzielle Energie, ebenso wie der von ihnen getrennte, der Atmosphäre zurückgegebene Sauerstoff. Die im Pflanzenkörper getrennten Stoffe vereinigen sich im Thierkörper wieder, d. h. jene organischen Verbindungen der Pflanze werden als Bestandtheile der thierischen Nahrung von dem eingeathmeten Sauerstoff in der Blutbahn und in den Geweben wieder in Kohlensäure, in Wasser und in das Amid der Kohlensäure (Harnstoff) umgewandelt. Bei diesen Oxydationen nähern sich jene in der Pflanze getrennten Atome einander wieder und aus dieser molekularen Bewegung ergibt sich die dynamische Energie des Thierkörpers, die in Form von Muskelbewegung (Arbeit) und von Wärme zur Erscheinung kommt. Aber nicht bloss jene sichtbare Bewegung, sondern auch die sogenannte molekulare Protoplasmabewegung ist wahrscheinlich auf die chemische Anziehung der Atome organischer Verbindungen und des Sauerstoffes zurückzuführen.

Dunkler ist uns das Gebiet der elektrischen Ströme. Wahrscheinlich kommen in allen Geweben, wenn auch nur schwache, elektrische Ströme vor, welche sich aus den chemischen Umsetzungen ergeben. Stärkere elektrische Ströme treten auf in gereizten, beziehungsweise thätigen Nerven- und Muskelfasern.

Man nimmt an, dass während der Thätigkeit von Nerven und Muskeln beständig zwei elektrische Ströme in entgegengesetzten Richtungen wechseln, und zwar einerseits vom Querschnitt des Nerven oder Muskels zur Oberfläche desselben, andererseits von der Oberfläche zum Querschnitt.

Achtes Kapitel.

Die Grundfunktionen des Thierkörpers.

§. 42. *Die Ernährung.*

Die Thatsachen der Filtration und der Endosmose (der Diffusion) erklären uns die Vorgänge der Ernährung.

In den höheren thierischen Organismen sind es hauptsächlich drei Flüssigkeiten, zwischen denen ein Austausch, beziehungsweise eine Diffusion der gelösten Stoffe stattfindet; diese drei Flüssigkeiten sind:

1. die Darmflüssigkeit, enthaltend die von den Drüsensäften des Verdauungskanales gelösten Stoffe der Nahrung;

2. das Blut, enthaltend die aus dem Darmkanal aufgenommenen Nährstoffe und die aus den Geweben aufgenommenen Zersetzungsstoffe;

3. die Gewebeflüssigkeit, enthaltend verschiedene gelöste Stoffe, je nach der Art der Gewebe.

Zwischen diesen drei Flüssigkeiten findet ein beständiger Austausch von Stoffen statt. Aus der sauer reagirenden Darmflüssigkeit treten durch die Wandungen des Verdauungskanales und der Blutgefässe — Salzlösungen und Kolloidlösungen in den alkalisch reagirenden und salzreicheren Blutstrom. Ausser diesem direkten Wege des Uebertrittes von Nährstoffen, besteht ein weiterer Weg zum Blutstrome vermittelst der Chylusgefässe, welche in den Darmzotten durch Filtration sich mit der Darmflüssigkeit füllen und den Chylus im langsamen Strome dem Blute zuführen. Die Bewegung des Chylus in den peripherischen Anfängen der Chylusgefässe ist bedingt durch die Kontraktion der Darmzotten. Der Uebertritt der Ernährungsflüssigkeit aus der Blutbahn in

die Gewebe der verschiedenen Organe erfolgt durch Filtrationsdruck; aus den Geweben aber tritt die Ernährungsflüssigkeit auf endosmotischem Wege in die Zellen, d. h. es findet ein Austausch statt zwischen Ernährungsflüssigkeit und Zellenprotoplasma. An der Zelle, beziehungsweise in den Poren ihrer Membran, finden also die letzten Diffusionsvorgänge statt, die an den Blutgefässen des Darmes ihren Anfang genommen haben. Die von den Zellen im Diffusionsaustausche abgeschiedene Flüssigkeit tritt in die Gewebslücken und von hier in die Anfänge der Lymphgefässe, welche sämmtliche Gewebeflüssigkeiten, die ihre Lebensaufgabe erfüllt haben, dem Blute zuführen. Das Blut entledigt sich der für den Organismus unbrauchbaren Stoffe theils durch Filtrationsdruck in den Nieren (Harn), theils durch Endosmose im Darmkanal (Koth).

Man bezeichnet den Vorgang, durch welchen mittelst der Chylusgefässe aus dem Darm, und mittelst der Lymphgefässe aus den Geweben flüssige Stoffe, sowie feste Stoffe in Lösung in die Blutbahn aufgenommen werden — als Aufsaugung (Assimilation). Wir können jene durch die Chylusgefässe vermittelte Aufsaugung als primäre, die Aufsaugung der Gewebeflüssigkeit aber als sekundäre bezeichnen. Aus der primären Aufsaugung und aus dem Austausch zwischen der Ernährungsflüssigkeit des Blutes und dem Protoplasma der Zelle ergeben sich die Bewegungserscheinungen (welche die Massenzunahme der Zellen und Gewebe des Thierkörpers zur Folge haben), die wir Wachsthum nennen.

Das Wachsthum des Thierkörpers ist also bedingt durch Filtrations- und endosmotische Vorgänge, und Wachsthum erfolgt: wenn die primäre Aufsaugung, welche die Ernährungsflüssigkeit betrifft, grösser ist als die sekundäre Aufsaugung, welche die Gewebeflüssigkeit betrifft. Findet aber das umgekehrte Verhältniss statt, d. h. ist die sekundäre Aufsaugung grösser als die primäre, dann nimmt die Masse des Organismus oder einzelner Organe ab und bei einem gewissen Grade der Abnahme tritt der Tod des Organismus oder der Organe ein. Auf der Höhe der Entwicklung eines Individuums aber sind primäre und sekundäre Aufsaugungen nahezu im Gleichgewicht.

Nächst der Aufsaugung flüssiger Stoffe und fester Stoffe in Lösung, findet auch eine Aufsaugung (Absorption) und chemische Bindung gasförmiger Stoffe statt, welchen Vorgang man als Athmung bezeichnet. Wir unterscheiden ebenfalls eine primäre

und eine sekundäre Athmung. Jene findet statt in Lungen (bei Athmung in der Luft) oder in Kiemen (bei Athmung im Wasser), diese in den Geweben. Bei der primären Athmung wird vom Blute Sauerstoff aufgenommen und Kohlensäure abgegeben; bei der sekundären Athmung in den Geweben aber vermittelt das Blut den umgekehrten Gaswechsel.

Durch die primäre Aufsaugung und durch die primäre Athmung werden also die beiden Gruppen von Stoffen aufgenommen, aus deren Vereinigung (Verbrennung) die dynamische Energie des Thierkörpers entsteht. Durch die sekundäre Aufsaugung und die sekundäre Athmung aber werden dem Blute die sauerstoffreichen Verbindungen zugeführt, welche den Verbrennungsvorgängen in den Geweben ihr Dasein verdanken.

Diese Stoffe der sekundären Aufsaugung und der sekundären Athmung werden endlich, wiederum durch Filtration und endosmotische Vorgänge, in besonderen Organen ausgeschieden und der Aussenwelt überlassen. Man bezeichnet diesen Vorgang, durch welchen sich das Blut der für den Organismus unbrauchbaren Stoffe entledigt — als Absonderung und man unterscheidet:

1. die Absonderung fester Stoffe, welche vorwiegend im Koth ausgeschieden werden;

2. die Absonderung flüssiger Stoffe, welche im Harn und im Schweiss den Körper verlassen;

3. die Absonderung gasförmiger Stoffe, welche vorwiegend in Lungen und Kiemen austreten.

Die Grundfunktion der Ernährung umfasst also die Spezialfunktionen der primären und sekundären Aufsaugung, der primären und sekundären Athmung, und der Absonderung. Die primäre Aufsaugung wird eingeleitet durch die Verdauung, d. h. durch die Auflösung fester Nahrungsstoffe.

§. 43. *Die Entwicklung.*

Unter Entwicklung begreifen wir die Entstehung von ungleichartigen Organtheilen aus gleichartigen, beziehungsweise das Werden vielfach differenzirter Organismen aus einfachen Zellen. Die Grundlage der sich entwickelnden Organismen ist die Eizelle, in welcher bei höheren Thieren die Differenzirung erst beginnt,

nachdem Zellenbestandtheile (Samen) eines anderen Organismus in jene eingedrungen sind.

Die Eizelle des weiblichen Thieres und die Samenzellen des männlichen Thieres sind Drüsenerzeugnisse, welche erst bei oder nach vollendetem Wachsthum des Organismus abgesondert werden.

Die Grundfunktion der Entwicklung umfasst die beiden Spezialfunktionen der Vererbung und der Anpassung. Unter Vererbung begreifen wir die Wiederholung ähnlicher Körperformen und Eigenschaften in der Reihenfolge der Nachkommen; unter Anpassung die Beeinflussung der Entwicklung durch äussere Lebensbedingungen, wodurch Unähnlichkeit zwischen Eltern und Kindern entsteht.

Das Vererbungsvermögen steht in Beziehung zum Zeugungsvermögen der elterlichen Organismen. Die Eiweissverbindungen der Zeugungsstoffe haben gewisse physikalisch-chemische Eigenschaften, welche sie, nach ihrer Vereinigung, beziehungsweise nach der Befruchtung der Eizelle durch die Samenzelle, in verschiedenartige Formen und isomere Verbindungen umzuwandeln vermögen. Aus dem Eieralbumin entsteht die grosse Reihe der Eiweisskörper, welche wir (in §. 34) als Albuminate und Albuminoide kennen gelernt haben; und aus den kugelförmigen Zellen des befruchteten Keimes entstehen alle jene mannichfaltigen Formen von Zellen und Fasern, welche uns als Bestandtheile des Knorpels, des Knochens, der Haut, des Hufes, der Muskeln, der Nerven u. s. w. bekannt sind.

Das Anpassungsvermögen befähigt den sich entwickelnden Organismus: in Folge fremder Einflüsse von der ererbten Form abzuweichen und sich mit der ihn umgebenden Aussenwelt, beziehungsweise mit den Bedingungen des Klimas, des Bodens und der Lebensweise, auszugleichen.

Betrachten wir die Entwicklung als die Wirkung formbildender Kräfte, so können wir die Vererbung als innere, die Anpassung als äussere Gestaltungskraft bezeichnen. Die Form des werdenden und des gewordenen Organismus ist die Resultirende dieser beiden Kräfte.

Die Entwicklung thierischer Organismen beginnt mit der Befruchtung der Eizelle; dann aber dauert die Entwicklung der Frucht fort, ohne fernere Befruchtung, ja selbst nach vollendetem Wachsthum des Individuums findet noch Entwicklung einzelner

Organtheile statt, freilich in fortwährend abnehmendem Maasse, bis zum Tode des Organismus. Es sind nämlich den ursprünglichen embryonalen Zellen ähnliche, sogenannte wandernde Lymphzellen, welche auch nach Beendigung der Entwicklung der äusseren Form, beziehungsweise nach Vollendung des individuellen Wachsthums, überall den Organismus durchwandern und durch eigenes Wachsthum und durch Theilung den Massenbestand des Organismus erhalten und vermehren.

Die Vorgänge der Entwicklung und des Wachsthums sind sich nahe verwandt und die molekularen Bewegungserscheinungen beider stimmen überein. Beide Vorgänge beruhen auf Massenzunahme der Formelemente; aber bei dem Vorgange, den wir Entwicklung nennen, vermehren sich die ursprünglichen Formelemente (die Mutterzellen), und sie erzeugen Zellen und Gewebe, welche durch Anpassung an verschiedenartige Daseinsbedingungen verschiedenartige Formen annehmen, während durch Wachsthum jene Formelemente sich nur vergrössern. Eine entwicklungsfähige Zelle muss zuvor wachsen, d. h. durch Imbibition und Endosmose ihre Masse vergrössern, ehe sie sich entwickeln, d. h. ihre Zahl vermehren und jüngere Formen erzeugen kann. Wenn sich in einer thierischen Zelle, die wir als Elementarorganismus gekennzeichnet haben, durch Imbibition und Endosmose von Stoffen der Aussenwelt die Zahl ihrer Moleküle vermehrt, so dehnt sich die Zelle aus bis zu einem bestimmten individuellen Maasse, d. h. die Zelle wächst. Wenn die Vermehrung der Moleküle fortdauert und das individuelle Maass der Ausdehnung einer Zelle überschritten wird, dann gewinnen die abstossenden Kräfte zwischen ihren Molekülen die Oberhand über die anziehenden Kräfte und es kommt zur Theilung der Mutterzelle, beziehungsweise zur Bildung zweier oder mehrerer Anziehungsmittelpunkte in zweien oder mehreren Tochterzellen. So lange die Daseinsbedingungen der Tochterzellen die gleichen sind wie die der Mutterzelle, so lange gleichen sich auch die Formen dieser und jener. Wenn aber die Daseinsbedingungen der Tochterzellen sich ändern, d. h. wenn diese andere Stoffe aufnehmen und der Einwirkung anderer Kräfte ausgesetzt werden, so ändern sich auch die Formen der Tochterzellen und diese werden ihren Mutterzellen unähnlich.

In dieser Weise erklärt sich die Thatsache, dass so verschieden geformte und so verschieden funktionirende Zellen und Gewebe, wie die Oberhautgewebe, die Bindesubstanzen, die

Muskel- und Nervengewebe, aus den Furchungskugeln der Eizellen entstehen, die unter sich so gleichförmig und von jenen so verschiedenartig sind.

Da eine Mutterzelle, welche sich selbst gleich, beziehungsweise mit sich identisch erscheint, bei ihrer Theilung (in Folge des Wachsthumes über ihr individuelles Maass hinaus) nur sich selbst gleiche Tochterzellen zeugen kann, so erklärt das Vererbungsvermögen nicht die spätere Ungleichheit oder Unähnlichkeit der Tochterzellen; wir können zur Erklärung dieser Thatsache nur das Anpassungsvermögen der letzteren in Anspruch nehmen und wir haben zu dem Zwecke die Bedingungen zu erforschen, welche die Abänderung der Tochterformen bewirken, die ursprünglich der Mutterform gleich waren. Die Thatsache, dass Mutterzellen gleiche Tochterzellen zeugen, bedarf keiner Erklärung, denn es erscheint als selbstverständlich, dass — bei konstant bleibenden äusseren Bedingungen — Gleiches nur von Gleichem erzeugt wird.

Bei jeder Entwicklung thierischer Zellen entsteht stets Ungleichartiges aus ursprünglich Gleichartigem, d. h. alle die verschiedenartigen Zellen und Gewebe, welche den Bestand der thierischen Organe bilden, entstehen aus den unter sich gleichartigen Furchungskugeln der thierischen Eizelle. Wenn sich diese aber entwickeln in Folge von Befruchtung, d. h. wenn sie von einer verschiedenartigen Zelle eines anderen Organismus den Anstoss empfangen zu der Reihe von Bewegungserscheinungen, welche den Vorgang der Entwicklung kennzeichnen (Wachsthum, Theilung, Abänderung durch Anpassung u. s. f.), dann haben wir in den aus der Befruchtung der Eizelle hervorgegangenen Furchungskugeln bereits das Erzeugniss zweier ungleichartiger Körper, nämlich der weiblichen Eizelle und der männlichen Samenzelle. Es ist wohl begreiflich, dass aus der Vereinigung dieser verschiedenartig geformten Stoffe mit ihren verschiedenartigen Bewegungserscheinungen nur Formen hervorgehen können, deren eigene Bewegungsrichtung die Resultirende jener elterlichen Bewegungsrichtungen ist. Die Resultirende aber, welche aus der zusammenwirkenden Vererbungskraft beider Eltern entsteht, wird beständig abgeändert durch die Resultirende, welche entsteht aus den zusammenwirkenden Kräften der Aussenwelt, unter deren Einfluss sich jene ererbten Formen entwickeln. Die in ihrer Entwicklung vollendete thierische Form aber ist das Ergebniss einer

resultirenden Bewegungsrichtung aus zahlreichen Bewegungsrichtungen der elterlichen Vererbungskraft und der kindlichen Anpassungsfähigkeit.

Die Annahme einer Vererbungskraft erklärt uns die Thatsache: dass die Formen, Stoffe und Kräfte der Kinder denen der Eltern ähnlich sind; und die Annahme der Anpassungsfähigkeit erklärt uns die Thatsache: dass die Formen, Stoffe und Kräfte der Kinder denen der Eltern unähnlich sind. Das Wesen der Vererbungskraft kennen wir eben so wenig wie das Wesen der Anpassungskraft; mit dem Worte „Vererbungskraft" bezeichnen wir nur die Relation zwischen Kind und Eltern, und mit dem Worte „Anpassungskraft" nur die Relation zwischen dem sich entwickelnden Organismus und den Lebensbedingungen der Aussenwelt. Die Entwicklung aber kennzeichnet sich allemal als die Differenzirung des Gleichartigen, d. h. der Furchungskugeln der befruchteten Eizelle, deren Stoffe und Formen uns gleichartig erscheinen, obgleich wir wissen, dass sie ungleichartigen Kräften, beziehungsweise verschiedenartigen Bewegungsrichtungen ihr Dasein verdanken.

§. 44. *Die Empfindung.*

„Empfindung" nennen wir das Vermögen der thierischen Zelle, auf einen ihrem Protoplasma mitgetheilten Reiz, d. h. auf eine von Aussen sie treffende Bewegung, durch Kontraktion ihres Protoplasmas zu reagiren. Jede mit Protoplasma erfüllte thierische Zelle, überhaupt jede Protoplasmamasse, besitzt demnach Empfindungsvermögen. Die auf den Reiz reagirende Kontraktion des Protoplasmas ist eine selbstständige Bewegung, d. h. die Form der Protoplasmabewegung ist unabhängig von der Form der äusseren Bewegung, beziehungsweise von der bewegenden Kraft.

Im Thierkörper unterscheiden wir zwei Arten von Empfindung; unbewusste und bewusste Empfindung. Die unbewusste Empfindung ist die eben bezeichnete Grundfunktion des Protoplasmas und sie kommt allen Pflanzen- und Thierzellen zu. Die bewusste Empfindung ist der Bewegungszustand der zentripetal leitenden Nervenfasern, wodurch im Gehirn Vorstellungen erzeugt werden. Die zentripetal leitenden Nervenfasern nehmen ihren Anfang in den Sinnesapparaten, nämlich in den Tast-

körperchen der äusseren Haut, in den Stäbchen der Nervenhaut des Auges, in den sogenannten Corti'schen Fasern des Ohres, in den Riechzellen der Nasenschleimhaut und in den Geschmacksknospen der Zungenschleimhaut. Diese sogenannten Endapparate der Sinnesnerven werden durch in Bewegung befindliche Stoffe der Aussenwelt gereizt, beziehungsweise in Bewegung versetzt, und zwar die Tastkörperchen durch Druck oder Anprallen fremder Körper, die Stäbchen der Augennervenhaut durch Lichtwellen, die Corti'schen Fasern des Ohres durch Schallwellen, die Riechzellen durch gewisse gasförmige Stoffe, die Geschmacksknospen durch gewisse flüssige Stoffe, welche die Nervenenden erregen. Diese Bewegungserscheinungen der Aussenwelt erregen im Gehirn die Vorstellungen des Widerstandes und der Ausdehnung, des Raumes, der Farben, des Lichten und Dunklen, der Töne, des Geruches, des Geschmackes und andere, aus zwei oder mehreren Sinnesempfindungen zusammengesetzten Vorstellungen. Durch Verbindung von Vorstellungen entstehen die Gedanken und zwar besteht der von der Funktion der Empfindung abhängige Vorgang des Denkens: in der — innerhalb gewisser individueller Grenzen — willkürlichen Verknüpfung von Vorstellungen. Das Vermögen zu denken heisst Verstand.

Die in den Sinnesnerven erregten Empfindungen können vermöge ihrer Verbindung mit zentrifugalleitenden (motorischen) Nervenfasern sofort durch diese auf die willkürlichen und unwillkürlichen Muskeln übertragen werden und erzeugen in diesem Falle die sogenannte Reflexbewegung; oder die Empfindungen werden durch den Einfluss des Willens auf die willkürlichen Muskeln übertragen und erzeugen in diesem Falle willkürliche Bewegung. Die letzterwähnte Bewegungsart ist selbstverständlich eine bewusste, aber auch die Reflexbewegung der willkürlichen Muskeln kommt dem Gehirn zum Bewusstsein durch die aus diesen Muskeln zentripetalleitenden Nervenfasern, welche die Muskelempfindung dem Gehirn mittheilen.

Durch den Einfluss des Willens kann die Uebertragung der Empfindungsbewegung auf die Muskelbewegung verhindert werden. Dabei findet eine Hemmung der Empfindungsbewegung, beziehungsweise der Vorstellungen im Gehirn statt; es wird dynamische Energie (lebendige Kraft) in potenzielle Energie (Spannkraft) umgewandelt und diese Erscheinung der Gehirnfunktion nennt man Gedächtniss. Der Wille vermag — bis zu einer gewissen

Grenze — die gehemmten, gleichsam aufgespeicherten Vorstellungen wieder frei zu machen und in Gedanken oder in willkürliche Bewegung auszulösen; in diesem Falle wird die potenzielle Energie der gesammten Vorstellungen wieder in die dynamische Energie der Gedanken und der willkürlichen Muskelarbeit umgewandelt.

§. 45. *Die Muskelbewegung (Muskelarbeit).*

Die Muskelbewegung, d. h. die Arbeit der quergestreiften und glatten Muskeln, ist eine Protoplasmabewegung, deren Zustandekommen durch den Anstoss der in den Muskeln endenden Nerven bedingt ist. Im lebenden Thierkörper bewegen sich die willkürlichen und unwillkürlichen Muskeln nicht anders als in Folge der Reizung ihrer Nerven, und zwar werden die willkürlichen Muskeln gereizt, beziehungsweise in Bewegung versetzt, durch die mit dem Zentralnervensystem verbundenen sogenannten motorischen Nervenfasern, die unwillkürlichen Muskeln aber durch die Nervenfasern des sympathischen Nervensystems, das dem Einflusse des Willens entzogen ist.

Durch die Reizung der Muskelnerven, deren letzte Endigungen wahrscheinlich mit den Kernen der gestreiften Muskelfasern und den glatten Faserzellen in Verbindung stehen, wird der protoplasmatische Inhalt (der eine hochatomige und locker verbundene stickstoff- und kohlenstoffreiche Substanz, die sogenannte inogene Substanz*) enthält) zersetzt und durch diese Zersetzung:

1. eine festere chemische Verbindung mit geringer Atomzahl erzeugt, welche weniger Raum einnimmt, wie die frühere hochatomige lockere Verbindung;

2. Kohlensäure und Milchsäure abgeschieden, welche Oxydationsprodukte aus der Zersetzung jener sogenannnten inogenen Substanz hervorgehen. Es handelt sich also bei der Muskelbewegung um einen durch den gereizten Muskelnerven (wahrscheinlich in ähnlicher Weise wie durch den elektrischen Strom) eingeleiteten chemischen Spaltungs- und Oxydationsvorgang, wobei der neu entstehende, fester verbundene Körper, weil er einen

*) Diese noch hypothetische Substanz soll zusammengesetzt sein aus einem Eiweisskörper, dem Myosin, und einer kohlenstoffreichen Verbindung. Eine Erklärung der chemischen Vorgänge bei der Muskelarbeit findet sich in dem Abschnitte über den Stoffwechsel.

geringeren Raum einnimmt, die Muskelfaser zusammenzieht; die Oxydationsprodukte werden vom Blute fortgeführt. Die durch Zersetzung der sogenannten inogenen Substanz entstandene festere chemische Verbindung verhält sich in Bezug auf Raumerfüllung umgekehrt wie die Verbindungen, welche durch die Verbrennung von Schiesspulver entstehen; diese nehmen plötzlich einen grösseren, jene einen kleineren Raum ein. Dagegen verhält sich die neue Verbindung im Muskelprotoplasma, ähnlich wie eine Sehne beim Kochen, in welcher durch Eiweissgerinnung eine Verkürzung entsteht.

Da die Muskelfasern mit anderen Geweben verbunden sind, wie die Knochen und die äussere Haut, an welche die quergestreiften Muskeln befestigt sind, und wie die Schleimhäute und die Gefässhäute, mit welchen die glatten Muskeln verbunden sind, so werden diese Gewebe, beziehungsweise die aus denselben zusammengesetzten Organe, durch die sich zusammenziehenden Muskeln in Bewegung gesetzt, wobei Seitens der Muskeln ein gewisser Widerstand zu überwinden ist, d. h. die Muskeln verrichten Arbeit.

Die Muskelarbeit ist also eine Folge chemischer Wechselwirkungen; sie kommt zu Stande durch den Nervenreiz, beziehungsweise: sie wird durch denselben „ausgelöst". Ausser der Muskelarbeit aber wird durch jenen chemischen Vorgang Wärme erzeugt, welche aber im Thierkörper nicht in Arbeit umgewandelt werden kann, weil eine der Hauptbedingungen für die Umwandlung von Wärme in Arbeit, nämlich die Uebertragung der als Wärme bezeichneten molekularen Bewegung von einem wärmeren auf einen kälteren Körper, im thierischen Organismus fehlt. Der Thierkörper ist überall nahezu gleichwarm und es kann daher in ihm nirgends Wärme in Arbeit umgewandelt werden. Aber die thierische Wärme selbst stammt zumeist aus denselben chemischen Vorgängen, durch welche die Muskelarbeit erzeugt wird, d. h. der Nervenreiz, welcher in den Muskeln die Spaltung der sogenannten inogenen Substanz und die gleichzeitige Oxydation des Kohlenstoffes bewirkt, erzeugt Muskelarbeit und Wärme, und zwar letztere in bedeutend grösserer Menge als erstere*).

---

*) Für den Menschen und die arbeitenden Hausthiere verhält sich die mögliche tägliche Arbeitsmenge zur täglich erzeugten Wärmemenge, etwa wie 1:6, während in der Dampfmaschine aus der erzeugten Wärme nur etwa $^1/_{20}$ Arbeit gewonnen werden kann.

Dass gleichzeitig mit der Muskelarbeit Wärme erzeugt wird, erkennt man aus der Thatsache, dass Menschen und Thiere bei angestrengter Muskelarbeit warm werden. Wenn man die Gleichzeitigkeit von Muskelarbeit und Wärme festhält, dann lässt sich die Muskelarbeit als die Hauptquelle der thierischen Wärme ansehen; in Wahrheit aber ist der chemische Spaltungs- und Oxydationsvorgang im Muskelprotoplasma die Quelle von Arbeit und Wärme.

ZWEITES BUCH.

Der Organismus der Wirbelthiere

und der

Stützapparat der landwirthschaftlichen Hausthiere.

VIERTER ABSCHNITT.

Der Organismus der Wirbelthiere.

Neuntes Kapitel.

Die organischen Apparate der Wirbelthiere.

§. 46. *Allgemeines.*

Im ersten Abschnitte haben wir erfahren, dass aus den thierischen Zellen, durch Differenzirung ihres Protoplasmas (d. h. durch Umwandlung desselben in eine homogene, oder in eine körnige, oder in eine faserige Grundsubstanz) sich die Gewebe entwickeln. Eine Vereinigung gleichartiger oder verschiedenartiger Gewebe nennen wir, in Bezug auf irgendwelche Lebensthätigkeit, — ein Organ (von ὄργανον, Werkzeug); das Organ ist also gleichsam das Werkzeug einer Lebensthätigkeit. Die Gesammtheit der Organe eines lebenden Körpers bildet den Organismus. Es gibt Organismen, welche nur aus einer Zelle bestehen. Die höheren Organismen aber besitzen stets mehrere Organe und diese bestehen aus einer Mehrzahl von Zellen und Geweben.*)

Eine Vereinigung von Organen nennen wir in Bezug auf die Gleichartigkeit ihrer Form und ihrer Entwicklung —

---

*) In höheren Organismen pflegt man eine einzelne Zelle nicht ein Organ zu nennen. Die Bezeichnung der Zelle als „Elementar-Organismus" stützt sich auf die Thatsache, dass die vier organischen Grundfunktionen aus der Lebensthätigkeit jeder thierischen Zelle sich ergeben. Aber diese vier Grundfunktionen sind nicht an besondere Werkzeuge der Zelle gebunden, sondern jene sind die verschiedenartigen Bewegungsformen (Kraftäusserungen) des Zellenprotoplasmas. Die lebende Zelle ist ein Organismus, beziehungsweise ein Formelement des Lebens, oder wenn man will: sie ist das Lebenselement.

ein organisches System, in Bezug auf die Einheit ihrer Funktion — einen organischen Apparat. Ein quer gestreifter Muskel z. B. ist zusammengesetzt aus Muskelgewebe, Bindegewebe, Nervengewebe. In Bezug auf seine Lebensthätigkeit bezeichnen wir ihn als das Organ der willkürlichen Bewegung; die Vereinigung sämmtlicher Muskeln nennen wir in Bezug auf die Gleichartigkeit ihrer Form und ihrer Entwicklung — das Muskelsystem; in Bezug auf ihre einheitliche Funktion — den Bewegungsapparat, oder richtiger: den Apparat der willkürlichen Bewegung.

Den vier Elementarfunktionen des Thierkörpers entsprechen vier Hauptapparate, nämlich:

1. der Ernährungsapparat;
2. der Zeugungsapparat;
3. der Empfindungsapparat;
4. der Bewegungsapparat.

Auf je höherer Organisationsstufe die Thiere stehen, desto mehr Organe betheiligen sich an der Zusammensetzung dieser vier Hauptapparate, die allen Thieren zukommen, mit alleiniger Ausnahme der einzelligen Organismen, in welchen das Protoplasma allein jene vier Hauptapparate in sich vereinigt. In den höher organisirten Formen der wirbellosen Thiere und in allen Wirbelthieren tritt zu jenen vier Hauptapparaten noch ein fünfter hinzu, nämlich der Stützapparat, der bei den wirbellosen Thieren als eine Verdickung eines Theiles des Empfindungsapparates erscheint, nämlich als Chitinpanzer oder als Kiesel-, beziehungsweise Kalkschicht der äusseren Haut. Wir können diese Verdickungen als äusseres Skelet bezeichnen. Bei den Wirbelthieren besteht der Stützapparat aus Knorpeln und Knochen, welche das innere Skelet bilden.

Mit Rücksicht auf das Verständniss des Bauplanes der Wirbelthiere, insbesondere der landwirthschaftlichen Hausthiere, werden wir in der folgenden Uebersicht über die Zusammensetzung jener fünf Hauptapparate, und in der ausführlicheren Beschreibung derselben im Abschnitt fünf bis neun, mit dem Stützapparat beginnen, und demselben dann den Bewegungsapparat, den Empfindungsapparat, den Ernährungsapparat und den Zeugungsapparat folgen lassen. Als zehnter Abschnitt wird sich dann anschliessen: die Entwicklungsgeschichte der Hausthierformen.

Zum Stützapparate gehört ausser dem Knochensystem, streng genommen auch das System der äusseren Haut, welche die äussere Stütze des Thierkörpers

bildet. Da aber die äussere Haut bei den Wirbelthieren, und insbesondere bei den Säugethieren, hauptsächlich als Sinnesorgan (als Tastorgan) funktionirt, so werden wir die äussere Haut, wie allgemein üblich, dem Empfindungsapparate unterordnen.

§. 47. *Der Stützapparat.*

Der Stützapparat ist zusammengesetzt aus den Geweben des Knorpels, des Knochens und des Bindegewebes. Im Embryo besteht der Stützapparat hauptsächlich aus Knorpel, zum geringen Theile, nämlich nur die Deckknochen des Schädels, aus Bindegewebe. Im erwachsenen Wirbelthiere bildet die Hauptmasse des Stützapparates das Knochengewebe; das Knorpelgewebe ist nur beschränkt auf die Knochenenden, das Bindegewebe auf die Knochenhaut, auf die Umhüllungen der Blutgefässe in den Markkanälen und auf diese selbst (d. h. auf deren Gefässhaut), sowie auf das mit reichlichen Fettzellen erfüllte Knochenmark, welches ebenfalls Blutgefässe enthält.

Der Stützapparat des Wirbelthieres besteht aus zahlreichen verschieden geformten Knochen, welche an ihren knorpeligen Enden durch bindegewebige Häute und Stränge — den Gelenkkapseln und Gelenkbändern — beweglich zusammengehalten werden. Die Beweglichkeit des Knochengerüstes (Skeletes) ist um so grösser, je mehr Gelenke an demselben vorkommen. An gewissen Orten des Thierkörpers aber, wo die Knochen lediglich die Bedeutung von Schutzorganen haben, wie z. B. am Schädel, da sind sie unbeweglich (durch sogenannte Nähte) mit einander verbunden. An anderen Orten, wo die Knochen Höhlen umschliessen, aber auch zugleich dem Bewegungsapparate zu dienen haben, wie z. B. an der Wirbelsäule, wo sie in Form von Wirbeln den Rückenmarkskanal, in Form von Rippen die Brusthöhle umschliessen, ist ihre Beweglichkeit beschränkt.

Vermöge der Beweglichkeit der Knochen in den Gelenken bilden sie die Stütze, beziehungsweise den Angriffspunkt für die willkürlichen Muskeln, d. h. die beweglichen Knochen dienen denselben als Hebeln für die aufrechte Stellung und für die Ortsbewegung des ganzen Körpers oder einzelner Theile derselben. Die aufrechte Stellung des Thieres, wobei sie sich (wenn wir von der schwimmenden und kriechenden Bewegung absehen) auf vier oder auf zwei Glieder stützen, beruht ebenfalls auf Muskel-

wirkung. Die Knochen bilden also sowohl im ruhenden, wie im Bewegungszustande des Thieres, die Stützen für die bewegenden Muskeln; in dieser Beziehung kann man das Knochensystem als passiven Bewegungsapparat bezeichnen, im Gegensatze zu dem Systeme der willkürlichen Muskeln, welches den aktiven Bewegungsapparat bildet.

§. 48. *Der Bewegungsapparat.*

Der Bewegungsapparat besteht aus dem Gewebe der willkürlichen*) Muskeln, aus Bindegewebe (in der Form der Sehnen und Schleimscheiden, der Muskelhaut [perimysium] und der Muskelbinde [fascia], der Blut- und Lymphgefässe) und aus Nervengewebe. Wenn wir von den fast alle Gewebe durchsetzenden Gefässe und Nerven absehen, so bilden die willkürlichen Muskeln mit ihren Sehnen, durch welche sie an den Knochen befestigt werden, und mit ihren Muskelbinden, welche gewisse Gruppen von Muskeln zusammenhalten, ein zusammenhängendes System, das als die fleischige Hülle der Knochen erscheint. Nur wenige willkürliche Muskeln kommen in den Körperhöhlen vor, dahin gehören: die Augenmuskeln, die Zungenmuskeln, die Muskeln des weichen Gaumens und des Schlundkopfes, sowie der Brustbeinmuskel der Rippen (m. triangularis sterni) und der Zwerchfellmuskel. Alle übrigen Muskeln liegen an der Aussenfläche der Knochen, oder zwischen denselben. Die Muskeln verlaufen:

1. von Knochen zu Knochen, wobei sie mindestens ein Gelenk überschreiten, das den Drehpunkt bildet für die sich gegeneinander bewegenden Knochen;

2. von Knochen zu Haut, oder zu Hautknorpel (z. B. Ohrknorpel), in welchem Falle sie die Haut oder den Hautknorpel bewegen;

3. von Muskelbinden zu Knochen, in welchem Falle die Muskelbinden durch die Verbindung mit ihren Muskeln, die sie überziehen, den festen Punkt bilden, dem sich der bewegliche Knochen nähert;

---

*) Die unwillkürlichen Muskeln werden herkömmlicherweise nicht zum Bewegungsapparate gerechnet, sondern im Zusammenhange mit dem Ernährungs- und dem Zeugungsapparate behandelt.

4. von Knochen zu Weichtheilen (z. B. die Zungenmuskeln), welche letztere durch die Zusammenziehung ihrer Muskeln den Knochen zugeführt werden.

In jedem Falle wird der mehr bewegliche Theil dem minder beweglichen genähert; letzterer wird als Ursprung, ersterer als Ansatz des Muskels bezeichnet. Im Allgemeinen liegt der Ursprung der Muskeln dem Mittelpunkte, beziehungsweise dem Schwerpunkte des Thierkörpers näher als der Ansatz; an den Gliedern des Körpers liegt der Ursprung höher als der Ansatz, d. h. die unteren Theile der Glieder sind beweglicher als die oberen. Doch gibt es mehrere Gruppen von Muskeln, wie namentlich die Halsmuskeln, welche ihren beweglichen Punkt zu verändern vermögen, d. h. sie können im angeführten Falle eben so wohl den Kopf gegen das festgestellte Vorderglied herabziehen, wie sie (wenn der Kopf durch die Nackenmuskeln festgestellt ist), das Vorderglied gegen den Kopf heben können. Die meisten Thiere können ferner eben so wohl das Vorderglied an den festgestellten Rumpf ziehen, wie den Rumpf an das festgestellte Vorderglied.

Jede Ortsbewegung auf dem Lande kommt durch eine Verrückung des Schwerpunktes im Thierkörper zu Stande. Wenn das Thier den Schwerpunkt seines Körpers durch Streckung seiner Hinterglieder vorschiebt und den vorn überfallenden Körper mit den Vordergliedern auffängt, so entsteht die Vorwärtsbewegung; wird der Schwerpunkt durch Streckung der Vorderglieder nach hinten geschoben, so entsteht die Rückwärtsbewegung; durch seitliche Verrückung des Schwerpunktes entsteht die Seitwärtsbewegung. Die Thiere, welche im Wasser oder in der Luft schwimmen, bewegen sich dadurch, dass sie ihren Rumpf zwischen den Vordergliedern (Brustflossen und Flügel) vorwärtsschieben, indem sie diese auf Wasser oder Luft stützen; die Richtung der Bewegung, beziehungsweise die Steuerung, wird dem Körper durch die Steuertheile des Rumpfes (Schwanzflossen und Schwanzfedern) ertheilt.

Die bewegende Kraft entsteht durch Spaltung der das Muskelprotoplasma bildenden sogenannten inogenen Substanz und durch Oxydation des Kohlenstoffes und des Wasserstoffes derselben zu Kohlensäure und Milchsäure.

§. 49. *Der Empfindungsapparat.*

Der Empfindungsapparat umfasst das Nervensystem und den Sinnesapparat.

Das Nervensystem besteht aus Nervenzellen und Nervenfasern, welche zu drei Gruppen vereinigt sind: zu dem zentralen Theile (Gehirn und Rückenmark), zu dem peripherischen Theile (Empfindungs- und Bewegungsnerven) und zu dem sympathischen Nervengeflecht. Diese drei Abtheilungen des Nervensystems stehen mit einander im leitenden Zusammenhange, aber nur der zentrale und der peripherische Theil stehen mit Willensorganen in Verbindung; das sympathische Nervengeflecht ist dem Einflusse des Willens entzogen.

Die Nervenzellen, welche die Masse der grauen Substanz bilden, sind überall durch Nervenfasern, entweder unter sich oder mit peripherischen Reizapparaten verbunden. Die Nervenfasern, welche zwei oder mehrere Nervenzellen mit einander verbinden, werden als zentrale bezeichnet. Die Nervenfasern, welche die Nervenzellen mit den peripherischen Reizapparaten verbinden, werden sensibele Fasern genannt, wenn sie zwischen Nervenzellen und den Organen des Sinnesapparates verlaufen; motorische Fasern, wenn sie den Bewegungsapparat mit Nervenzellen in Verbindung setzen; sekretorische Fasern, wenn sie zwischen Nervenzellen und Drüsenzellen einen leitenden Zusammenhang herstellen. Die Struktur dieser drei Arten von Nervenfasern ist die gleiche, sie unterscheiden sich nur durch ihre verschiedenartige Funktion. Die sensibelen Fasern leiten die ihnen von Aussen mitgetheilte Erregung von den Sinnesorganen oder von den Muskeln zum Zentralorgan des Nervensystems und sie erregen Empfindung (zentripetal leitende Fasern); die motorischen und sekretorischen Fasern aber leiten die ihnen vom Zentralorgane übertragene Bewegung aus demselben zu Muskeln und Drüsen (zentrifugalleitende Fasern), und sie bewirken Muskelarbeit und Drüsenarbeit. Die drei Arten von Nervenfasern sind in ihrem Verlaufe nicht leitend mit einander verbunden, wenn sie auch neben einander liegen; die Uebertragung der Bewegung von zentripetal- auf zentrifugalleitende Fasern geschieht in den Nervenzellen; dagegen findet eine Uebertragung von zentrifugalleitenden auf zentripetalleitende Fasern, beziehungsweise von

motorischen und sekretorischen Nervenfasern auf sensibele nicht statt; wohl aber enthalten die Muskeln sensibele Fasern, welche die Muskelbewegung dem Gehirn zum Bewusstsein bringen, beziehungsweise in demselben das Muskelgefühl erregen.

Der Sinnesapparat besteht aus fünf Organen: dem Tastorgan, dem Sehorgan, dem Hörorgan, dem Geruchsorgan und dem Geschmacksorgan. Diese Organe kennzeichnen sich als Endapparate*) der Sinnesnerven, welche in denselben flächenartig ausgebreitet sind. Jedes Sinnesorgan besteht im Wesentlichen aus einer Haut, in welcher der Sinnesnerv sich verzweigt und mit einer peripherischen Anschwellung (Endapparat) endet. Die Nervenhaut der Sinnesorgane ist entweder den reizenden Einflüssen der Aussenwelt unmittelbar zugänglich, wie im Tastorgane, sowie im Geruchs- und Geschmacksorgane; oder jene Einflüsse werden durch licht- und schallleitende Medien, wie im Sehorgane und im Hörorgane, dem Sinnesnerven zugeführt; die beiden letztgenannten Sinnesorgane werden durch besondere Schutzorgane vor schädlichen Einflüssen der Aussenwelt bewahrt.

§. 50. *Der Ernährungsapparat.*

Unter Ernährung begreifen wir einerseits die Einfuhr von Spannkraft, beziehungsweise von potenzieller Energie (verbunden mit Nahrungsmitteln und mit Sauerstoff), in den Organismus, woraus lebendige Kraft, beziehungsweise dynamische Energie, in Form von sichtbarer Bewegung (Arbeit) und von Wärme erzeugt wird; andrerseits die Abfuhr der mit Sauerstoff gesättigten Verbindungen, durch deren chemisches Vereinigungsbestreben Arbeit und Wärme entstanden sind. Der Ernährungsvorgang kennzeichnet sich also einmal als Stoffwechsel, und zwar als ein Wechsel von niedrig oxydirten und hoch oxydirten Stoffen; sodann als Kraftwechsel, d. h. als ein Wechsel von Spannkraft und von lebendiger Kraft.

Der Ernährungsapparat umfasst folgende, dem Stoff- und Kraftwechsel dienende Apparate:

---

*) Die Bezeichnung „Endapparat" ist nur im entwicklungsgeschichtlichen Sinne richtig; in Bezug auf die physiologische Leistung muss man jene Apparate als Ursprungsapparate der Sinnesnerven, beziehungsweise als Reizaufnahmeapparate bezeichnen.

1. den Verdauungsapparat, in dem die aufgenommene Nahrung zerkleinert, erweicht und chemisch umgewandelt wird, so dass sie die Fähigkeit erlangt in die Blutbahn aufgenommen zu werden;

2. den Kreislaufapparat, der aus aufsaugenden (Saugadersystem) und vertheilenden (Blutgefässsystem) Kanälen besteht, in welchen die im Verdauungsapparate aufgesogenen Nährstoffe und der im Athmungsapparate aufgenommene Sauerstoff, sowie die verbrauchten Gewebsstoffe im Organismus vertheilt und letztere ausgeschieden werden;

3. den Athmungsapparat, in welchem aus der eingeathmeten Luft freier Sauerstoff an die Blutzellen gebunden und aus der Blutflüssigkeit Kohlensäure abgeschieden, beziehungsweise ausgeathmet wird; diesem in den Lungen vor sich gehenden Gasaustausch steht die sogenannte Gewebeathmung gegenüber, indem in den Geweben das Blut Sauerstoff ausgibt und Kohlensäure aufnimmt;

4. den Absonderungsapparat, der den Harnapparat und die Schweissdrüsen der äusseren Haut umfasst; in beiden werden aus dem Blute Wasser und Salze abgeschieden; in den Nieren kommt der aus den stickstoffhaltigen Zersetzungsprodukten gebildete Harnstoff zur Ausscheidung. Ein kleiner Theil der zersetzten Gewebsstoffe wird auch durch den Darm ausgeschieden.

Die Gewebe, welche den Ernährungsapparat zusammensetzen, sind vorwiegend die verschiedenen Formen des Bindegewebes und des Oberhautgewebes (Epithelien und Drüsenzellen), ferner glatte Muskelfasern, Nerven und Gefässe; die Nervenfasern und Nervenzellen des Ernährungsapparates gehören zumeist dem sympathischen Nervengeflechte an.

§. 51. *Der Zeugungsapparat.*

Der Zeugungsapparat besteht:

1. aus der Zeugungsdrüse, in welcher die Zeugungsstoffe (Same und Ei) bereitet werden;

2. aus den Leitungsorganen für diese Stoffe; und

3. (bei den weiblichen Säugethieren) aus dem Fruchthälter.

Wir können diese drei Organe des Zeugungsapparates auch bezeichnen: als Geschlechtsorgan, als Paarungsorgan und als Fruchtbildungsorgan.

Das Geschlechtsorgan bildet die dem männlichen und weiblichen Geschlechte eigenthümlichen Zeugungsstoffe während eines bestimmten Zeitraumes, der mit dem vollendeten Wachsthume des Individuums beginnt und dessen Dauer verschieden ist; die Bildung der weiblichen Zeugungsstoffe ist stets an bestimmte Perioden gebunden, während die männlichen Zeugungsstoffe nur bei wilden Thieren periodisch reifen, bei Thieren im Hausstande aber fortwährend abgesondert werden.

Die männlichen und weiblichen Paarungsorgane, d. h. die Ruthe und die Scheide, bilden während des Paarungsaktes einen zusammenhängenden Kanal, durch welchen die männlichen Zeugungsstoffe in den Fruchthälter des weiblichen Thieres hinübergeleitet werden.

Das Fruchtbildungsorgan (Fruchthälter) des weiblichen Thieres steht mittelst des Eileiters mit dem weiblichen Geschlechtsorgane (Eierstock) im Zusammenhange. Das vom Eierstocke losgelöste Ei wird entweder im Eileiter oder im Fruchthälter befruchtet, d. h. ihre Keimzelle wird von den eindringenden Samenkörperchen zur fortschreitenden Theilung angeregt. Die Entwicklung des befruchteten Eies und die Ernährung der Frucht mittelst des Blutes der Mutter, geschieht bei den Säugethieren im Fruchthälter, der bei einem gewissen Grade der Entwicklung der Frucht dieselbe durch die Scheide ausstösst, welchen Vorgang man als Geburt bezeichnet.

Die Gewebe des Zeugungsapparates bestehen aus Bindegewebe und Oberhautgewebe (Epithelien und Drüsenzellen), aus glatten Muskelfasern, Nerven und Gefässen.

Zehntes Kapitel.

Der Bauplan des Körpers der Säugethiere.

§. 52. *Die Axen und Ebenen des Säugethierkörpers.*

Der Körper der Säugethiere hat zwei zur Erdoberfläche wagrechte Axen: die Längsaxe, welche vorn und hinten verbindet, und die Queraxe, welche rechts und links verbindet; er hat ferner eine zur Erdoberfläche senkrechte Axe: die Höhenaxe, welche oben und unten verbindet.

Führt man mit der Höhenaxe einen Schnitt durch die Mittellinie des Körpers in der Richtung der Längsaxe, so dass der Körper in zwei gleiche Hälften getheilt wird, eine rechte und eine linke, so heisst dieser Schnitt der Medianschnitt und die dadurch geschaffene Ebene: die Medianebene. Alle dem Medianschnitte und der Medianebene parallelen Schnitte und Ebenen, welche von der Längs- und Höhenaxe begrenzt werden und die Richtung der Pfeilnaht (sutura sagittalis) des Schädels verfolgen, heissen sagittale Schnitte oder Ebenen.

Ein Schnitt mit der Höhenaxe in der Richtung der Queraxe des Körpers, welcher diesen in einen Vorder- und Hintertheil, beziehungsweise in einen Kopf- und Schwanztheil trennt, und der Stirn des Thieres (bei senkrechter Haltung des Kopfes) parallel ist, heisst Stirnschnitt (Frontalschnitt) und die dadurch geschaffene Ebene: Stirnebene (Frontalebene).

Führt man endlich mit der Queraxe einen Schnitt in der Richtung der Längsaxe, so nennt man diesen Schnitt: Horizontalschnitt, und die dadurch geschaffene Ebene: Horizontalebene. Durch diesen Schnitt wird der Körper in einen oberen (Rücken-) und einen unteren (Bauch-) Theil getrennt.

Die Seiten und Flächen der Körpertheile, welche der Medianebene zugewandt sind, heissen mediale, die welche die entgegengesetzte Richtung haben: laterale. Diejenigen Seiten und Flächen, welche eine Körperhöhle begrenzen, werden als innere bezeichnet, diejenigen, welche der Oberfläche des Körpers zunächst liegen: als äussere. Die dem Rücken zugekehrten Lagen heissen dorsale, die dem Bauche zugekehrten ventrale.

Beide Körperhälften sind symmetrisch gebaut, wenn auch die Symmetrie keine vollständige ist. Die rechte Körperhälfte enthält also dieselben Organe wie die linke, d. h. die Organe sind, mit wenigen Ausnahmen, paarig angelegt.

§. 53. *Der Bauplan des Säugethierkörpers.*

Der Körper der Säugethiere besteht aus zwei parallelen, an ihrer knöchernen Axe sich fast in ganzer Länge berührenden zylindrischen Röhren. Die obere (dorsale), von Knochen- und Knorpelringen umschlossene Röhre (Fig. 40 *a*) enthält die allein den Thieren eigenthümlichen Organe des Empfindens und Wollens, und wird die animalische Röhre genannt; die untere (ventrale) Röhre *b*, welche nur stellenweise von Knochenringen, grösstentheils aber von Weichtheilen umschlossen ist, enthält die auch den Pflanzen zukommenden Organe der Ernährung und der Zeugung, und heisst die vegetative Röhre.

Beide Röhren biegen sich an ihrem vorderen Ende nach abwärts um und bilden hier vereinigt den Kopf. Der Kopftheil der animalischen Röhre heisst der Schädel *a'*, der Kopftheil der vegetativen Röhre: das Gesicht *b'*. Hinter dem Kopfe verengert sich die hier nur aus Weichtheilen bestehende vegetative Röhre und bildet zusammen mit der gleichfalls verengerten animalischen Röhre den Hals *c*. Die vegetative Röhre aber erweitert sich sogleich wieder zu einem zylindrischen Raume, während die animalische Röhre sich in ihrem Durchmesser wenig verändert; der erweiterte Theil der vegetativen Röhre und der entsprechende Theil der animalischen Röhre werden unter dem Namen Rumpf zusammengefasst. Der Vordertheil des Rumpfes heisst Brust *d*, der mittlere Theil: Bauch *e*, der hintere Theil: Becken *f*. Nur der Brust- und der Beckentheil der vegetativen Röhre sind theilweise von Knochen umschlossen, der Bauchtheil derselben aber entbehrt des knöchernen Schutzes.

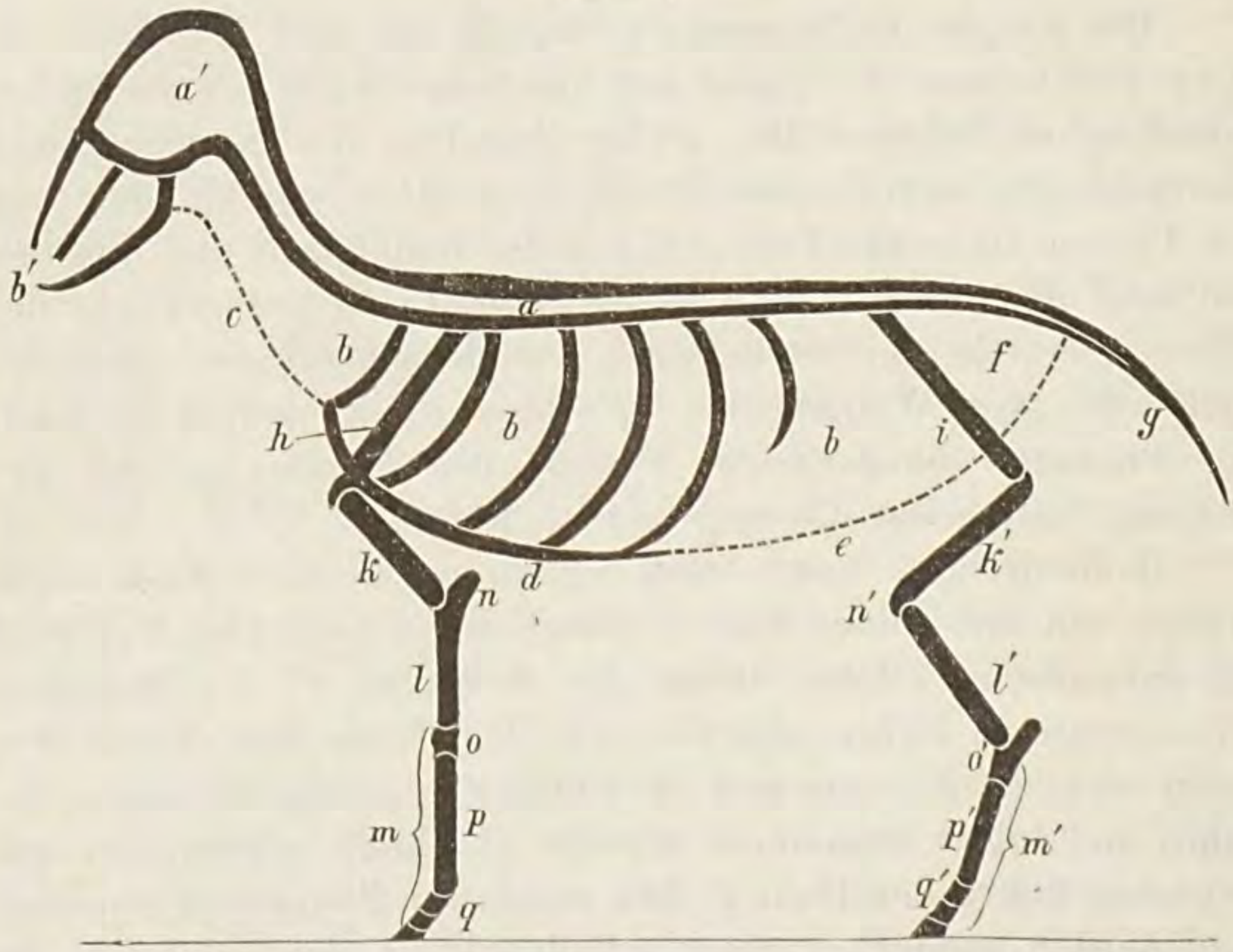
Der letzte, beziehungsweise hinterste Abschnitt des Körpers — der Schwanz *g* — wird nur auf einer kurzen Strecke allein von der in ihrem Durchmesser verjüngten animalischen Röhre, zum grössten Theile aber von soliden Knochenstücken gebildet.

Kopf, Hals, Rumpf und Schwanz des Körpers werden unter dem Begriffe „Stamm“ vereinigt. Die in den Höhlen des Kopfes

und Rumpfes eingeschlossenen Organe der vegetativen Röhre, beziehungsweise die Organe der Ernährung und der Zeugung, werden Eingeweide genannt.

Mit dem Rumpftheile der vegetativen Röhre sind am Brust- und Beckentheile derselben je ein Gliederpaar verbunden. Das vordere, oder Brustgliederpaar heisst Vorderbein; das hintere,

Fig. 40.



Schematischer Grundriss des Säugethierkörpers.

a a' animalische Röhre,	*i* Hüfte,	*n'* Knie,
b b' vegetative Röhre,	*k* Oberarm,	*o* Vorderfusswurzel,
c Hals,	*k'* Oberschenkel,	*o'* Hinterfusswurzel,
d Brust,	*l* Unterarm	*p* Vordermittelfuss,
e Bauch,	*l'* Unterschenkel,	*p'* Hintermittelfuss.
f Becken,	*m* Vorderfuss,	*q* Vorderzehen.
g Schwanz,	*m'* Hinterfuss,	*q'* Hinterzehen.
h Schulter,	*n* Ellenbogen,	

oder Beckengliederpaar: Hinterbein. Beide Gliederpaare sind durch platte Knochen und Muskeln mit den entsprechenden Theilen des Rumpfes verbunden. Man bezeichnet diese Verbindungsglieder als Gürtel und nennt den Brustgürtel: Schulter *h*, den Beckengürtel: Hüfte *i*.

Die Glieder sind aus je drei Haupttheilen und mehreren untergeordneten Theilen zusammengesetzt; die Haupttheile heissen

am Vordergliede: Oberarm *k*, Unterarm *l*, Vorderfuss *m*; am Hintergliede: Oberschenkel *k'*, Unterschenkel *l*,' Hinterfuss *m'*. Vorder- und Hinterfuss bestehen aus je drei Abschnitten, nämlich: aus der Fusswurzel, *o* und *o'*, aus dem Mittelfusse, *p* und *p'*, und aus den Zehen, *q* und *q'*. Dieser letzte, den Boden berührende Abschnitt besteht wiederum aus zwei bis drei Gliedern (Phalangen). Die Zahl der Zehen wechselt bei Säugethieren von eins bis fünf.

Die Glieder bewirken durch die Schliessung und Oeffnung ihrer Winkel die sichtbare Bewegung, beziehungsweise die Ortsveränderung des Körpers.

§. 54. *Die organischen Systeme des Säugethierkörpers.*

(Hierzu Tafel I.)

Die Wandung welche die animalische und die vegetative Röhre umgibt, besteht aus je drei Schichten. Die innere Schichte der animalischen Röhre bildet die das Zentralnervensystem umgebende fibröse Haut (Fig. 1 und 2) *a*, die innere Schichte der vegetativen Röhre die seröse Haut *b*, welche im Brusttheile (Fig. 1 *f*) das Respirationsorgan, im Lendentheile des Rumpfes (Fig. 2) die Nieren *f* und den Darm *g* umschliesst, der in einer Falte *h* (dem „Gekröse") aufgehängt ist. Die mittlere Schichte beider Röhren besteht aus Knochen *c*, welche an der gemeinsamen Axe derselben an den Wirbelkörpern vereinigt sind; dem Lendentheile des Rumpfes fehlt der vollständige Knochenring. Die äussere Schichte beider Röhren bilden die willkürlichen Muskeln *d*, welche zum Theil beiden Röhren gemeinsam sind. Endlich sind beide Röhren von einer gemeinsamen Hülle umgeben — der äusseren Haut *e*.

Die Glieder des Körpers enthalten als innere Schichte: Knochen (Fig. 3) *a*, als mittlere: willkürliche Muskeln *b*, als äussere: Haut *c*.

In der animalischen Röhre sind eingeschlossen: die Zentralorgane des Nervensystems, und zwar im Schädel (Fig. 4) *a*: das Gehirn, im Hals-, Rumpf- und Schwanztheile der animalischen Röhre *a'*: das Rückenmark. In der vegetativen Röhre sind eingeschlossen: die Eingeweide, und zwar im Gesichts-, Hals- und Brusttheile: die vorbereitenden Verdauungsorgane *b* (Zunge, Speicheldrüsen, Schlundröhre), der Athmungsapparat *c* und das

Zentralorgan (Herz) des Gefässsystems; im Bauchtheile: der Verdauungsapparat *b'* mit seinen Drüsen (Bauchspeicheldrüse und Leber), die Milz und die Nieren *d*; im Beckentheile: die Endtheile des Verdauungsapparates *b''* und des Harnapparates *d'*, sowie der Geschlechtsapparat *e*.

Den Eingang in den die ganze vegetative Röhre durchsetzenden Verdauungskanal bildet das Maul, den Ausgang an der hinteren Oeffnung der Beckenhöhle: der After. Der Harn- und Geschlechtsapparat hat eine gemeinsame, aber von dem After getrennte Oeffnung.

Den Eingang in den Respirationsapparat bilden die Nasenöffnungen, welche zunächst in die Nasenhöhle führen, die von der Maulhöhle durch den Gaumen getrennt ist. Die Nasenhöhle und die Maulhöhle öffnen sich nach hinten, beziehungsweise sie vereinigen sich in der Rachenhöhle, indem beide Kanäle sich derart kreuzen: dass der bisher oberhalb der Maulhöhle gelegene Respirationskanal am Halse unterhalb der Schlundröhre zu liegen kommt. In der Rachenhöhle also kreuzt der nach hinten und oben strebende Verdauungskanal, den nach vorn und unten strebenden Respirationskanal. An der Kreuzungsstelle schützt der Kehldeckel den Respirationskanal vor dem Einfallen von Nahrungstheilen.

An dem Eingange des Respirationskanales, d. h. in der Nasenhöhle, befindet sich das Geruchsorgan (mit der peripherischen Ausbreitung der Geruchsnerven), zur Prüfung der einzuathmenden Luft; an dem Eingange des Verdauungskanales, d. h. auf dem Rücken der Zunge, befindet sich das Geschmacksorgan (mit der peripherischen Ausbreitung der Geschmacksnerven), zur Prüfung des Geschmackes des von den Lippen erfassten Futters.

An der vorderen Grenze zwischen Schädel und Gesicht liegen die Augen mit der peripherischen Ausbreitung der Sehnerven, zur Aufnahme der Licht- und Farbenempfindungen; an der seitlichen Grenze zwischen Schädel und Gesicht liegen die Ohren, mit der peripherischen Ausbreitung der Hörnerven, zur Aufnahme der Schallempfindungen.

Sämmtliche organischen Systeme werden vermittelst der Blutgefässe von dem in der Brusthöhle gelegenen Zentralorgane des Gefässsystemes mit Nahrungsmaterial versehen; zur Abfuhr der verbrauchten Körperstoffe aber dienen die Lymphgefässe.

Von den Zentralorganen des Nervensystemes in der animalischen Röhre gehen zu allen aktiven Bewegungsorganen (will-

kürlichen Muskeln) motorische (zentrifugale) Nervenfasern; zu jenen Zentralorganen aber verlaufen die in den Sinnes- und Empfindungsorganen ihren Ursprung nehmenden sensiblen (zentripetalen) Nervenfasern.

§. 55. *Die Bezeichnung der Körpergegenden bei den landwirthschaftlichen Hausthieren.*

(Hierzu Tafel II.)

Der Körper der landwirthschaftlichen Hausthiere besteht aus fünf Haupttheilen:

1. dem Rumpf; 2. dem Gestell (Fundament); 3. dem Schwanz; 4. dem Hals; 5. dem Kopf.

1. An dem **Rumpfe** unterscheidet man folgende Gegenden:

A das Vordertheil, welches von der Vorderfläche des Rumpfes bis zu einem hinter dem oberen hinteren Schulterblattwinkel gedachten Perpendikel reicht;

B das Mitteltheil, welches von der hinteren Grenze des Vordertheiles bis zu einem vor dem äusseren Hüftknorren (Hanke) gedachten Perpendikel reicht;

C das Hintertheil, welches von der hinteren Grenze des Mitteltheiles bis zur Hinterfläche des Rumpfes reicht.

A Das Vordertheil umfasst folgende Gegenden:

a vorn, die Vorbrust;

b oben, den Widerrist, welcher den vorderen Theil des Rückens bildet;

c unten, die Unterbrust;

d zu beiden Seiten, die Schultern;

e den Bug, die Stelle wo die Schulterflächen beiderseits auf die Vorbrust umbiegen.

B Das Mitteltheil umfasst:

f oben, von der Grenze des Vordertheiles, beziehungsweise des Widerristes und der hinteren oberen Schulterspitze bis zu dem Theil des Rückens, an dem sich die letzte Rippe ansetzt: den Sattel, welcher den Mitteltheil des Rückens bildet;

g den hinteren Theil des Rückens, welcher dem Mitteltheile des Rumpfes angehörig, seitwärts keine Rippen trägt: die Lende;

h unten, soweit das Brustbein reicht: die Unterbrust; die übrige untere Fläche des Mitteltheiles heisst der Bauch, der seitwärts auf die Weichen übergeht;

i zu beiden Seiten, soweit die Rippen reichen: die Rippenflanken;

k den hinteren Seitentheil, welcher der Lende entspricht: die Weiche.

C Das Hintertheil umfasst:

l oben, in der Mittellinie, das Kreuz;

m die Rückenfläche zu beiden Seiten desselben: die Kruppe;

n die Hervorragung an dem vorderen äusseren Umfange der Kruppe: die Hüfte oder Hanke;

o nach hinten, zu beiden Seiten von der Kruppe abfallend: die Hinterbacken oder Hosen, welche in der Mittellinie

p den Damm beiderseits begrenzen, der vom unteren Umfange des Afters, beziehungsweise des Wurfes, bis zum Hodensacke, beziehungsweise zum Euter reicht;

q unten, beim männlichen Thiere: die Hodengegend (mit den Hoden und dem Schlauch), beim weiblichen: die Eutergegend;

r zu beiden Seiten: die Oberschenkel oder die Keulen.

2. Das **Gestell** (Fundament) besteht aus zwei Vorder- und zwei Hinterbeinen:

D An den Vorderbeinen unterscheidet man:

s den Unterarm;

t den Ellenbogen;

u das Vorderknie;

v den Haken;

w die Mittelhand (Vorderröhre);

x die erste Phalanx (Fessel);

y die zweite Phalanx (Krone);

z die dritte Phalanx (Huf).

E An den Hinterbeinen unterscheidet man:

s' den Unterschenkel;

t' das Hinterknie;

u' die Ferse;

v' das Sprunggelenk;

w' den Mittelfuss (Hinterröhre);

x' die erste Phalanx (Fessel);
y' die zweite Phalanx (Krone);
z' die dritte Phalanx (Huf).

3. Der **Schwanz** ist die über das Hintertheil des Rumpfes verlängerte Wirbelsäule, dessen Haut bis zur Spitze mit kurzen Haaren besetzt ist; man unterscheidet:

a' die Schwanzwurzel;
b' die mit langen Haaren besetzte Schwanzquaste.

Trägt der Schwanz von Anfang bis zu Ende lange Haare, so nennt man ihn Schweif.

4. An dem **Halse** nennt man:

c' den oberen Theil den Kamm, der beim Pferde die Mähne trägt;
d' den unteren Theil: die Kehle, welche bei den Rindern
e' die Wamme oder den Triel trägt;
f' das Genick (die Hinterhauptgegend), die Uebergangsstelle des Halses in den Kopf;
g' die Ohrdrüsenfurche, die Uebergangsstelle des Halses in das Gesicht;

5. An dem **Kopfe** unterscheidet man:

h' die zwischen den Ohren gelegene Scheitelgegend (die Mittelhauptgegend), bei Pferden mit dem Haarschopf;
i' vorn und abwärts derselben die Stirngegend (die Vorderhauptgegend);
k' zu deren beiden Seiten, in gleicher Höhe mit den Augen: die Schläfengegend;
l' unterhalb derselben, den Unterkieferwinkel umfassend: die Ganaschen (die Unterkiefergegend);
m' zwischen denselben, beziehungsweise zwischen den Unterkieferästen: den Kehlgang;
n' die Mittellinie des Gesichtes, vor- und abwärts von der Stirngegend: die Nasengegend, zu deren beiden Seiten
o' die Wangengegend;
p' vor- und abwärts der Nasengegend, zwischen den Nasenlöchern (Nüstern): die Oberlippe, bei den Wiederkäuern das Flozmaul, bei den Schweinen den Rüssel, welche Theile von oben und vorn begrenzen
q' die Maulspalte, die wiederum von unten begrenzt wird von
r' der Unterlippe.

FÜNFTER ABSCHNITT.

Der Stützapparat der landwirthschaftlichen Hausthiere.

Elftes Kapitel.

Die Form und die Verbindung der Knochen.

§. 56. *Die Form der Knochen.*

Der Form nach unterscheidet man:

1. lange oder Röhrenknochen;
2. platte oder breite Knochen;
3. kurze oder würfelförmige Knochen.

Die langen oder Röhrenknochen sind in ihrem mittleren Theile (Mittelstück oder Diaphyse) vorwiegend zylinderförmig, doch ist der Querschnitt dieses Theiles selten vollkommen rund; die mit Knorpel bekleideten Enden der Röhrenknochen (Endstücke oder Epiphysen) sind meistens verdickt oder verbreitert. Zu den Röhrenknochen gehören die Knochen der Glieder, mit Ausnahme der vorderen und hinteren Fusswurzelknochen, der sogenannten Sesambeine und des dritten Fussgliedes (des Huf- oder Klauengliedes). Das dem Rumpfe zunächst liegende Endstück der Röhrenknochen trägt den rundlichen Gelenkkopf; das entgegengesetzte Endstück: die verbreiterte Gelenkwalze. Die Röhrenknochen bestehen aus einem Mantel von fester Knochensubstanz und aus einer die Markhöhle umgebenden schwammigen Knochensubstanz, welche an den Endstücken in grösserer Masse vorkommt.

Die platten oder breiten Knochen bestehen aus zwei festen Knochenplatten mit dazwischen liegender schwammiger Substanz, welche von zahlreichen kleineren und grösseren, mit

Luft erfüllten Hohlräumen durchsetzt ist. Diese Knochenform dient zur Begrenzung von Höhlen; zu derselben gehören die Schädeldeckknochen, die Gesichtsknochen, das Schulterblatt, die Rippen, das Brustbein und die Beckenknochen.

Da wo diese Knochen mit anderen durch Gelenke verbunden sind, tragen sie knopfförmige, überknorpelte Gelenkenden.

Die kurzen Knochen sind vorwiegend würfelförmig, im Uebrigen sehr unregelmässig gestaltet und hauptsächlich dadurch gekennzeichnet, dass ihre Form den beiden vorigen Kategorien nicht untergeordnet werden kann. Die kurzen Knochen finden sich an den Theilen des Skeletes, welche Festigkeit und Beweglichkeit mit einander vereinigen; dazu gehören:

a) die durch Gelenke verbundenen und an den Gelenkenden überknorpelten Wirbelknochen, die vorderen und hinteren Fusswurzelknochen, die Sesambeine, die Huf- und Klauenglieder;

b) die unbeweglichen Knochen des Schädelgrundes.

Sämmtliche Knochen des Skeletes tragen Rauhigkeiten, Firsten und kleinere oder grössere Fortsätze zum Ansatze von Bändern, Muskeln und Sehnen; die sogenannten Muskelfortsätze erscheinen mitunter als selbstständige, d. h. durch Knorpelmasse verbundene Knochenansätze (Apophysen). Ausserdem finden sich an den meisten Knochen: Rinnen, Furchen und Löcher für die auf der Oberfläche verlaufenden und in das Innere der Knochen eintretenden Gefässe und Nerven.

§. 57. *Die Verbindung der Knochen.*

Die Knochen des Skeletes sind entweder unbeweglich oder beweglich mit einander verbunden.

A. Die unbewegliche Knochenverbindung (Synarthrosis) kommt in zwei verschiedenen Formen vor:

a) als Synchondrose erscheint sie als eine durch Knorpel- oder Bandmasse hergestellte Verbindung zwischen mehreren Stücken eines Knochens, oder zwischen zwei oder mehreren einzelnen Knochen.

Die durch Knorpelmasse hergestellten Verbindungen, werden im engeren Sinne Synchondrosen genannt, während man die durch Bandmasse bewirkte Zusammenfügung zweier oder mehrerer Knochen als Syndesmose bezeichnet.

Zu den Synchondrosen der ersten Art (welche nur im Entwicklungszustande des Thieres vorkommen und dem entsprechend transitorische Synchondrosen genannt werden können), gehört die Verbindung des Mittelstückes (Diaphyse) mit den beiden Endstücken (Epiphysen), oder mit besonderen Knochenansätzen (Apophysen) der langen Röhrenknochen. Die Knorpelscheiben, welche die verschiedenen Stücke eines Knochens mit einander verbinden, bilden den Rest der Knorpelmasse, welche im Embryo die Form des späteren Knochens einnimmt. Der Verknöcherungsprozess beginnt an den langen Röhrenknochen an mindestens drei Stellen, nämlich in der Mitte und an beiden Enden, bei manchen Knochen auch noch an mehreren, für den Ansatz von Muskeln bestimmten Vorsprüngen. Von diesen Verknöcherungspunkten wird die embryonale Knorpelmasse allseitig zurückgedrängt bis auf jene Verbindungsscheiben, die endlich auch, nachdem das Wachsthum der Knochen vollendet ist, der Knochensubstanz Platz machen.

Die häutig vorgebildeten Schädelknochen verknöchern ebenfalls von bestimmten Punkten aus, und es erhalten sich die letzten Reste der vormaligen Deckhaut als Fontanellen (Syndesmosen) zwischen den verknöcherten Schädelknochen, bis deren Wachsthum vollendet ist.

Zu den Synchondrosen der zweiten Art, welche zwei oder mehrere Knochen dauernd durch Knorpelmasse zusammenhalten, gehört die gegenseitige Verbindung der Wirbelkörper, die Verbindung der Schambeine u. s. w.

b) Als Naht (sutura) stellt sie eine sehr enge Verbindung her zwischen zwei zusammengrenzenden Knochen; die verbindende Masse schwindet bis auf eine sehr dünne Schicht. Die Naht kommt nur an den Kopfknochen vor und man unterscheidet:

α) die einfache Naht (harmonia), in welcher zwei Knochen mit glatten Rändern aneinander liegen, wie z. B. die Nasenbeine;

β) die gezahnte Naht (sutura dentata s. serrata), in welcher die zwei zusammenstossenden Knochenränder ausgezackt sind und wie die verschränkten Finger zweier menschlicher Hände in einander greifen; solche Nähte finden sich an der Verbindungsstelle der Scheitel- und Stirnbeine des Schädels;

γ) die Schuppennaht, (sutura squamosa), in welcher der zugeschärfte Rand eines Knochens über den Rand des angrenzenden

Knochens übergreift, wie z. B. an der Verbindungsstelle des Scheitelbeines mit dem Schläfenbeine;

δ) die Einkeilung (Gomphosis), worunter man die Befestigung des Zahnes in seinem, den knöchernen Kiefern angehörenden Zahnfache versteht.

B. Die bewegliche Knochenverbindung nennt man Gelenk (Diarthrosis). In den Gelenken sind die überknorpelten Endstücke zweier zusammenstossender Knochen durch Bandmasse mit einander verbunden. Die Gelenke gestatten, je nach ihrer Form, eine geringere oder eine grössere gegenseitige Bewegung der verbundenen Knochen. Man unterscheidet vier Arten von Gelenken:

a) das straffe Gelenk (Amphiarthrosis) gestattet nur eine sehr geringe Beweglichkeit der sehr fest verbundenen Knochen; diese Gelenke finden sich z. B. an den Vorder- und Hinterfusswurzelknochen;

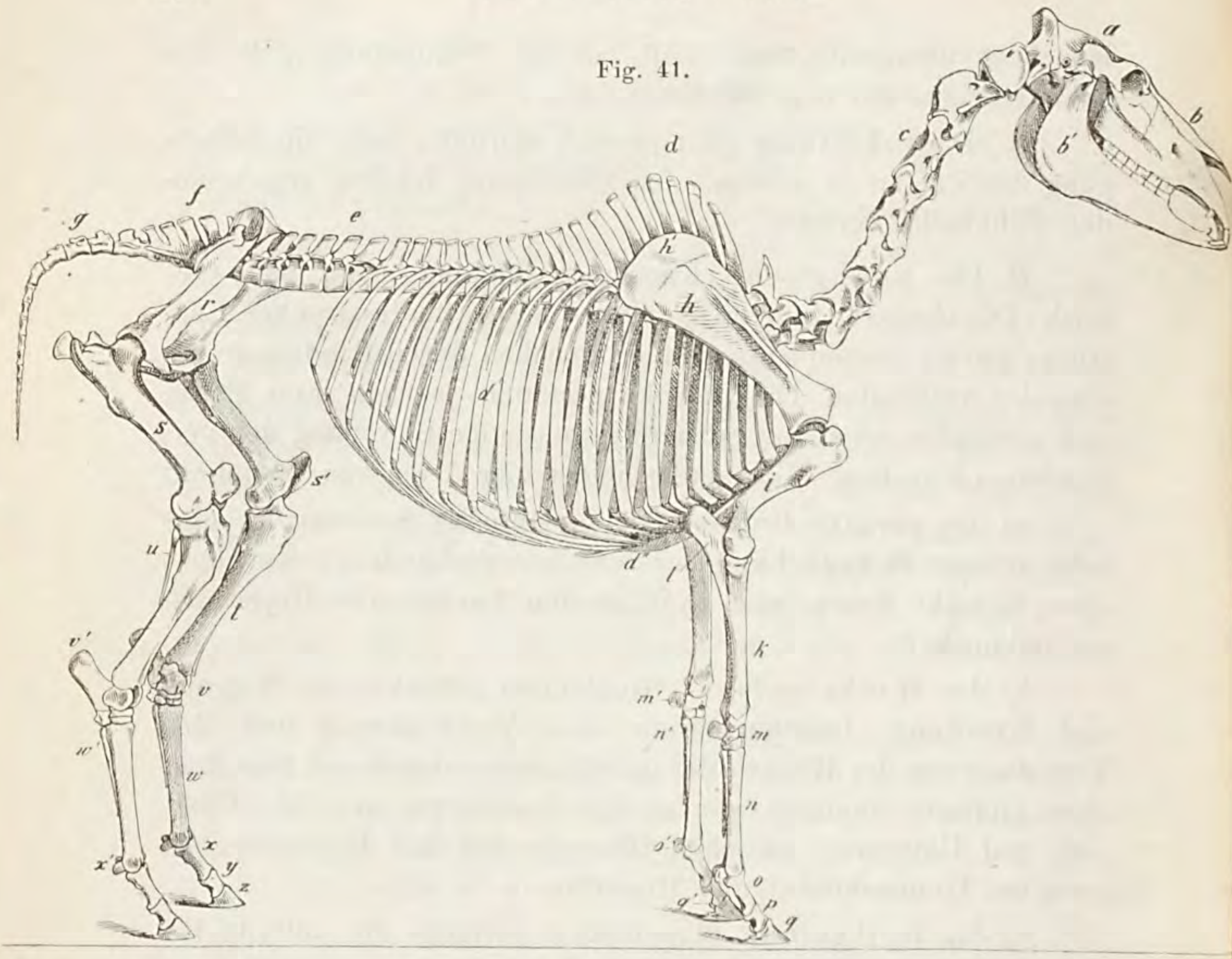
b) das Winkelgelenk (Ginglymus) gestattet eine Beugung und Streckung, beziehungsweise eine Verkleinerung und eine Vergrösserung des Winkels der miteinander verbundenen Knochen; diese Gelenke kommen vor an der Verbindung zwischen Oberarm und Unterarm, zwischen Oberschenkel und Unterschenkel, zwischen Unterschenkel und Hinterfuss u. s. w.;

c) das Rollgelenk (Trochoïdes) gestattet die rollende Bewegung eines Gelenkkopfes auf einer einen Kreisausschnitt bildenden Gelenkfläche des anderen Knochens; dieses Gelenk ist beschränkt auf die Verbindung des 2. und 1. Halswirbels, sowie der Speiche und des Ellenbogenbeines am Unterarme;

d) das freie Gelenk (Arthrodia) gestattet die mehrseitige Bewegung zweier, mit kugelförmigen Gelenkflächen versehener Knochen, nämlich die Beugung und Streckung, die Aus- und Einwärtsführung, sowie die Drehung; dahin gehört das Gelenk zwischen Oberarm und Schulterblatt, und zwischen Oberschenkel und Hüftbein.

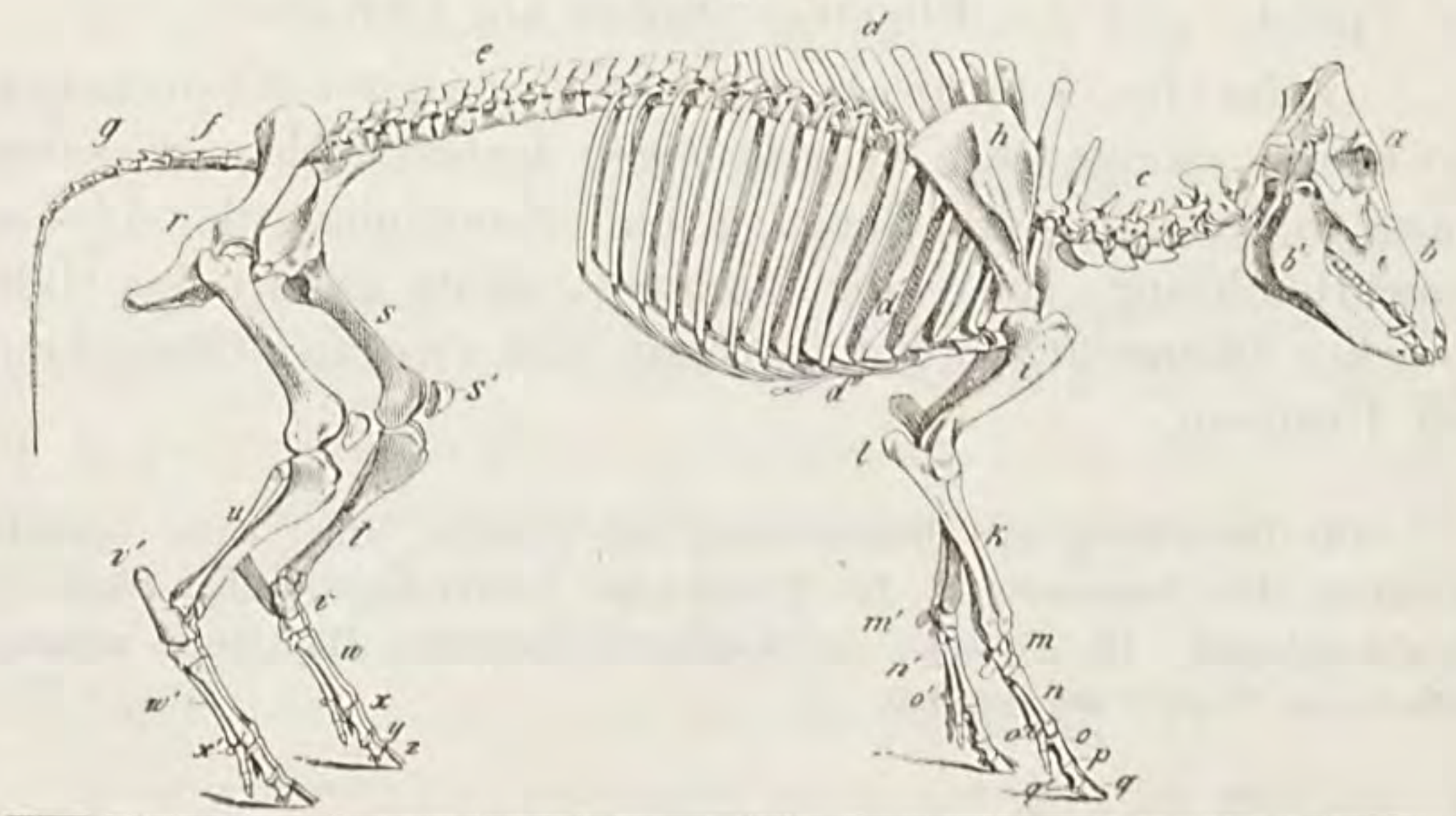
Die Darstellung und Beschreibung der Gelenke bildet einen besonderen Abschnitt der Anatomie — die Gelenklehre (Arthrologia) oder Bänderlehre (Syndesmologia). Die Gelenke der landwirthschaftlichen Hausthiere werden im fünfzehnten Kapitel abgehandelt.

Fig. 41.



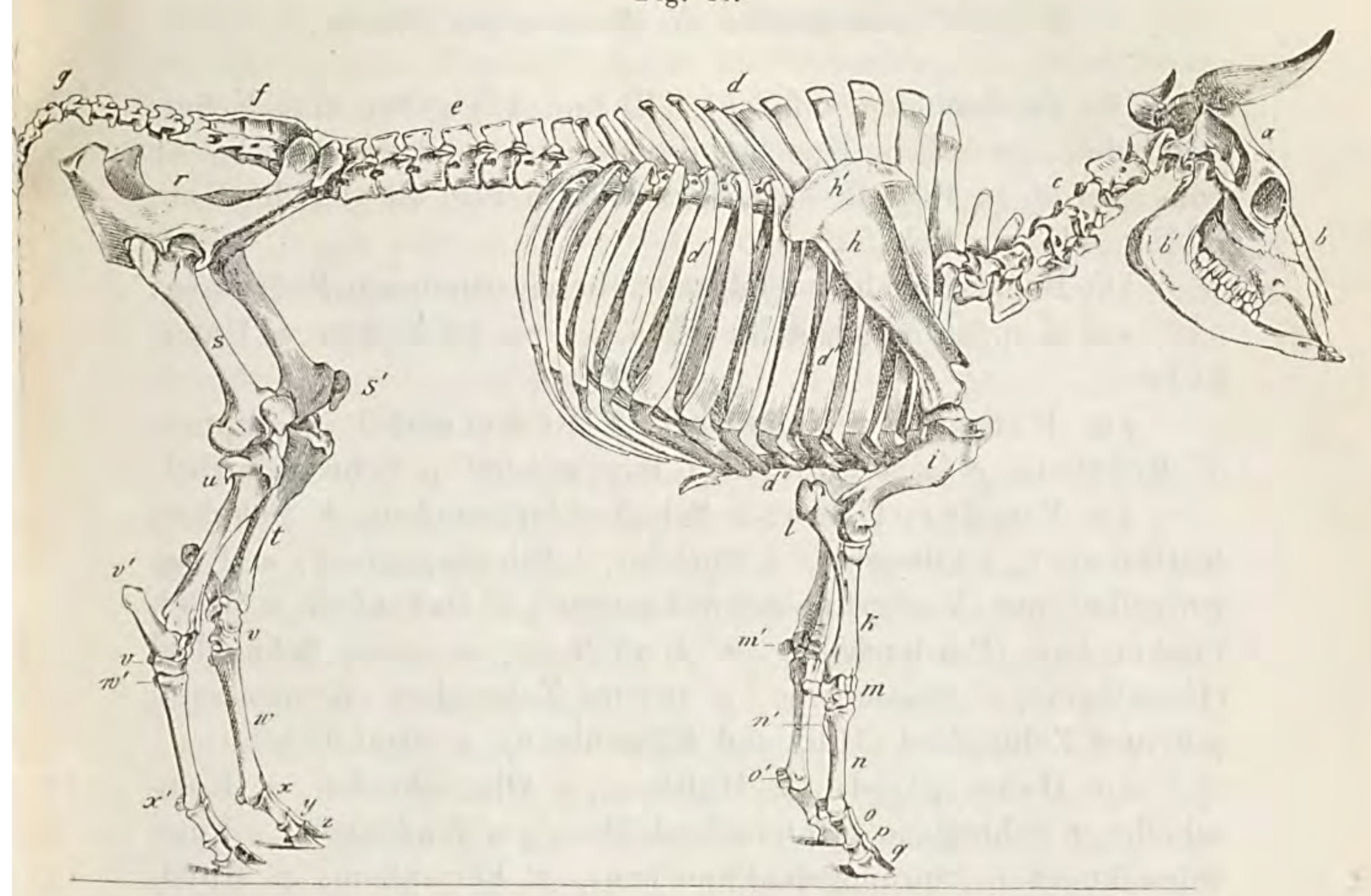
Skelet eines Pferdes ($^1/_{16}$ N. Gr.).

Fig. 42.



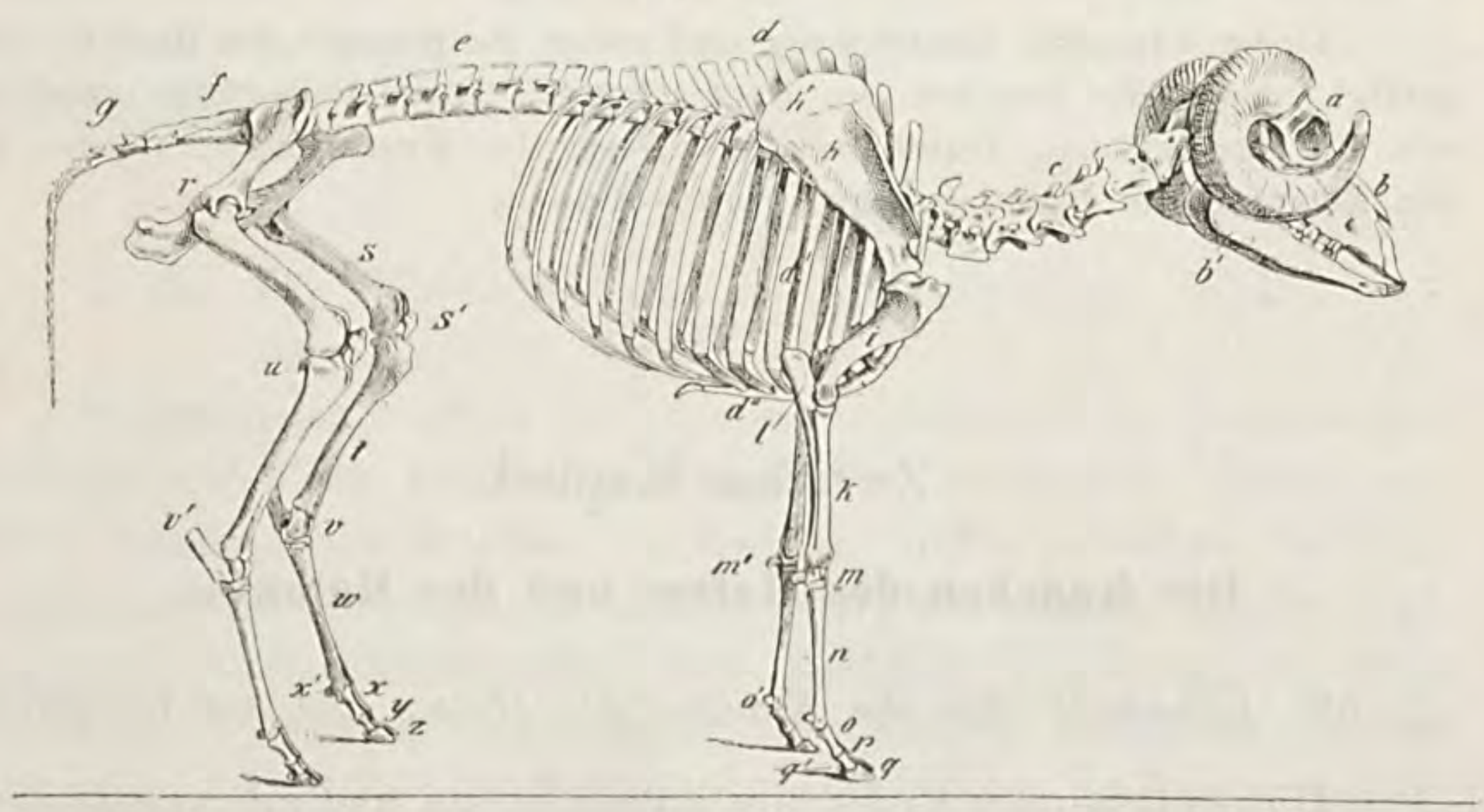
Skelet eines Schweines ($^1/_{12}$ N. Gr.).

Fig. 43.



Skelet einer Kuh ($^1/_{16}$ N. Gr.)

Fig. 44.



Skelet eines Schafes ($^1/_{12}$ N. Gr.).

§. 58. *Uebersicht über die Knochen des Skeletes.*

Die Zeichnungen auf Seite 110 und 111 geben eine Uebersicht über sämmtliche Knochen des Skeletes, und zwar in Fig. 41 vom Pferde, in Fig. 42 vom Schweine, in Fig. 43 von der Kuh, in Fig. 44 vom Schafe.

Die Buchstaben haben folgende übereinstimmende Bedeutung:

am Kopfe: *a* Schädelknochen, *b* Gesichtknochen, *b'* Unterkiefer;

am Rumpfe: *c* Halswirbel, *d* Rückenwirbel, *d'* Rippen, *d''* Brustbein, *e* Lendenwirbel, *f* Kreuzwirbel, *g* Schwanzwirbel;

am Vordergliede: *h* Schulterblattknochen, *h'* Schulterblattknorpel, *i* Oberarm, *k* Speiche, *l* Ellenbogenbein, *m* Fusswurzelknochen (Vorderkniegelenkknochen), *m'* Hakenbein, *n* Mittelfussknochen (Vorderröhre), *n'* Griffelbein, *o* erstes Zehenglied (Fesselbein), *o'* Sesambeine, *p* zweites Zehenglied (Kronenbein), *q* drittes Zehenglied (Huf- und Klauenbein), *q'* Strahlbein;

am Hintergliede: *r* Hüftbein, *s* Oberschenkel, *s'* Kniescheibe, *t* Schienbein (Unterschenkelbein), *u* Wadenbein, *v* Fusswurzelknochen (Sprunggelenkknochen), *v'* Fersenbein, *w* Mittelfussknochen (Hinterröhre), *w'* Griffelbein, *x* erstes Zehenglied (Fesselbein), *x'* Sesambeine, *y* zweites Zehenglied (Kronenbein), *z* drittes Zehenglied (Huf- und Klauenbein); das Strahlbein des Hinterfusses ist in der Zeichnung vom Pferde und von der Kuh nicht sichtbar.

In der folgenden Beschreibung sind zuerst die Knochen des Rumpfes vorgeführt, denen die Knochen des Kopfes folgen. Diese Reihenfolge empfiehlt sich für das leichtere Verständniss der Form der Kopfknochen, welche der den Rumpfwirbeln eigenthümlichen Form entspricht.

Zwölftes Kapitel.

Die Knochen des Halses und des Rumpfes.

§. 59. *Uebersicht über die Knochen des Halses und des Rumpfes.*

Die knöchernen Ringe der animalischen und der vegetativen Röhre sind in der Medianlinie des Körpers mit einander ver-

bunden durch kurze, mittelst Synchondrosen vereinigte Knochenstücke — den Wirbelkörpern. Jeder Wirbelkörper trägt an seinem dorsalen Umfange einen die Zentralorgane des Nervensystemes umschliessenden knöchernen Bogen, der nur an den Schwanzwirbeln nicht vollständig geschlossen ist; an seinem Ursprunge, beziehungsweise an seinem lateralen Umfange trägt der dorsale Bogen jederseits den Querfortsatz, und an seinem dorsalen Umfange einen medialen Fortsatz, den Dornfortsatz. Die aus dem Wirbelkörper und aus dem dorsalen Bogen mit seinen Fortsätzen zusammengesetzten kurzen Knochen heissen Wirbel und ihre Vereinigung — Wirbelsäule.

Jeder Wirbel besitzt entweder einen vollständigen oder einen unvollständigen ventralen Bogen, der sich jederseits mit zwei Ansätzen an den lateralen Umfang des Wirbelkörpers und an den Querfortsatz des oberen Bogens festsetzt. Diese ventralen Bögen erscheinen an dem Brusttheile der Wirbelsäule als selbstständige, durch straffe Gelenke mit den Wirbeln verbundene Knochen und heissen Rippen; die ventralen Bögen der übrigen Wirbel sind mit denselben verwachsen und bilden einen knöchernen Bestandtheil derselben. Ein Theil der ventralen Bögen der Brustwirbel ist an der Unterbrust durch einen platten, die feste Grundlage der Unterbrust bildenden Knochen (dem Brustbein) zu einem Knochenringe vereinigt; am Bauche aber erreichen die ventralen Bogenstücke das Brustbein nicht mehr, sondern enden an der Seite des Rumpfes. Die mit dem Brustbeine verbundenen Rippen heissen wahre, die übrigen falsche Rippen. Die wahren Rippen bilden mit den zugehörigen Wirbeln und dem Brustbeine — den Brustkorb.

§. 60. *Die Wirbelsäule und die Eintheilung der Wirbel.*

Sämmtliche Wirbel in ihrer natürlichen Verbindung setzen die Wirbelsäule (columna vertebralis) zusammen, deren zentraler Theil (Wirbelkörper) die Grenze bildet zwischen der animalischen und der vegetativen Röhre. Die Wirbelsäule erscheint als eine nach verschiedener Richtung gebogene Linie, an der man vier Kurven unterscheiden kann. Die beiden ersten Halswirbel bilden mit dem Kopfe die erste, nach oben konvexe Kurve; der letzte Halswirbel und der erste Brustwirbel bildet die zweite,

nach unten konvexe Kurve. Die dritte, nach oben konvexe Kurve befindet sich in der Lendengegend, entweder zwischen letztem Brustwirbel und erstem Lendenwirbel, oder zwischen letztem Lendenwirbel und erstem Kreuzbeinwirbel, und die vierte an den vorderen Schwanzwirbeln; die letzte kehrt ihre Konvexität nach oben.

Nach ihrer Lage und Form unterscheidet man Halswirbel, Rückenwirbel, Lendenwirbel, Kreuzwirbel und Schwanzwirbel, deren Zahl bei verschiedenartigen Thieren verschieden ist. Nur die Zahl der Halswirbel ist bei allen Haussäugethieren konstant; es sind deren sieben. Bei allen Hausthieren wechselt die Zahl der übrigen Wirbel und entsprechend den Rückenwirbeln auch die Zahl der Rippen, der gelenkigen ventralen Bögen derselben.

Die durch Synchondrosen verbundenen Wirbel nennt man wahre Wirbel, die durch Knochenmasse verbundenen: falsche Wirbel. Die letzteren bilden die Kreuzwirbel; zu den wahren Wirbeln, gehören die Hals-, Brust-, Lenden- und Schwanzwirbel.

Die Wirbelsäule entsteht aus der embryonalen Rückensaite (Chorda dorsalis). Von dem die Chorda umgebenden skeletbildenden Gewebe verdrängen Knorpelzellen die indifferenten Zellen der Chorda, die bei den Säugethieren nur im Mittelpunkte der Zwischenwirbelknorpel erhalten bleiben. Sobald die Chorda bis auf diesen weichen Rest verknorpelt ist, zerfällt die Knorpelmasse zu gesonderten Wirbelkörpern; die von der Chorda ausgehenden, den Rückenmarkskanal umspannenden oberen Fortsätze werden zu Wirbelbögen, die die vegetative Röhre umspannenden unteren Fortsätze zu Rippen. Die Verknöcherung der Wirbel und der Rippen erfolgt erst später. Zuerst also sind die Wirbelsäule und die Rippen in allen Stücken knorpelig vorgebildet.

§. 61. *Die wahren Wirbel im Allgemeinen.*

Der Wirbelkörper (corpus vertebrae) hat eine unregelmässig zylindrische, fast dreieckige Form und dessen Queraxe ist am vorderen und hinteren Ende grösser als in der Mitte. Das vordere Ende des Wirbelkörpers bildet eine konvexe Fläche, selbst einen knopf- oder kopfförmigen Vorsprung; das hintere Ende zeigt eine konkave Fläche, selbst eine Gelenkpfanne, zur Aufnahme des vorderen Endes des nächst hinteren Wirbelkörpers. Der obere

Umfang des Wirbelkörpers ist etwas ausgehöhlt und begrenzt den Wirbelkanal von unten. Der untere Umfang (Mantel) des Wirbelkörpers hat in der Medianlinie eine Gräte oder einen Kamm, welcher hinterwärts höher wird und zum Ansatze von Bändern und Muskeln dient.

Der Wirbelbogen (arcus vertebrae) entspringt mit einem verschmälerten Theile (dem Bogenhalse) auf der Grenze zwischen der oberen und der Seitenfläche des Körpers. Der Hals des Bogens trägt einen vorderen kleineren und einen hinteren grösseren Ausschnitt (Zwischenwirbelausschnitt), welcher sich mit dem entsprechenden Ausschnitte des nächst vorderen oder hinteren zu einem Loche (Zwischenwirbelloch) vereinigt, durch welches Nervenstämme und Blutgefässe aus- und eintreten.

Von dem lateralen Umfange des Bogens entspringen die paarigen Querfortsätze (processus transversi), an deren dorsaler Fläche sich Muskeln, an deren ventraler Fläche sich der Höcker (tuberculum) der Rippe ansetzt, dessen Kopf mit dem oberen Seitenumfange des Wirbelkörpers verbunden ist. Zwischen Kopf und Höcker der Rippe bildet deren Hals mit dem Querfortsatze des Wirbelbogens ein Loch, das Rippen-Querfortsatzloch (foramen costo-transversarium), welches an den Wirbeln, deren Rippenrudiment mit denselben knöchern verwachsen ist, entweder zu einem Loche des Querfortsatzes wird (foramen transversarium), wie bei den Halswirbeln, oder nur eine Vertiefung auf demselben bildet, wie bei den Lendenwirbeln.

Der obere Umfang des Bogens läuft in den unpaarigen Dornfortsatz (processus spinosus) aus, welcher an den Halswirbeln nur einen kurzen Kamm bildet. Zwischen den Dornfortsätzen je zweier Wirbel bleibt die Zwischenwirbelspalte.

An der Uebergangsstelle des Bogens in den Dornfortsatz befinden sich an den Brust- und Lendenwirbeln (bei den Säugethieren) die vorderen und hinteren Gelenkfortsätze (processus articulares anteriores et posteriores); an den Halswirbeln nehmen dieselben das Vorder- und Hintertheil des oberen Bogenumfanges ein und zeigen, entsprechend der grösseren Beweglichkeit des Halses, sehr grosse Gelenkflächen.

§. 62. *Die Halswirbel (vertebrae colli).*

Alle Haussäugethiere besitzen sieben Halswirbel. Der erste Halswirbel bildet mit dem Hinterhaupte ein unvollkommenes Winkelgelenk, mit dem zweiten Halswirbel ein Drehgelenk.

Der erste Halswirbel, der den besonderen Namen des Trägers (atlas) führt, hat statt des Wirbelkörpers einen flachen Bogen (arcus inferior atlantis), der an seiner Vorderseite ein Paar Gelenkgruben (fossae articulares ant.), an seiner Hinterseite ein Paar gewölbte Gelenkflächen trägt; ferner befindet sich an der ventralen Fläche desselben, statt der Gräte ein Muskelhöcker, an seiner dorsalen, dem Rückenmarkskanale zugewandten Fläche, eine schmale Gelenkfläche (fossa articularis dentis) für den Zahnfortsatz des 2. Halswirbels, sowie vor- und lateralwärts zwei Bandgruben. Der obere Bogen (arcus sup.) ist hoch gewölbt, flach, und trägt statt des Dornfortsatzes einen niedrigen rauhen Kamm, für den Ansatz des Nackenbandes. Die Querfortsätze werden vertreten durch die beiden, etwas nach abwärts gekrümmten breiten Flügelfortsätze (processus alares atlantis), welche die der ventralen Röhre zugewandten Flügelgruben (fossae alares) bedecken. Am medialen Theile der Flügelfortsätze finden sich zwei bis drei Flügellöcher (foramina alares), von denen das vordere jederseits paarig ist, und dem Zwischenwirbelloche der übrigen Wirbel entspricht. Das mittlere Flügelloch fehlt zuweilen, und das hintere grösste entspricht dem Querfortsatzloche der übrigen Halswirbel.

Der zweite Halswirbel oder die Axe (epistropheus) trägt an seinem Wirbelkörper, statt des Gelenkkopfes, den von oben nach unten abgeplatteten, kegelförmigen, auf der oberen Fläche des unteren Atlasbogens aufliegenden Zahnfortsatz (processus odontoides). Zur Seite desselben liegen die vorderen Gelenkfortsätze. Die hintere Gelenkfläche des Wirbelkörpers ist stark ausgehöhlt. Der dorsale Bogen hat an seiner oberen Fläche, statt des Dornfortsatzes, einen hohen gespaltenen Kamm, dessen beide Aeste mit den hinteren Gelenkfortsätzen verschmelzen. Der kurze und schmale Querfortsatz kehrt seine Spitze nach hinten und ist an seiner medialen Grenze von dem kurzen Querfortsatzkanale (canalis transversarius) durchsetzt. Am vorderen Ursprunge des Bogens befindet sich, statt des Zwischenwirbel-Ausschnittes, jederseits ein Loch.

Die übrigen Halswirbel haben im Querschnitt eine quadratische Form. Der Wirbelkörper, in Gestalt einer vierseitigen Säule, trägt an der Vorderseite einen stark vorragenden Gelenkknopf, an der Hinterseite eine Gelenkpfanne. Die obere Fläche des Bogens ist ausgehöhlt und trägt, statt des Dornfortsatzes, einen niedrigen Kamm. Nur der 7. Halswirbel der Säugethiere hat einen kurzen Dornfortsatz. Die stark entwickelten Gelenkfortsätze ragen weit nach vorn und hinten vor; die vorderen Gelenkfortsätze kehren ihre Gelenkflächen nach oben und etwas hinterwärts, die hinteren nach unten und etwas vorwärts. Sie haben an der dem Gelenke entgegengesetzten Fläche Rauhigkeiten (tuberositates vertebrales), welche durch eine von vorn nach hinten verlaufende Gräte jederseits verbunden sind.

Die Querfortsätze sind lang und breit und haben (mit Ausnahme des 7. Halswirbels) jederseits einen vorderen und einen hinteren Ast; beide umschliessen das Querfortsatzloch. Der vordere Ast hat die Bedeutung einer Halsrippe. Durch das Querfortsatzloch treten Blutgefässe (vasa vertebralia) und ein Ast des sympathischen Halsnerven hindurch.

§. 63. *Die Rückenwirbel (vertebrae dorsales).*

Das Pferd hat 18, die Wiederkäuer haben 13, das Schwein hat 14 Rückenwirbel.

Die Form der Wirbelkörper ist eine dreiseitige. Lateralwärts von den Gelenkflächen desselben liegen die vorderen und die hinteren Gelenkgruben für die Rippenköpfe.

Der Bogen zieht sich nach oben in sehr lange Dornfortsätze aus, die bis zum 5. Brustwirbel an Länge zunehmen, dann aber wieder abnehmen. Beim Pferde, Rinde und bei der Ziege sind die Dornfortsätze bis zum 13., bei dem Schafe und dem Schweine bis zum 10. Rückenwirbel nach hinten geneigt. Diese Stelle der nach oben verlängerten und nach hinten gerichteten Dornfortsätze bezeichnet man als Widerrist. Die übrigen Dornfortsätze sind von gleicher Länge und stehen senkrecht zur Längsaxe des Körpers. Mit dem Ursprunge des Dornfortsatzes verschmelzen die vorderen und hinteren Gelenkfortsätze (mit Ausnahme des 1. Rückenwirbels).

Die kurzen Querfortsätze tragen jederseits an ihrer lateralen Grenze eine Gelenkfläche für den Rippenhöcker (fossa transversalis). Zwischen dem Ansatze des Rippenkopfes an den Wirbelkörper, und des Rippenhöckers an den Querfortsatz, bleibt zwischen Rippenhals und Querfortsatz das Rippen-Querfortsatzloch (foramen costo-transversarium). Oberhalb des Rippenhöckergelenkes hat der Querfortsatz eine Muskelrauhigkeit, die an den hinteren Brustwirbeln auf einen besonderen Fortsatz des Querfortsatzes, dem Zitzenfortsatze (proc. mamillaris) übergeht.

§. 64. *Die Lendenwirbel (vertebrae lumbales).*

Das Pferd und die Wiederkäuer haben 6, das Schwein 7 Lendenwirbel.

Der Wirbelkörper hat eine dreiseitige bis bohnenförmige Gestalt; die vorderen und hinteren Gelenkflächen sind flacher als die der vorhergehenden Wirbel.

Die Dornfortsätze sind nach vorne gerichtet und von gleicher Höhe. An ihrem vorderen und hinteren Ursprunge aus dem Bogen liegen lateralwärts die kleinen Gelenkfortsätze. Die auffallend grossen Querfortsätze erscheinen als festgewachsene Rippen; die eigentlichen Querfortsätze bilden die mit Muskelrauhigkeiten versehenen Zitzenfortsätze, welche schon an den letzten Rückenwirbeln vorkommen und die laterale Fläche der vorderen Gelenkfortsätze einnehmen.

Die hintere Muskelrauhigkeit des Bogens befindet sich an der lateralen Fläche des hinteren Gelenkfortsatzes jederseits auf einem besonderen kleinen Vorsprunge, der als Hilfsfortsatz (proc. accessorius) unterschieden wird.

Das Zwischenwirbelloch zwischen den beiden letzten Lendenwirbeln öffnet sich nach oben und unten und wird lateralwärts durch die verbundenen Querfortsätze begrenzt. Der Querfortsatz des letzten Lendenwirbels hat an seinem hinteren Rande eine Gelenkfläche zur Verbindung mit dem Flügelfortsatze des Kreuzbeines.

§. 65. *Die Kreuzwirbel oder das Kreuzbein (vertebrae sacrales).*

Das Pferd hat 5 bis 6, die Wiederkäuer haben 5, das Schwein hat 4 Kreuzwirbel, deren Bestandtheile zu einem einzigen Knochen verwachsen sind, der das Kreuzbein (os sacrum) genannt wird.

Der Wirbelkörper hat eine ovale Queraxe und ist an der unteren Fläche ausgehöhlt.

Die Querfortsätze sind durch Knochenmasse verschmolzen; an ihrer medialen Seite öffnen sich die Zwischenwirbellöcher. Die Querfortsätze des 1. und 2. Kreuzwirbels sind zu flügelartigen Fortsätzen erweitert, die sich vorn mit dem letzten Lendenwirbel, lateralwärts, eben so wie die übrigen verschmolzenen Querfortsätze, mit dem Hüftbeine verbinden. Auf der dorsalen Fläche zeigen die Querfortsäze der 4 ersten Kreuzbeinwirbel (bei Pferd und Wiederkäuern) zusammen 3 Querfortsatzlöcher.

Nur an dem Bogen des 1. Kreuzwirbels befinden sich vordere Gelenkfortsätze. Dornfortsätze sind noch vorhanden, sie sind nach hinten und abwärts geneigt, und nehmen vom 2. Kreuzwirbel an Höhe ab.

§. 66. *Die Schwanzwirbel (vertebrae caudales).*

Das Pferd hat 18, Rind und Schaf haben 18 bis 20, die Ziege hat 10 bis 12, das Schwein 20 bis 22 Schwanzwirbel.

Die Wirbelkörper haben an ihren vorderen und hinteren Enden gewölbte Gelenkflächen. Die unter sich nicht zusammenhängenden Bogen sind an dem 1. und 2. Schwanzwirbel noch geschlossen und haben am ersten noch einen Dornfortsatz, der am zweiten eine kammförmige Hervorragung bildet. Vom 3. Schwanzwirbel bis etwa zur halben Schwanzlänge, wird der Bogen durch zwei hintere Längsfortsätze ersetzt. Ungefähr die letzte Hälfte der Schwanzwirbel enthält nur Wirbelkörper. Querfortsätze finden sich nur an dem ersten Drittel der Schwanzwirbel.

Die Konvexität beider Gelenkflächen der Wirbelkörper, die durch ausgedehnte Faserknorpel mit einander verbunden sind, sowie die mangelhaft entwickelten Fortsätze, gestatten eine grosse Beweglichkeit des Schwanzes.

§. 67. *Die Rippen (costae).*

Das Pferd hat 18, das Schwein hat 14, die Wiederkäuer haben 13 Rippen.

Man unterscheidet als wahre Rippen diejenigen, welche sich mittelst ihres Knorpelstückes mit dem Brustbeine verbinden (beim Pferde und bei den Wiederkäuern 8, beim Schweine 7); als falsche diejenigen, welche das Brustbein nicht erreichen (beim Pferde 10, bei den Wiederkäuern 5, beim Schweine 7), sondern sich theils an die vorhergehenden wahren Rippen anlehnen, theils an der Seitenwand des Bauches frei endigen.

Die Rippen bestehen aus einem Mittelstück (corpus costae), aus einem oberen (Wirbel-) Ende und einem unteren (Brustbein-) Ende. Das Mittelstück läuft zuerst mit einer schwachen Neigung lateral- und rückwärts, und biegt breiter werdend in einem stumpfen Winkel nach ab- und vorwärts um. Die laterale Fläche der Rippe ist konvex und rauh, die mediale ist glatt und schwach konkav. Der vordere Rand ist konkav und scharf, der hintere konvex und stumpf; an seiner Umbiegung zur medialen Fläche befindet sich eine Rinne für die Zwischenrippen-Gefässe und Nerven.

Das obere Ende der Rippe trägt den Rippenkopf, dessen Gelenkfläche durch eine seichte Furche in einen vorderen kleineren Theil (zur Verbindung mit dem Körper des je vorderen Rückenwirbels) und einen hinteren grösseren Theil (zur Verbindung mit dem Körper des je hinteren Rückenwirbels) getheilt ist. Die Theilungsfurche legt sich an die Zwischenwirbelscheibe an. Hinter ihrem Kopfe verengert sich die Rippe zum Rippenhalse, schwillt dann aber lateralwärts wieder an zum Rippenhöcker, dessen Gelenkfläche sich mit dem Querfortsatze des Rückenwirbels verbindet. Das Loch, das zwischen Rippenhals und Querfortsatz des Wirbels bleibt, haben wir bereits als Rippen-Querfortsatzloch kennen gelernt. Ihm entspricht das Querfortsatzloch des 2. bis 6. Halswirbels.

Das untere Ende der Rippe, welches mit Ausnahme der ersten Rippe verschmälert ist, hat eine rauhe Fläche und verbindet sich mit dem Rippenknorpel.

§. 68. *Das Brustbein (sternum).*

Das Brustbein besteht beim Pferde aus 6 bis 8 Stücken, bei den Wiederkäuern aus 7, beim Schwein aus 6 Stücken.

Die untere Fläche wird durch den Brustbeinkamm in zwei Seitenhälften getheilt. Der obere, laterale Theil derselben trägt so viel Gelenkflächen, als wahre Rippen vorhanden sind, der untere, mediale Theil dient den Brustmuskeln zum Ansatze.

Die obere (Herz-) Fläche ist ausgehöhlt und bildet ein Dreieck, dessen Basis nach hinten, dessen Spitze nach vorn liegt und etwa die Hälfte des Brustbeines erreicht.

Das vordere Ende des Brustbeines ist nach aufwärts gerichtet und trägt den seitlich zusammengedrückten Schnabelknorpel (proc. coracoides). Das hintere Ende des Brustbeines setzt sich fort in den breiten Schaufelknorpel (proc. xiphoides).

Dreizehntes Kapitel.

Die Knochen des Kopfes.

§. 69. *Allgemeines über die Kopfknochen.*

Die Knochen des Kopfes können morphologisch auf drei Wirbel zurückgeführt werden. Während die ursprüngliche Form der Wirbelkörper, namentlich an jugendlichen Kopfknochen, am Schädelgrunde nicht schwer zu erkennen ist, haben deren dorsale Bögen (welche zur Schädeldecke verschmelzen), sowie deren ventrale Bögen mannichfache Abänderungen erfahren.

Der hintere*) Kopfwirbel, welcher sich dem Kopfende der Wirbelsäule anschliesst, ist der Körper des Hinterhauptbeines. Der dorsale Bogen wird gebildet von den Seitentheilen und der Schuppe des Hinterhauptbeines und vom Felsenbeine. Als ventraler Bogen ist anzusehen: das Zungenbein.

---

*) Die Lagebezeichnungen der Kopfknochen entsprechen dem mit seiner Basis und dem Unterkiefer auf der Tischplatte ruhenden Schädel; demnach gilt die Schnauzenspitze als vorn, die Hinterhauptfläche als hinten, die Stirnfläche als oben.

Der mittlere Kopfwirbel ist der hintere Keilbeinkörper. Der dorsale Bogen wird zusammengesetzt aus dem Schläfenflügel des Keilbeines, aus der Schuppe des Schläfenbeines, aus beiden Scheitelbeinen und Zwischenscheitelbeinen. Den ventralen Bogen bildet der Unterkiefer.

Der vordere Kopfwirbel ist der vordere Keilbeinkörper; den dorsalen Bogen bildet: der Augenflügel des Keilbeines und die Stirnplatte des Stirnbeines; den ventralen Bogen: die Gesichtknochen, welche die Augen- und Nasenhöhle umschliessen.

Die drei dorsalen Bögen umschliessen die Schädelhöhle, welche das grosse und kleine Hirn birgt. Die drei ventralen Bögen begrenzen die Maul- und Nasenhöhle, sowie die Augenhöhle.

Die Gelenk- und Querfortsätze der Kopfwirbel sind verkümmert. Als Dornfortsätze sind anzusehen: die mediane Nackenlinie für den hinteren Kopfwirbel, der Scheitelbeinkamm (bei dem Pferde) für den mittleren Kopfwirbel; den Wiederkäuern und dem Schweine fehlt ein dem Dornfortsatze des mittleren Kopfwirbels entsprechender Theil. Ebenso fehlt allen Hausthieren ein dem Dornfortsatze entsprechender Theil für den vorderen Kopfwirbel.

Den Zwischenwirbellöchern entsprechen am Kopfe: der Knopfkanal (canalis hypoglossus) für den hinteren Kopfwirbel; das gerissene Loch (foramen lacerum) für den hinteren und mittleren Kopfwirbel; der runde Kanal und der obere Augenhöhlenkanal für den mittleren und vorderen Kopfwirbel.

Von den ventralen Bögen des Kopfes ist nur der dem hinteren Kopfwirbel angehörige durch ein Mittelstück (Körper des Zungenbeines) verbunden, die beiden vorderen ventralen Bögen sind an ihrer unteren vorderen Begrenzung ohne Mittelstück knöchern verwachsen.

Die Kopfknochen werden unterschieden in: *a)* Knochen des Schädels, und *b)* Knochen des Gesichtes.

Am Schädel, wie am Gesicht, unterscheiden wir je drei Gegenden, welche den drei Kopfwirbeln entsprechen, es sind:

1. die Hinterhauptgegend;
2. die Mittelhauptgegend;
3. die Vorderhauptgegend.

Zu den Gesichtgegenden gehören:

1. die Nasen-Gaumengegend;
2. die Wangengegend;
3. die Unterkiefergegend.

Die zuerst von Goethe versuchte Vergleichung der Kopfknochen mit Wirbeln, lässt sich auf die Gesichtknochen kaum ausdehnen und entbehren die drei von Goethe angenommenen Gesichtwirbel: Gaumenbein, Oberkieferbein und Zwischenkieferbein, zu sehr des Wirbelcharakters.

a) Die Knochen des Schädels.

§. 70. *Die Hinterhauptgegend (regio baseo-occipitalis).*

Die Hinterhauptgegend besteht aus zwei selbstständigen Knochen:

1. aus dem, bei erwachsenen Thieren unpaaren Hinterhauptbeine;
2. aus dem paarigen Felsenbeine.

1. Das Hinterhauptbein (os occipitis), ist aus vier Stücken zusammengesetzt, welche an jugendlichen Schädeln noch als besondere Theile zu erkennen sind. Es sind dies: 1. der Körper oder das Grundbein (os basilare), 2. die beiden Seitentheile (partes laterales), 3. die Schuppe (squama).

Der Körper des Hinterhauptbeines hat eine zylindrische Form und ist an der mit dem hinteren Keilbeinkörper verbundenen Vorderfläche fast vierkantig; der hintere Umfang des Körpers ist etwas zugeschärft und begrenzt das Hinterhauptloch von vorn. Die beiden Seitenflächen verbinden sich nach hinten mit den beiden Seitentheilen des Hinterhauptes, im Uebrigen sind sie frei und begrenzen das Drosselloch medianwärts. Die obere Fläche ist etwas ausgehöhlt und trägt das verlängerte Mark. Die untere Fläche ist konvex und zeigt den unteren vorderen Theil der Gelenkfläche für den Atlas.

Die beiden Seitentheile stossen in der Medianlinie zusammen und begrenzen das grosse Hinterhauptloch (foramen magnum) von der Seite und von oben.

Der obere Rand der Seitentheile verbindet sich mit der Schuppe des Hinterhauptbeines, der Seitenrand mit dem Felsen-

beine, unterhalb welcher Verbindung er sich beiderseits in die Drosselfortsätze verlängert, die durch den Drosselausschnitt von den medianwärts gelegenen überknorpelten Gelenkflächen für den Atlas getrennt sind. Auf der dem Gehirne zugewendeten Fläche finden wir dicht an der Verbindungsstelle der beiden Seitentheile mit dem Körper des Hinterhauptbeines jederseits ein grosses Loch, oder einen kurzen Kanal (canalis hypoglossus) für den Durchtritt des zwölften Hirnnervenpaares. Beim Rinde liegen hinterwärts jederseits noch ein oder zwei kleinere Löcher zum Durchlasse von Venen und Arterien.

Die Schuppe ist ein trapezförmiger, nach oben verschmälerter, flacher Knochen, der auf seiner Aussen-(Nacken-)fläche eine mediane und zwei quer verlaufende rauhe Linien (die Nackenlinien) trägt, zum Ansatze des Nackenbandes und der Nackenmuskeln. Die innere (Gehirn-) Fläche zeigt Furchen für die Gehirnblutleiter. Nach oben und vorn verbindet sich die Schuppe mit den Zwischenscheitelbeinen und den Scheitelbeinen, nach unten mit den Seitentheilen des Hinterhauptbeines. Beim Pferde, Schafe, bei der Ziege und beim Schweine reicht die Hinterhauptschuppe mit einer zur Hinterhauptfläche fast im rechten Winkel gestellten Scheitelfläche (der Scheitelplatte) auf die Mittelhauptgegend hinüber.

2. Das Felsenbein (os petrosum) ist ein sehr unregelmässig gestalteter, fester Knochen, welcher sich hinten an die Seitentheile des Hinterhauptbeines anlehnt und vorn an die Schläfenbeinschuppe grenzt, mit welcher er im späteren Alter zu einem Knochen verwächst.

Man unterscheidet an dem Felsenbeine drei Theile: *a)* den Felsentheil, *b)* den Warzentheil, *c)* den Paukentheil.

a) Der Felsentheil (oder die Pyramide) umschliesst das Gehörorgan und bildet mit seiner inneren (Gehirn-) Fläche die Seitenwand der Hirnhöhle, zwischen Schläfenbeinschuppe und Hinterhauptschuppe. Auf dieser Fläche öffnet sich der innere Gehörgang, durch welchen der Gehörnerv und der Angesichtnerv eintreten. Die Spitze des Felsentheiles erreicht beim Rinde den Seitenrand des Hinterhauptkörpers und begrenzt an dieser Stelle das gerissene Loch von hinten und das Drosselloch von vorn. Bei den übrigen Haussäugethieren hängen diese beiden Löcher zusammen und bilden einen die Spitze des Felsentheiles umgebenden Schlitz, welcher beim Pferde am grössten ist.

b) Der Warzentheil ist der an der Aussenfläche des Schädels zwischen den Seitentheilen des Hinterhauptbeines und der Schläfenbeinschuppe gelegene Theil, der unten in den Warzenfortsatz endigt. Dieser Fortsatz lehnt sich bei den Wiederkäuern und dem Schweine an den hinten gelegenen Drosselfortsatz des Hinterhaupt-Seitentheiles und ist beim Pferde als unterer Knochenvorsprung des Warzentheiles zu erkennen. Der Warzentheil ist vom Paukentheile an der Aussenfläche des Schädels, durch eine Furche (fissura petroso-mastoidea) getrennt.

c) Der Paukentheil nimmt den unteren Umfang des Felsenbeines ein. Den oberen Theil des Paukentheiles bildet der äussere Gehörgang, den unteren Theil die Paukenhöhle, welche beim Pferde lateralwärts durch eine Knochenplatte bedeckt ist, bei den übrigen Haussäugethieren aber eine Knochenblase bildet, welche beim Schweine am stärksten entwickelt ist und sich unterhalb des Felsentheiles bis in die Schädelhöhle vordrängt, wo sie den Seitenrand des Hinterhauptkörpers fast erreicht. Zwischen dem äusseren Gehörgange und der lateralen Wand der Paukenhöhle, ragt beim Pferde und bei den Wiederkäuern der Zungenbeinfortsatz hervor, der beim Pferde am stärksten ist; an denselben befestigt sich der grosse Ast des Zungenbeines; dem Schweine fehlt dieser Fortsatz. Ebenfalls fehlt demselben der bei Pferden und Wiederkäuern stark entwickelte Griffelfortsatz, der vom vorderen Umfange des Paukentheiles entspringt und an den sich der Ohr-Nasenschlauch (Eustachische Röhre) befestigt.

§. 71. *Die Mittelhauptgegend (regio spheno-parietalis).*

Die Mittelhauptgegend umfasst:

1. den hinteren Keilbeinkörper, und die beiderseitigen lateralen Fortsätze desselben (die Schläfenflügel);
2. die paarige Schläfenbeinschuppe;
3. das paarige Scheitelbein;
4. das, bei erwachsenen Thieren unpaare, meist mit den Scheitelbeinen verwachsene Zwischenscheitelbein.

1. Der hintere Keilbeinkörper (ossis sphenoidei corpus posterius) liegt in der Medianlinie des Schädelgrundes; er grenzt hinten an den Körper des Hinterhauptbeines, vorn an den vorderen Keilbeinkörper. Die untere Fläche des hinteren Keilbein-

körpers ist konvex, die obere ist etwas ausgehöhlt; sie trägt den Gehirnanhang (hypophysis) und wird als Türkensattel oder Hypophysengrube bezeichnet; hinter derselben findet sich beim Pferde eine geringe knopfförmige Erhöhung, die bei den übrigen Haussäugethieren stärker ist, und insbesondere bei den Wiederkäuern eine $^1/_2$ bis 1 Zentimeter hohe Lehne bildet, welche die Sattellehne genannt wird.

Vom oberen Seitenrande des hinteren Keilbeinkörpers entspringen beiderseits die Schläfenflügel desselben, deren Aussenfläche die Unterschläfengrube medianwärts begrenzt und sich nach unten und vorn in die Gaumenflügel fortsetzt. Da wo diese aus der unteren Grenze der Schläfenflügel entspringen, findet sich beim Pferde der grosse Flügelkanal, durch welchen die innere Kinnbackenarterie verläuft. Die hintere Oeffnung dieses Kanales mündet in der Unterschläfengrube; im Verlaufe nach vorn vereinigt sich der grosse Flügelkanal mit dem runden Kanale und öffnet sich mit diesem gemeinsam in der Keilbeingaumengrube. An Stelle des grossen Flügelkanales haben die Wiederkäuer das allein dem Schläfenflügel des Keilbeines angehörige ovale Loch, unmittelbar hinter der hinteren Mündung des grossen Flügelkanales und mit diesem durch eine Furche verbunden. Dem Schweine fehlt sowohl der grosse Flügelkanal wie das ovale Loch.

Ein kleiner Flügelkanal findet sich allein beim Pferde, dicht über dem Ursprunge des Gaumenflügels aus dem Vorderrande des Schläfenflügels. Auch dieser Kanal, dessen vordere Mündung zur Keilbeingaumengrube gehört, steht nach hinten im Zusammenhange mit dem runden Kanale. Durch den kleinen Flügelkanal verläuft eine der tiefen Schläfenarterien.

Die innere (Gehirn-) Fläche des Schläfenflügels enthält zu beiden Seiten des hinteren Keilbeinkörpers eine tiefe Furche, über welche sich der zur Vorderhauptgegend gehörende Augenflügel des Keilbeines hinüber legt; dadurch wird jene Furche zu einem Kanale, dem runden Kanale, der beim Pferde durch eine kurze Knochenplatte, welche vom medialen und vom lateralen Umfange des Kanales in die Höhlung desselben vorspringt, in eine kleinere obere und eine grössere untere Abtheilung unvollständig getrennt ist. Die obere Abtheilung des runden Kanales erhält die besondere Bezeichnung: hintere Augenhöhlenspalte. Bei den Wiederkäuern und bei dem Schweine besteht eine solche

obere Abtheilung des runden Kanales nicht, sondern dieser hat nur eine einzige ungetrennte Höhlung.

Auf der Gehirnfläche des Schläfenflügels, an der lateralen Grenze des runden Kanales, zieht sich beim Pferde die schmale Rollnervenrinne entlang, welche unter dem Augenflügel des Keilbeines in die hintere Augenhöhlenspalte mündet. In dieser Rinne verläuft der Rollnerv des Auges (4. Gehirnnervenpaar).

Der hintere Rand des Schläfenflügels begrenzt das gerissene Loch von vorn, der laterale obere Rand verbindet sich mit der Schläfenbeinschuppe und der vordere Rand mit dem Augenflügel des Keilbeines.

2. Die Schläfenbeinschuppe (squama ossis temporum) ist ein platter Knochen, der sich unterwärts mit dem ebenerwähnten Schläfenflügel, oberwärts mittelst einer Schuppennaht, mit dem Scheitelbeine, hinterwärts mit dem Felsenbeine und vorwärts mit dem Schläfenfortsatze des Stirnbeines (beim Pferde und Schweine), sowie mit dem Schläfen- und Augenflügel des Keilbeines verbindet (bei Pferd, Schwein und Wiederkäuern). Die innere Fläche der Schläfenbeinschuppe zeigt, ausser den Gehirneindrücken und den Gefässfurchen, keine Besonderheiten.

Die äussere Fläche ist ausgezeichnet durch den von ihrem lateralen Umfange ausgehenden, nach vorn gerichteten Jochfortsatz, der sich mit dem entsprechenden Fortsatze des Wangenbeines zum Jochbogen verbindet, welche die Oberschläfengrube lateralwärts begrenzt. Der Jochfortsatz der Schläfenbeinschuppe entspringt mit einer breiten, von oben nach unten abgeplatteten Wurzel, deren obere Fläche hinterwärts den Boden der Oberschläfengrube, deren untere Fläche nach hinten die Decke der Unterschläfengrube bildet und die Gelenkgrube für den Gelenkkopf des Unterkiefers trägt. Hinter dieser Gelenkgrube befindet sich der vorspringende Gelenkfortsatz, welcher verhindert, dass der Unterkieferkopf bei seinen Bewegungen nach hinten ausweicht. Endlich zeigt hinter diesem Gelenkfortsatze der Jochfortsatz, dicht an seinem Ursprunge, einen Ausschnitt, in welchen sich der dem Paukentheile des Felsenbeines angehörende äussere Gehörgang hineinlegt.

Der obere Rand des Jochfortsatzes setzt sich nach hinten in den Schläfenkamm fort, welcher auf der Hinterhauptschuppe in deren obere Nackenlinie übergeht. Beim Rinde und Schweine bildet der Schläfenkamm, gerade über dem äusseren

Gehörgange, einen lateralwärts vorspringenden Winkel, den Ohrhöcker. Zwischen beiden Ohrhöckern ist die Hinterhauptgegend bei den Hausthieren am breitesten; doch gehören die Ohrhöcker noch der Mittelhauptgegend an. Der Ohrhöcker des Rindes ist lateralwärts und etwas abwärts gerichtet, der Ohrhöcker des Schweines aufwärts, etwas hinterwärts und medianwärts.

3. Das Scheitelbein (os parietale) ist beim Pferde und Schweine ein paariger Knochen, welcher, mit dem der anderen Seite durch die Pfeilnaht vereinigt, die Mittelhauptgegend von oben deckt. Bei den Wiederkäuern ist das Scheitelbein noch in der zweiten Hälfte des Embryonallebens paarig; es erscheint aber schon bei neugebornen Thieren als unpaarer Knochen, der beim Rinde mit den Zwischenscheitelbeinen und dem Hinterhauptbeine zu einem einzigen, die Nackenfläche bildenden Knochen verschmolzen ist, so dass also dem Rinde nach der Geburt die Mittelhauptgegend fehlt. Der hintere Rand der Scheitelbeine verbindet sich bei den übrigen Haussäugethieren mittelst der Lambdanaht mit dem Zwischenscheitelbeine und der Hinterhauptschuppe; der vordere Rand mittelst der Kronennaht mit dem Stirnbeine; die beiden lateralen Ränder, mittelst der Schuppennaht mit der Schläfenbeinschuppe. Bei den Wiederkäuern reicht der laterale, flügelförmige Theil des vorderen Randes des Scheitelbeines bis zur Vorderhauptgegend und verbindet sich dort mit dem Augenflügel des Keilbeines. Der mediale Theil des vorderen Randes des Scheitelbeines beim Rinde schiebt sich mit einer kurzen Schnippe (dem Stirnwulst) in die Mitte des Hinterrandes vom Stirnbeine hinein und bildet mit diesem die Zwischenhornlinie — die Grenze zwischen Vorderhaupt- und Hinterhauptgegend des Rindes.

Pferd und Schwein haben im erwachsenen Zustande auf der Aussenfläche des Scheitelbeines den Scheitelkamm, welcher beim Pferde jederseits dicht neben der Mittellinie, beim Schweine mehr lateralwärts nach vorn verläuft und bei beiden, auf dem Stirnbeine als Stirnkamm divergirend, auf den Hinterrand des Stirnbein-Jochfortsatzes übergeht. Auf der Innenfläche des Scheitelbeines verlaufen bei allen Haussäugethieren: längs der Medianlinie die Sichelgräte, längs der Lambdanaht die Quergräte und an einer, zuweilen an zwei Seiten dieser — als knöchernes Gehirnzelt bezeichneten — Hervorragungen, die Rinnen für die Längs- und Querblutleiter. An das knöcherne Gehirnzelt setzt sich das häutige Gehirnzelt, welches die Längs- und Querblutleiter umfasst.

Zwischen den beiden Knochenplatten des Scheitelbeines befindet sich beim Rinde und Schweine eine lufthaltige Höhle, welche mit der Stirnhöhle in Verbindung steht.

4. Das Zwischenscheitelbein bildet im embryonalen Leben einen paarigen, dreiseitigen Knochen, dessen Basis sich mit der Hinterhauptschuppe, dessen lateraler Rand sich mit dem Scheitelbeine verbindet. Schon vor, oder kurze Zeit nach der Geburt verschmelzen die beiden Zwischenscheitelbeine unter sich und mit den Scheitelbeinen.

§. 72. *Die Vorderhauptgegend (regio praespheno-frontalis).*

Die Vorderhauptgegend umfasst:

1. den vorderen Keilbeinkörper mit seinem paarigen Augenflügel;
2. das paarige Stirnbein;
3. das Siebbein.

1. Der vordere Keilbeinkörper (ossis sphenoidei corpus anterius) hat eine unregelmässige würfelförmige Gestalt und ist beim Pferde, Rinde und Schweine hohl; bei Schaf und Ziege fehlt der Hohlraum. Mittelst seiner hinteren Fläche verbindet er sich mit dem hinteren Keilbeinkörper. An die Medianlinie seiner vorderen Fläche lehnt sich die senkrechte Platte des Siebbeines; die Seitentheile der Vorderfläche des Keilbeinkörpers bilden die hintere Begrenzung der Nasenhöhle, beziehungsweise des mittleren Nasenganges. Wo der Keilbeinkörper hohl ist, findet sich eine mediane Scheidewand, die bis an die Vorderfläche tritt und nach unten in den Keilbeinschnabel endigt. Mit den oberen lateralen Rändern des vorderen Keilbeinkörpers sind die Augenflügel verwachsen, deren laterale Fläche die Augenhöhle von hinten-medianwärts begrenzt und nach abwärts bis in die Keilbein-Gaumengrube reicht, wo sie die mediane Grenze des runden Kanales bildet. Medianwärts und etwas aufwärts von diesem Kanale wird der Augenflügel von dem Sehnervenkanale durchbohrt, welcher den Sehnerven aus der Schädelhöhle zur Augenhöhle führt. Die äussere Fläche des Augenflügels schiebt sich keilförmig zwischen die Augen- und die Schläfenplatte des Stirnbeines hinein, und bildet beim Pferde mit einem entsprechenden Ausschnitte der Augenplatte des Stirnbeines, medianwärts und

vorwärts vom Sehnervenkanale, das Siebbeinloch, (mediales Augenhöhlenloch) das in den auf der Siebbeinplatte des Siebbeines sich öffnenden Siebbeinkanal mündet; der letztere führt die Siebbeinarterie und den Siebbeinnerven (vom Augenaste des 5. Gehirnnervenpaares) aus der Augenhöhle durch die Siebbeinplatte in die Nasenhöhle. Bei den übrigen Haussäugethieren gehört das Siebbeinloch der Augenplatte des Stirnbeines allein an.

Die innere (Gehirn-) Fläche des Augenflügels erscheint grösser als die äussere Fläche, weil diese zum Theile verdeckt wird durch die Schläfenplatte des Stirnbeines, mit welcher sich der Augenflügel lateralwärts durch eine Schuppennaht verbindet. Der mediale Umfang des Vorderrandes ist ausgeschnitten und kehrt seine Konkavität nach vorn. In diesen Ausschnitt — den Siebbeinausschnitt — legt sich das Siebbein hinein. Der hintere Rand des Augenflügels ragt frei vor über den Schläfenflügel des Keilbeines und bildet in der Mittellinie den Sattelknopf, der beim Pferde kaum hervorragt, bei den übrigen Haussäugethieren aber als wallartige Hervorragung den sogenannten Türkensattel (Hypophysengrube) von vorn begrenzt. Unmittelbar vor dem Sattelknopfe liegen beiderseits die Eingänge in den Sehnervenkanal, welche durch eine die Medianlinie rechtwinkelig kreuzende Furche — die Sehnervenfurche — verbunden sind. Vorn und etwas oberhalb der Sehnervenfurche befindet sich der zu beiden Seiten der Medianlinie liegende hintere Rand des Augenflügels, der mehr oder weniger die Sehnervenfurche überragt; er wird als Keilbeinrand (limbus sphenoidalis) bezeichnet und er bildet an der Basis der Schädelgrube die Grenze zwischen Vorderhirnhöhle und Mittelhirnhöhle.

2. Das Stirnbein (os frontale), bildet die Decke des Vorderhauptes und besteht aus: *a)* der Stirnplatte; *b)* der Schläfenplatte; *c)* der Augenplatte; *d)* dem Jochfortsatze.

a) Die Stirnplatte erscheint an der Aussenfläche des Schädels als eine ungetheilte glatte Fläche, welche an dem hinteren oberen Theile lateralwärts durch den vom Scheitelbeine überkommenen Kamm — der dort Scheitelkamm, hier Stirnkamm genannt wird — von der Schläfenplatte getrennt wird. Die untere hintere Fläche der Stirnplatte wird durch eine quere Scheidewand getrennt in einen kleineren, hinteren Abschnitt, welcher der Schädelhöhle angehört und einen grösseren, vorderen Abschnitt, welcher die hintere obere Decke der Nasenhöhle bildet

und die mit dieser im Zusammenhange stehende Stirnhöhle umfasst, die in den hinteren oberen Theil der Stirnplatte, zwischen der inneren und äusseren Knochenplatte derselben eindringt.

Auf der äusseren Fläche der Stirnplatte, hinterwärts oder medianwärts der Augenhöhle, beim Pferde an der Wurzel des Jochfortsatzes, befindet sich ein Loch oder ein kurzer Kanal — das Oberaugenhöhlenloch — für den Durchgang der Stirngefässe und Nerven (vom Augenaste des 5. Paares) aus der Augenhöhle zur Stirnfläche. Dieses Loch ist beim Rinde oft in mehrfacher Zahl vorhanden und steht mit der Stirnrinne in Verbindung, welche sich von da ab divergirend zur Hornwurzel und konvergirend zum Thränenbeine zieht. Diese abwärts gerichtete Rinne ist tiefer und breiter als jene aufwärts gerichtete.

Bei den horntragenden Thieren verlängert sich der hintere obere Winkel der Stirnplatte beiderseits in die Hornzapfen, welche bei den Rindern an ihrem Ursprunge eine horizontale Richtung haben und in der sagittalen Axe, von oben nach unten abgeplattet sind, während die Hornzapfen der Ziege von ihrem Ursprunge eine sagittale Richtung annehmen und in der Queraxe abgeplattet sind. Die Richtung und die Abplattung der Hornzapfen des Schafes ist eine mittlere zwischen Rind und Ziege. Die Hornzapfen der Wiederkäuer sind von zahlreichen Längsfurchen durchzogen und werden von den aus Hornsubstanz bestehenden Hornscheiden überzogen, welche bei Rindern vorwiegend konisch, bei Ziegen sichelförmig, bei Schafen konisch und schraubenförmig gestaltet sind. An Stelle der Hörner findet sich bei den hornlosen Thieren der Stirnhöcker.

Beim Rinde ist der hintere, obere Rand der Stirnplatte, zwischen beiden Hornansätzen, entweder gradlinig oder nach hinten-oben konvex und bildet mit dem in der Medianlinie vorspringenden Theile der Scheitelbeine die Zwischenhornlinie, welche bei einigen Rassen in der Medianlinie des Schädels den Stirnwulst trägt, der die Nackenfläche von oben überragt. Bei einigen Rinderrassen sind die Hornzapfen durch kurze Hornstiele mit dem Stirnbeine verbunden.

b) Die Schläfenplatte grenzt nach hinten an die Schläfenbeinschuppe und (ausgenommen beim Rinde) auch an das Scheitelbein. Bei den Wiederkäuern erreicht die untere Spitze der Schläfenplatte den Schläfenflügel des Keilbeines; der vordere Rand verbindet sich beim Pferde und bei den Wiederkäuern mit

dem Augenflügel des Keilbeines; beim Schweine mit der Augenplatte des Stirnbeines. Beim Schweine, sowie bei der Ziege und dem Schafe bleibt die Schläfenplatte sehr klein; beim Rinde und beim Pferde aber ist sie sehr gross und deckt beim Rinde die Schläfengrube von oben.

c) Die Augenplatte bildet beim Pferde und bei den Wiederkäuern die mediale Wand der Augenhöhle und grenzt vorn an das Thränenbein, unten-vorn an das Gaumenbein, unten-hinten an den Augenflügel des Keilbeines; bei den Wiederkäuern ist die Verbindung mit dem Augenflügel des Keilbeines die grössere. Beim Schweine tritt an Stelle des Gaumenbeines — die Papierplatte des Siebbein-Labyrinthes. Auf der Augenhöhlenfläche der Augenplatte liegt dem Augenflügel des Keilbeines zunächst der Siebbeinkanal, welcher beim Pferde der Augenplatte des Stirnbeines und dem Augenflügel des Keilbeines gemeinsam angehört, und, die Siebplatte durchbohrend, die Siebbeinarterie und den Siebbeinnerven in die Schädelhöhle führt.

d) An der Stelle, wo Stirnplatte, Schläfenplatte und Augenplatte sich vereinigen, entspringt der Jochfortsatz des Stirnbeines, der beim Pferde lateralwärts und abwärts verläuft, um sich mit dem Jochfortsatze des Schläfenbeines zum Jochbogen zu vereinigen. Bei den Wiederkäuern verbindet sich der entsprechende Wangenfortsatz des Stirnbeines mit dem Stirnfortsatze des Wangenbeines zum hinteren lateralen Augenhöhlenbogen. Beim Schweine ist der Fortsatz des Stirnbeines so kurz, dass er den Jochbogen nicht erreicht. An der Augenhöhlenfläche des Joch- oder Wangenfortsatzes, dicht unter seinem Ursprunge, liegt die Thränendrüse in einer seichten Knochen-Aushöhlung.

3. Das Siebbein (os ethmoideum) besteht aus drei Theilen: *a)* aus der horizontalen oder Siebplatte; *b)* aus der senkrechten Platte; *c)* aus dem Labyrinth oder den zelligen Seitentheilen.

a) Die Siebplatte liegt in dem eirunden Loche, welches durch den Siebbeinausschnitt des Stirnbeines und durch das vordere Keilbein gebildet wird. Die Siebplatte ist eine siebartig durchlöcherte Platte, durch deren Oeffnungen die Aeste des Geruchsnerven (des 1. Gehirnnervenpaares) zur Nasenhöhle treten. In der Medianlinie trägt die Siebplatte eine Hervorragung — den Hahnenkamm (crista galli). An dem lateralen Rande der Siebplatte ist der Ausgang des Siebbeinkanales, der auf der Augen-

platte des Stirnbeines seinen Eingang hat. Beim Schweine liegt der Ausgang des Siebbeinkanales gerade auf der Grenze zwischen Siebplatte und Stirnbein und dient, wie bei den übrigen Haussäugethieren, den vom Augenaste des 5. Gehirnnervenpaares stammenden Siebbeinnerven und den Siebbeingefässen zum Durchgange.

b) Die senkrechte Platte, dessen obere, die Siebbeinplatte durchsetzende Verlängerung der Hahnenkamm bildet, grenzt nach oben-vorn an das Stirnbein (Nasentheil desselben), nach hinten an die senkrechte Scheidewand des vorderen Keilbeinkörpers, nach unten an das Pflugscharbein, nach vorn an die knorpelige Nasenscheidewand.

c) Das Labyrinth besteht aus einer grossen Anzahl sehr feiner, muschelförmiger Knochenrollen, deren Längsaxe, von hinten-oben nach unten-vorn, d. h. von den Siebbeinlöchern bis zur Nasenhöhle verläuft. Die Labyrinthe liegen zur Seite der senkrechten Platte, von der sie durch einen Gang geschieden sind; sie sind der Siebplatte angehängt und grenzen lateralwärts an die mediale Fläche der Augenplatte des Stirnbeines; beim Schweine ist das Labyrinth durch eine laterale Platte — der Papierplatte — abgeschlossen, welche sich mit dem unteren vorderen Rande der Augenplatte des Stirnbeines verbindet und mit zur medialen Wand der Keilbeingaumengrube gehört.

§. 73. *Die Schädelhöhle im Ganzen.*

Die Schädelhöhle (Hirnhöhle) hat fast die Form eines Hühnereies und ihr grösserer Durchmesser liegt hinten.

Die Decke der Schädelhöhle wird von vorn nach hinten gebildet: in der Mitte von beiden Stirnbeinen, von beiden Scheitelbeinen, vereinigt mit den Zwischenscheitelbeinen, und von der Hinterhauptschuppe; zur Seite: von beiden Augenflügeln und (zum kleinsten Theile) von beiden Schläfenflügeln des Keilbeines, von beiden Schläfenbeinschuppen, von beiden Felsentheilen des Felsenbeines und von den Seitentheilen des Hinterhauptbeines.

Die Basis der Schädelhöhle wird gebildet von vorn nach hinten: von der Siebplatte des Siebbeines, vom vorderen Keilbeinkörper mit den angrenzenden Theilen der Augenflügel, vom hinteren Keilbeinkörper mit den Schläfenflügeln, vom Körper des Hinterhauptbeines mit den angrenzenden, nach aussen die Gelenk-

flächen für den Atlas tragenden Seitentheilen des Hinterhauptbeines. Die Basis der Schädelhöhle wird durch zwei, zum Theile nur unvollständige Querlinien in drei Gruben getheilt: die Vorderhirngrube, die Mittelhirngrube und die Kleinhirngrube. Die vordere Querlinie besteht zunächst der Medianlinie aus dem Keilbeinrande (limbus sphenoidalis), welcher oberhalb des vorderen Keilbeinkörpers die Sehnervenfurche von vorn-oben begrenzt; lateralwärts aus dem hinteren Rande der Augenflügel. Die hintere Querlinie wird zunächst der Medianlinie gebildet von dem Rücken des Türkensattels, lateralwärts von dem oberen Rande des Felsentheiles vom Felsenbeine, beziehungsweise von dem hinteren inneren Rand der Schläfenbeinschuppe.

Von der Basis der Hirnhöhle gehen folgende Kanäle und Löcher jederseits nach aussen:

a) Von der Vorderhirngrube:

1. die Löcher der Siebplatte für die Aeste des 1. Gehirnnervenpaares (des Riechnerven, n. olfactorius) zur Nasenhöhle;

2. der Siebbeinkanal für die Siebbeinnerven und Gefässe, zur Augenhöhle.

b) Von der Mittelhirnhöhle:

1. der Sehnervenkanal für das 2. Gehirnnervenpaar (den Sehnerven, n. opticus) zur Augenhöhle;

2. die hintere Augenhöhlenspalte für das 3. (gemeinschaftlicher Augenmuskelnerv, n. oculomotorius), 4. (Rollmuskelnerv, n. trochlearis), 6. Gehirnnervenpaar (äusserer Augenmuskelnerv, n. abducens) und für den ersten Ast des 5. Gehirnnervenpaares (Augenast des Drillingnerven, ramus ophthalmicus n. trigemini); diese Spalte findet sich als obere Abtheilung des runden Kanales beim Pferde, mit dem runden Kanale vollständig vereinigt bei den Wiederkäuern und bei dem Schweine;

3. der runde Kanal für den zweiten Ast des 5. Gehirnnervenpaares (Oberkieferast desselben, r. maxillaris n. trigemini);

4. das ovale Loch bei den Wiederkäuern für den dritten Ast des 5. Gehirnnervenpaares (Unterkieferast desselben, r. mandibularis n. trigemini), welcher Ast beim Pferde und Schweine hindurchgeht durch das

5. gerissene Loch (foramen lacerum).

c) Von der Kleinhirnhöhle:

1. der innere Gehörgang für das 7. Gehirnnervenpaar (den Angesichtnerven, n. facialis), welcher den Felsentheil des

Felsenbeines durchläuft und aus dem Warzenloche heraustritt; und für das 8. Gehirnnervenpaar (den Gehörnerven, n. acusticus);

2. das Drosselloch für das 9., 10., 11. Gehirnnervenpaar (den Zungenschlundnerven, n. glossopharyngeus, den Lungenmagennerven, n. vagus, und den rücklaufenden Nerven, n. accessorius Willisii) und für die Drosselgefässe;

3. der Knopfkanal (canalis hypoglossus) für das 12. Gehirnnervenpaar (den Unterzungennerven, n. hypoglossus).

Das Rind hat noch einen mittleren und hinteren Knopfkanal, welcher etwas lateralwärts und hinter dem vorderen Knopfkanale (für den n. hypoglossus) gelegen ist und Blutgefässen zum Durchgange dient. Der hintere Knopfkanal mündet am unteren lateralen Rande des Felsentheiles vom Felsenbeine. Der mittlere Knopfkanal, welcher nicht konstant ist und häufig fehlt, mündet hinter dem vorderen in die Bucht zwischen dem Gelenkknopfe und dem Drosselfortsatze.

b) Die Knochen des Gesichtes.

§. 74. Die Nasengaumengegend (regio naso-palatina).

Die Nasengaumengegend umfasst:

1. die Nasenbeine;
2. die Zwischenkieferbeine;
3. die Nasen- und Gaumenfortsätze der Oberkieferbeine;
4. die Gaumenbeine;
5. das Pflugscharbein;
6. die Flügelbeine;
7. die Muschelbeine.

1. Die Nasenbeine (ossa nasalia) sind zwei platte Knochen, welche sich hinten oben mit den Stirnbeinen, hinten-lateralwärts mit den Thränenbeinen, vorn-lateralwärts mit dem Nasenfortsatze des Oberkieferbeines und (mit Ausnahme von Schaf und Ziege) auch mit dem Nasenfortsatze des Zwischenkieferbeines verbinden; die vordere Spitze der Nasenbeine überragt die vordere Nasenöffnung. Die Nasenbeine bilden die obere-vordere Decke der Nasenhöhle.

2. Die Zwischenkieferbeine (ossa intermaxilaria) liegen an der vorderen Spitze des Gesichtes und bestehen aus drei Theilen:

a) den Nasenfortsätzen, zur Verbindung mit den Nasenbeinen;

b) den Zahnfachfortsätzen, welche (mit Ausnahme der Wiederkäuer) die oberen Schneidezähne tragen;

c) die Gaumenfortsätze, welche in Verbindung mit den Gaumenfortsätzen der Oberkieferbeine den harten Gaumen bilden. Zwischen dem lateralen Rande der Gaumenfortsätze des Zwischenkieferbeines und dem medialen Rande der Gaumenfortsätze der Oberkieferbeine bleibt die Gaumenspalte, und zwischen Gaumenfortsatz und Kieferfortsatz des Zwischenkiefers bleibt der Gaumenkanal, welcher den Kieferfortsatz schräge nach oben und vorn durchsetzt und den Gaumengefässen zum Durchtritte von der Gaumenfläche zur Nasenhöhle dient.

3. Die Nasen- und die Gaumenfortsätze der Oberkieferbeine bilden die Seitenwand und die untere Wand der Nasenhöhle, letztere in Verbindung mit den Gaumenfortsätzen der Zwischenkieferbeine und der Gaumenbeine. Der Nasenfortsatz zeigt an seinem hinteren Drittel eine Oeffnung, welche in die mit der Nasenhöhle zusammenhängende Oberkieferhöhle führt. Die medialen Ränder beider Gaumenfortsätze vereinigen sich auf der oberen Fläche zu dem Nasenkamm, auf welchen sich das Pflugscharbein stützt. Die Gaumenfläche zeigt am lateralen Rande die Gaumenrinne, welche an der Verbindungsstelle mit dem Gaumenbeine in den Gaumenkanal führt.

4. Die Gaumenbeine (ossa palatina) bestehen aus zwei Flügeln: *a)* dem Nasenflügel; *b)* dem Gaumenflügel.

a) Der Nasenflügel bildet den hintersten Theil der lateralen Wand der Nasenhöhle, verbindet sich vorn mit dem hinteren Rande des Nasenfortsatzes des Oberkieferbeines, hinten mit dem Gaumenflügel des Keilbeines, oben mit dem Labyrinth des Siebbeines und mit dem vorderen Keilbeinkörper. Der untere Rand des Nasenflügels geht im vorderen Drittel in den Gaumenflügel über, im übrigen ist er frei und begrenzt die Rachenspalte lateralwärts. Am oberen Rande des Nasenflügels befindet sich das Nasengaumenloch, welches beim Pferde dem Gaumenbeine allein angehört, bei den Wiederkäuern vom Gaumenbeine und Siebbeine, beim Schweine vom Gaumenbeine und Oberkieferbeine gebildet wird. Es führt aus der Nasenhöhle in die Keilbeingaumengrube, deren mediale Wand von dem Nasenflügel des Gaumenbeines gebildet wird, während sie lateralwärts etwa in den hinteren zwei

Dritteln offen ist, im vorderen Drittel aber von dem Hintertheile — der sogenannten Beule — des Oberkiefers begrenzt wird. Hinter dem Keilbeingaumenloche entfernen sich die beiden Knochenplatten der Nasenflügel von einander und fassen die Gaumenhöhle zwischen sich, welche mit der Höhle des Oberkiefers in Verbindung steht.

b) Der Gaumenflügel des Gaumenbeines bildet im Anschlusse an den Gaumenfortsatz des Oberkiefers die hintere Verlängerung des harten Gaumens; seine obere Fläche gehört zum Boden der Nasenhöhle, seine untere Fläche zur Decke der Maulhöhle. Der hintere Rand des Gaumenflügels ist frei und bildet die vordere Begrenzung der Rachenspalte; der mediale Rand verbindet sich mit dem der anderen Seite und der laterale Rand legt sich an den Zahnfortsatz des Oberkiefers und bildet auf der untern Fläche den Gaumenkanal, der nach hinten-aufwärts, zwischen Nasenflügel des Gaumens und medialer Fläche des Oberkieferkörpers verläuft um in die Keilbeingaumengrube zu münden; nach vorn setzt sich der Gaumenkanal fort in die Gaumenrinne des Gaumenfortsatzes vom Oberkieferbeine.

5. Das Pflugscharbein (vomer) ist ein unpaarer länglicher Knochen, welcher die Form einer Hohlsonde hat; er stützt sich auf den Nasenkamm des Gaumenfortsatzes vom Oberkieferbeine. Die von den Flügeln des Pflugscharbeines lateralwärts begrenzte Rinne nimmt den Knorpel der Nasenscheidewand auf. Vorn läuft das Pflugscharbein in eine Spitze aus, die im vorderen Drittel der Nasenhöhle endigt; das hintere breite Ende legt sich mit seinen beiden Flügeln zur Seite des Schnabels vom vorderen Keilbeinkörper und wird lateralwärts bedeckt von

6. den Flügelbeinen (ossa pterygoidea), zwei länglichen Knochenplättchen, welche beim Pferde den Raum ausfüllen zwischen vorderem Keilbeinkörper, Gaumenflügel des Keilbeines und Nasenflügel des Gaumenbeines; sie legen ihre obere Fläche der unteren Fläche des vorderen Keilbeinkörpers an, während ihre untere Fläche frei in die Keilbeingaumengrube hineinschaut, zu deren oberer Wand sie gehört. Bei den übrigen Haussäugethieren ist das Flügelbein senkrecht gestellt und füllt den dreieckigen Raum aus zwischen Gaumenflügel des Keilbeines und Nasenflügel des Gaumenbeines.

7. Die Muschelbeine (ossa turbinata), sind zwei sehr dünne Knochenrollen, welche an der lateralen Wand der Nasenhöhle

befestigt sind, und zwar die obere an der Verbindung des Nasenbeines mit dem Nasenfortsatze des Oberkieferbeines, die untere an die mediale Fläche des Nasenfortsatzes vom Oberkieferbeine und vom Gaumenbeine, vor dem Eingange in die Oberkieferhöhle. Die Zwischenräume, welche zwischen der oberen Muschel und den Nasenbeinen, sowie zwischen oberer und unterer Muschel, und zwischen unterer Muschel und Gaumenplatte bleiben, werden als oberer, mittlerer und unterer Nasengang bezeichnet. Die Muschelbeine haben eine ähnliche Form und Struktur wie die Knochenrollen des Siebbeinlabyrinthes und dienen dem gleichen Zwecke: der Ausbreitung der Schleimhaut der Nasenhöhle.

§. 75. *Die Wangengegend (regio malaris).*

Die Wangengegend umfasst folgende Knochen:

1. Körper und Zahnfachfortsatz des Oberkieferbeines;
2. die Thränenbeine;
3. die Wangenbeine.

1. Der Körper des Oberkieferbeines (corpus maxillae) ist der hintere Theil, der an die Keilbeingaumengrube grenzt und der die mit dem mittleren Nasengange in Verbindung stehende Oberkieferhöhle hinten-lateralwärts umgiebt. Man nennt insbesondere den die Keilbeingaumengrube vorn und lateralwärts begrenzenden Theil: die Beule des Oberkiefers; sie lehnt sich medianwärts an den Nasenflügel des Gaumenbeines. Nach hinten-oben trägt der Oberkieferkörper den kurzen Wangenfortsatz zur Verbindung mit dem Wangenbeine, dessen Jochleiste sich fortsetzt auf die Wangenfläche des Oberkieferkörpers, der unterhalb derselben in den Zahnfachfortsatz übergeht. Beim Rinde zieht sich die Jochleiste weiter nach vorn und unten; sie endigt über dem Zahnfache des ersten Vorbackzahnes als Wangenhöcker. Bei Schafen und Ziegen tritt dieser Höcker an gleicher Stelle weniger hervor; den Schweinen fehlt er.

Vor dem Wangenhöcker der Wiederkäuer, beziehungsweise vor der Jochleiste der übrigen Hausthiere, liegt auf der Wangenfläche des Oberkieferbeines beim Pferde und Schweine, bereits zum Nasenfortsatze desselben gehörig, die vordere Mündung des Unteraugenhöhlenkanales, der seinen Anfang in der Keil-

beingaumengrube nimmt und die vorderen Zahngefässe und den Unteraugenhöhlennerven zur Nasengegend führt.

Der Zahnfachfortsatz des Oberkieferbeines trägt die Back- und Vorbackzähne, bei Pferden und Schweinen auch die Eckzähne (Haken, Hauer). Zwischen den Vorbackzähnen und den Eckzähnen ist der Zahnfachrand frei von Zähnen und scharf; er heisst hier Zwischenzahnrand oder Lade.

2. Die Thränenbeine (os lacrymalia) sind vierseitige Knochen, welche die Augenhöhle von vorn begrenzen und von hier bis zum Nasenbeine reichen. Man unterscheidet an dem Thränenbeine den Augenhöhlenrand und die zu beiden Seiten desselben gelegene Wangenfläche und Augenfläche. Die Wangenfläche ist beim Pferde klein, fünfseitig, bei den Wiederkäuern ist sie länglich und vierseitig. Bei letzteren nimmt die Augenfläche des Thränenbeines mit einem stumpfwinkeligen hinteren Fortsatze (der Thränenbeinblase) Theil an der Bildung der unteren Wand der Augenhöhle; der Hohlraum der Thränenbeinblase steht in Verbindung mit der Oberkieferhöhle. Bei den Rindern ist der obere und untere Rand der Wangenfläche stumpfwinkelig gebogen; das Schaf hat auf der Wangenfläche des Thränenbeines eine Grube, in welche sich die äussere Haut einsenkt. Bei den Schweinen ist das Thränenbein (das sich dem Nasenbeine nicht anschliesst) trapezförmig und ist dessen oberer Rand beim europäischen Hausschweine etwa doppelt so lang wie der untere, und zwei bis dreimal so lang wie der Augenhöhlenrand, während beim indischen Hausschweine und den davon abstammenden Kulturschweinen, der obere Thränenbeinrand nur wenig länger ist als der untere und der Augenhöhlenrand.

Unmittelbar hinter dem Augenhöhlenrande des Thränenbeines liegt die Thränengrube und senkt sich der Thränenkanal ein, der in den mittleren Nasengang mündet. Der obere hintere Theil des Augenhöhlenrandes zeigt einen seichten Ausschnitt für die Unteraugenlidarterie.

3. Die Wangenbeine (ossa zygomatica) bilden den lateralen vorderen Verschluss der Augenhöhle und der Oberkieferhöhle. Sie besitzen drei Flächen:

a) die Wangenfläche grenzt medianwärts und oberwärts an das Thränenbein, lateralwärts und unterwärts ist sie durch die Jochleiste getrennt von

b) der Kaumuskelfläche, die sich auf den Körper des Oberkieferbeines stützt und dem Jochmuskel des Unterkiefers zum Ursprunge dient; beim Pferde und beim Schweine ist die Fläche sehr schmal, während sie bei den Wiederkäuern breiter und unterhalb der Jochleiste ausgehöhlt ist; sie zieht sich abwärts bis zum Zahnfachfortsatze des Oberkiefers und endet mit spitzem Winkel einige Zentimeter oberhalb des letzten Backzahnes;

c) die Augenfläche des Wangenbeines bildet die vordere laterale Begrenzung der Augenhöhle und verlängert sich nach hinten in den Jochfortsatz, der sich mit dem Jochfortsatze der Schläfenbeinschuppe verbindet. Bei den Wiederkäuern sendet der Jochfortsatz den nach aufwärts und hinterwärts gerichteten Stirnfortsatz ab, zur Verbindung mit dem Wangenfortsatze des Stirnbeines.

§. 76. *Die Unterkiefergegend (regio mandibularis).*

Die Unterkiefergegend umfasst:

1. das Unterkieferbein; 2. das Zungenbein.

1. Das Unterkieferbein (mandibula) besteht: *a)* aus dem fächerförmigen Körper, welcher den vorderen Theil desselben bildet und die Schneidezähne trägt, *b)* aus dem Zahnfachaste, welcher die Backzähne, die Vorbackzähne und die Eckzähne trägt, und *c)* aus dem Schläfenaste.

a) Der Körper ist schmal, vorne konvex und von sechs bis acht Zahnfächern durchsetzt; er zeigt eine obere, ausgehöhlte (Maul-) Fläche und eine untere konvexe (Kinn-) Fläche. Nach hinten setzt sich der Körper ohne bestimmte Grenze in den Zahnfachast fort.

b) Der Zahnfachast hat einen vorderen zahnfreien Theil (den Zwischenzahnrand oder die Lade), der bei alten, sogenannten weichmäuligen Pferden sehr scharf ist und das Zaumgebiss trägt. Etwa die zwei hinteren Drittel des Zahnfachastes sind von sechs bis sieben Fächern für die Back- und Vorbackzähne durchbohrt. Der Zahnfachast wird in seiner ganzen Länge von dem Zahnfachkanale durchsetzt, der Nerven und Gefässe zu den Zähnen führt und auf der lateralen Fläche des Zahnfachastes hinter den Eckzähnen mündet, während sein Eingang

auf der medialen Fläche, an der Grenze zwischen Zahnfachast und Schläfenast sich befindet.

c) Der Schläfenast ist der fast senkrecht gestellte Theil des Unterkiefers, der mit seinem vorderen und hinteren Rande bogenförmig in den Zahnfachast übergeht. Das obere Ende des Schläfenastes trägt hinten den mit seiner Längsrichtung quergestellten Gelenkkopf des Unterkiefers, der sich in die Gelenkgrube des Schläfenbein-Jochfortsatzes einfügt. Vor dem Gelenkkopfe ragt nach oben-hinten der Schnabelfortsatz in die Oberschläfengrube vor. Zwischen beiden bleibt ein halbmondförmiger Ausschnitt.

2. Das Zungenbein (os hyoides) besteht aus dem Körper oder der Gabel und aus den vorderen und hinteren Aesten.

Der Körper sendet von seinem Mittelstücke nach vorn einen seitlich zusammengedrückten unpaaren Fortsatz, den Gabelgriff, nach hinten einen paarigen Fortsatz, die Gabeläste, an welche sich der Luftröhrenkopf befestigt. An den lateralen vorderen Rand des Körpers setzen sich die kurzen vorderen oder kleinen Aeste des Zungenbeines, von denen im spitzen Winkel die langen und seitlich zusammengedrückten hinteren oder grossen Aeste des Zungenbeines nach hinten-oben abgehen, um sich mit dem Zungenbeinfortsatze des Paukentheiles vom Felsenbeine zu verbinden. Der Griff des Körpers fehlt dem Schweine.

c) Die Zähne (dentes).

§. 77. *Eintheilung und Zahl der Zähne.*

Man unterscheidet zwei Arten von Zähnen bei den landwirthschaftlichen Hausthieren: Schneidezähne und Backen- oder Mahlzähne. Jene sind keilförmig mit quergestelltem Schneiderande, diese sind würfelförmig. Die Schneidezähne sitzen mit einer einfachen Wurzel in den Zahnfächern des Zwischenkiefers und im Körper des Unterkiefers; die Backenzähne haben eine mehrfache Wurzel, durch welche sie im Zahnfachfortsatze des Oberkiefers und des Unterkiefers befestigt sind.

Die Normalzahl der Schneidezähne ist in jedem Kiefer acht, die von der Mittellinie des Kiefers ab jederseits als 1. bis 4. gezählt und bezeichnet werden; die ersten Schneidezähne werden

auch Zangen genannt, die zweiten: Mittelzähne, die dritten: Eckzähne.*) Die Normalzahl der Mahlzähne in jedem Kiefer ist zwölf. Den Wiederkäuern fehlen die oberen Schneidezähne und bei den übrigen landwirthschaftlichen Hausthieren hat sich jederseits ein Schneidezahn von den anderen entfernt, der in seiner etwas veränderten Form als Eckzahn (Haken, Hauer) bezeichnet wird, so dass den mit Eckzähnen begabten Thieren nur sechs eigentliche Schneidezähne in beiden Kiefern bleiben, deren obere im Zwischenkiefer befestigt sind, während die oberen Eckzähne auf den Oberkiefer hinüberrücken. Die Backenzähne**) werden unterschieden in Vorbackzähne (praemolares) und Hinterbackzähne, oder Backzähne schlechtweg (molares), von denen beim Pferde und bei den Wiederkäuern in jedem Kiefer je sechs vorkommen; auf jeder Kieferseite stehen die drei Vorbackzähne vor den drei Backzähnen. Das Schwein hat in beiden Kiefern jederseits vier Vorbackzähne und drei Backzähne.

Man zählt die Vorbackzähne von hinten nach vorn, die Backzähne von vorn nach hinten, so dass also der erste Vorbackzahn vor dem ersten Backzahne steht.

Nach der in der Zoologie üblichen Bezeichnung ist die Zahnformel für die landwirthschaftlichen Hausthiere folgende:

	Backzähne Hinter-	Backzähne Vor-	Eckzähne	Schneidezähne	Schneidezähne	Eckzähne	Backzähne Vor-	Backzähne Hinter-	
Pferd	3	3	1	3	3	1	3	3	Oberkiefer
	3	3	1	3	3	1	3	3	Unterkiefer
Wiederkäuer	3	3	0	0	0	0	3	3	Oberkiefer
	3	3	0	4	4	0	3	3	Unterkiefer
Schwein	3	4	1	3	3	1	4	3	Oberkiefer
	3	4	1	3	3	1	4	3	Unterkiefer

Man unterscheidet ferner Milchzähne und bleibende Zähne.

Milchzähne sind diejenigen, welche während oder gleich nach der Säugezeit (Milchzeit) erscheinen und später gewechselt

*) Diese Benennung empfiehlt sich nicht, zumal der Name „Eckzahn" sowohl dem dritten wie auch dem vierten (Haken, Hauer) Schneidezahne beigelegt wird.

**) In vorliegender Beschreibung der Zähne verstehe ich unter „Backenzähne" die zur Backengegend gehörenden Vor- und Hinterbackzähne, unter Backzähne nur die Hinterbackzähne.

werden; zu denselben gehören die Schneidezähne, die Eckzähne und der erste bis dritte Vorbackzahn. Das bleibende Gebiss besteht aus den die Milchzähne verdrängenden Ersatz- oder Wechselzähnen und aus den Backzähnen; letztere werden nicht gewechselt, sondern sie erscheinen nur im bleibenden Gebiss. Beim Schweine wird auch der vierte Vorbackzahn nicht gewechselt, sondern er bleibt als Milchzahn im bleibenden Gebisse erhalten.

Die Ersatzschneidezähne entwickeln sich beim Pferde und bei den Wiederkäuern unter den Milchzähnen, beim Schweine hinter denselben. Die Ersatz-Vorbackzähne aber bilden sich bei allen landwirthschaftlichen Hausthieren unter den Milchzähnen.

Wenn die Zähne älter werden, so wird ihre Krone abgeschliffen. Mit zunehmendem Alter heben sie sich aus dem Zahnfache heraus, indem ihre Wurzel kürzer und die Befestigung lockerer wird, so dass sie bei alten Thieren leicht ausfallen.

§. 78. *Der Ausbruch und der Wechsel der Zähne.*

Die ersten Schneidezähne und die ersten Vorbackzähne erscheinen beim Pferde und bei den Wiederkäuern kurz vor der Geburt oder einige Tage darnach, beim Schweine einige Wochen nach der Geburt.

Das Milchgebiss ist vollständig beim Pferde mit 6 bis 9 Monaten, bei den Wiederkäuern mit 3 bis 4 Wochen, beim Schweine mit $2^1/_2$ bis 3 Monaten. Der erste (bleibende) Backzahn erscheint beim Pferde mit 1 bis $1^1/_2$ Jahr, beim Rinde mit 6 Monaten, bei der Ziege und beim Schafe mit 3 bis 5 Monaten, beim Schweine mit 5 bis 6 Monaten. Der erste Ersatzschneidezahn erscheint beim Pferde mit $2^1/_2$ bis 3 Jahren, beim Rinde mit 18 bis 20 Monaten, bei der Ziege und beim Schafe mit 12 bis 16 Monaten. Bei dem Schweine ist es der dritte Milchschneidezahn, der zuerst ersetzt wird im 9. Monate.

Das bleibende Gebiss ist vollständig: beim Pferde mit dem 5. Jahre, beim Rinde mit $3^1/_2$ bis 4 Jahren, bei der Ziege und dem Schafe mit 3 bis $3^3/_4$ Jahren, beim Schweine mit $1^1/_2$ Jahren.

Den Ausbruch und den Wechsel der einzelnen Zähne der verschiedenen landwirthschaftlichen Hausthiere zeigt folgende Tabelle I.

I. Tabelle über den Ausbruch und den Wechsel der Zähne landwirthschaftlicher Hausthiere.

Zähne	Pferd	Rind	Schaf und Ziege	Schwein
I. Schneidezähne.				
a) Milchgebiss.				
Ausbruch der ersten . . .	bei der Geburt	Unmittelbar vor oder nach der Geburt bis zur 3. Lebenswoche	vor der Geburt oder in der 1. Lebenswoche	von 3—4 Wochen
„ „ zweiten . .	4—5 Wochen nach der Geburt		von 8—14 Tagen	von $2^1/_2$—3 Monaten
„ „ dritten . .	6—9 Monate nach der Geburt		von 10—21 Tagen	fehlen
„ „ vierten . .	fehlen		von 3—4 Wochen	vor der Geburt
b) Bleibendes Gebiss.				
Wechsel der ersten . . .	von $2^1/_2$—3 Jahren	von 18—20 Monaten	von 12—16 Monaten	von 12 Monaten
„ „ zweiten . .	von $3^1/_2$—4 Jahren	von 2—$2^1/_2$ Jahren	von $1^1/_2$—2 Jahren	von 16—20 Monaten
„ „ dritten . .	von $4^1/_2$—5 Jahren	von $2^1/_2$—3 Jahren	von $2^1/_4$—$2^3/_4$ Jahren	fehlen
„ „ vierten . .	fehlen	von $3^1/_2$—4 Jahren	von 3—$3^3/_4$ Jahren	von 9 Monaten
II. Hakenzähne.				
Ausbruch der Milchhaken	fehlen	fehlen	fehlen	vor der Geburt
„ „ bleib. Haken	von $4^1/_2$—5 Jahren	fehlen	fehlen	von 9 Monaten
III. Backenzähne.				
a) Milchgebiss.				
Vorbackzähne.				
Ausbruch der ersten . . .	bei der Geburt	vor der Geburt oder in den ersten 2—3 Lebenswochen	vor der Geburt oder in den ersten 4 Lebenswochen	v. 3—4 Wochen
„ „ zweiten . .				v. 3—4 Wochen
„ „ dritten . .				v. 5—6 Wochen
„ „ vierten . .	fehlen	fehlen	fehlen	von 6 Monaten
b) Bleibendes Gebiss.				
α. Vorbackzähne.				
Wechsel der ersten . . .	von $3^1/_2$—4 Jahren	von $2^1/_2$—3 Jahren	von $1^3/_4$—2 Jahren	von 1 Jahr
„ „ zweiten . .	von $2^1/_2$—3 Jahren			
„ „ dritten . .	von $2^1/_2$—3 Jahren			von 1—$1^1/_4$ Jahren
β. Backzähne.				
Ausbruch der ersten . . .	von 1—$1^1/_2$ Jahren	von 6 Monaten	von 3 Monaten im Unterkiefer, von 5 Monaten im Oberkiefer,	von 5—6 Monaten
„ „ zweiten . .	von 2—$2^1/_2$ Jahren	von 15—18 Monaten	von 9—12 Monaten	von 9—12 Monaten
„ „ dritten . .	von 4—5 Jahren	von 2—$2^1/_2$ Jahren	von $1^1/_2$—2 Jahren	von $1^1/_2$ Jahren

§. 79. *Die Form der Zähne.*

Die Schneidezähne sind im Allgemeinen keilförmig, beziehungsweise schaufelförmig, mit geschärftem freien Rande, der bei längerer Benutzung durch Abreibung stumpf wird.

Beim Pferde zeigen die Schneidezähne an der Krone zwei Blätter, ein vorderes und ein hinteres, welche eine Grube, die sogenannte Marke (Kunde, Bohne) umfassen. Sobald die Ränder der beiden Blätter in Reibung treten, entsteht an der Krone des Schneidezahnes eine ebene Fläche, welche zuerst eine querovale Form hat, die aber, wenn die Marken durch Abreibung verschwinden, rundlich, dann dreieckig und längsoval wird, je nach dem Vorrücken des Schneidezahnes aus seinem Fache. Die Marke entsteht durch Faltung des ursprünglich nur aus einem Blatte bestehenden Schneidezahnes; die lateralen Ränder des letzteren krümmen sich in der ganzen Höhe des Zahnes nach hinten, wodurch anfangs eine Spalte, später eine Höhlung entsteht, die an der Wurzel wieder verschwindet, an der Krone aber als Marke eine Zeitlang erhalten bleibt. Da der sich nach hinten umrollende Schneidezahn aussen von Zäment umgeben ist, so erhält auch die als Marke bezeichnete Höhle (Grube) eine Umfassung von Zäment, das von einer Schmelzschichte umgeben ist. Die unterhalb der Marke, bei der Abreibung im höheren Lebensalter zu Tage tretende Kernspur besteht aus jener eingerollten und dicht zusammengelagerten Zämentmasse der ursprünglichen Hinterwand des Schneidezahnes. Die Grube selbst wird, nachdem die Zähne in Reibung getreten sind, ausgefüllt von einer schwärzlichen Masse (dem sogenannten Zahnstein und von Futterresten). Die Milchschneidezähne des Pferdes sind kürzer und breiter, namentlich an der Reibefläche, während sie sich nach der Wurzel zu halsartig verschmälern. Die bleibenden Schneidezähne haben ziemlich gleiche Breite von der Reibefläche bis zur Austrittsstelle aus dem

Fig. 45.

Längsschnitt des ersten Schneidezahnes aus dem Oberkiefer eines $3^1/_2$- bis 4-jährigen Pferdes.

a Schmelz,
b Zäment,
c Zahnbein,
d Marke, umgeben von Zäment.

(Inmitten der Zahnbeinsubstanz liegt die bis an die Zahnwurzel reichende Zahnhöhle.)

Zahnfleische und ihre Vorderfläche zeigt im Oberkiefer drei schwache Längsfalten, im Unterkiefer nur zwei.

Die Schneidezähne der Wiederkäuer haben eine Schaufelform mit scharfem Rande. Die Milchschneidezähne sind bedeutend schmäler und kürzer als die bleibenden.

Die ersten und zweiten Schneidezähne des Schweines sind säulenförmig, beziehungsweise drei- bis vierkantig; der dritte Schneidezahn ist kegelförmig und kürzer als der erste und zweite, auch von diesen etwas lateralwärts gerückt. Die Milchschneidezähne des Schweines unterscheiden sich nur durch ihre geringeren Längs- und Breitenmaasse von den bleibenden Schneidezähnen.

Die Eckzähne (Haken, Hauer) sind bei den landwirthschaftlichen Hausthieren (mit Ausnahme der Wiederkäuer, denen sie fehlen) kegelförmig. Bei den Stuten kommen sie selten zum Durchbruche, sind aber in ihren Zahnfächern vorhanden.

Die Vorbackzähne sind nur beim Pferde in jedem Kiefer von ähnlicher Form wie die Backzähne (nur haben diese eine fast quadratische Form, nämlich etwa 3 Zentimeter im Quadrat, während bei den Vorbackzähnen die Sagittalaxe länger ist als die Queraxe); die Milchvorbackzähne gleichen den bleibenden. Bei den übrigen landwirthschaftlichen Hausthieren haben in jedem Kiefer die Vorbackzähne eine andere Form als die Backzähne, und die Milchzähne und bleibenden Vorbackzähne sind ebenfalls verschieden geformt. Bei allen landwirthschaftlichen Hausthieren aber sind die Vorbackzähne und die Backzähne des Oberkiefers anders geformt als die des Unterkiefers, und zwar sind jene im Allgemeinen breiter.

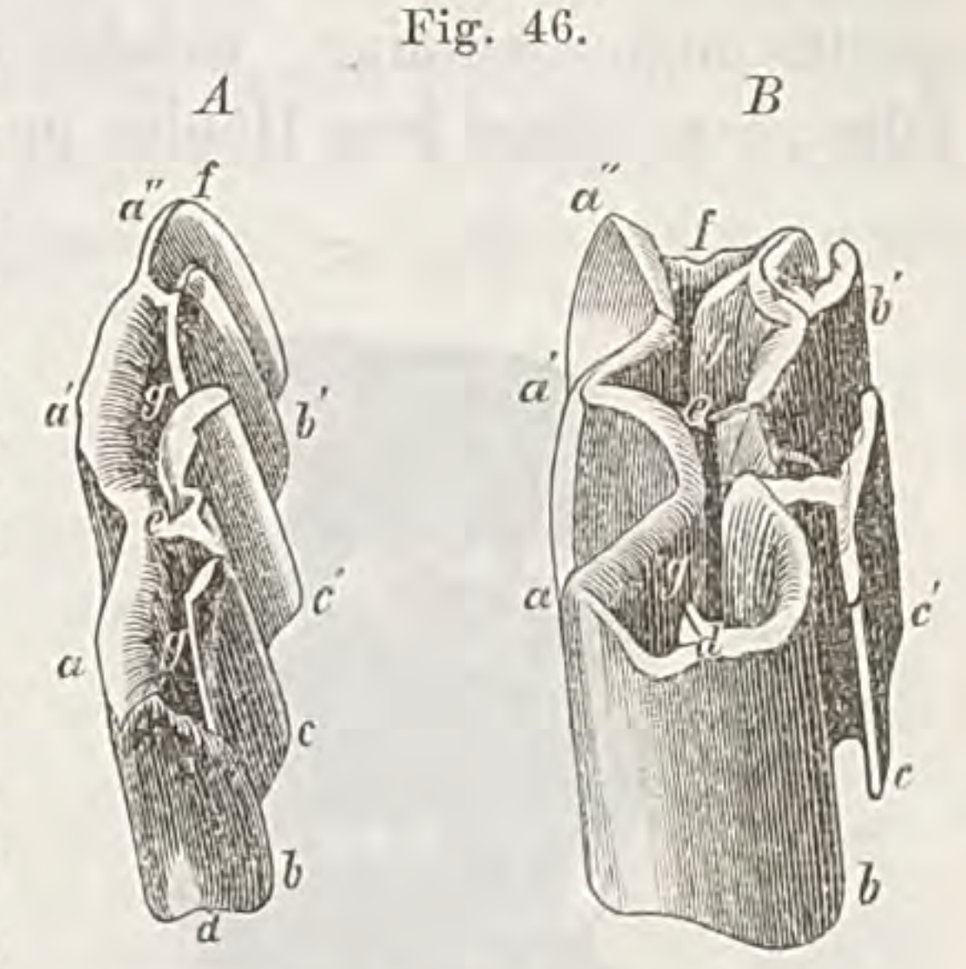
§. 80. *Der Bau der Backenzähne.*

An den sich entwickelnden Backenzähnen bildet sich zuerst die Schmelzmasse, bestehend aus einer einzigen Falte, welche verschiedene Ausbuchtungen und Einbuchtungen zeigt.

Beim **Pferde** unterscheidet man an dem sogenannten Schmelzskelete der Oberkieferbackenzähne (Fig. 46 *B*): eine mit drei Höhenfalten (Vorderfalte *a*, Mittelfalte *a'*, Hinterfalte *a''*) versehene Aussenwand, und eine aus zwei Falten *bb'* bestehende Innenwand, welche beide an ihrer vorderen und hinteren Peripherie durch eine Vorderwand *d* und eine Hinterwand *f*, und in der

Mitte durch eine Mittelwand *e* verbunden sind. Letztere trennt also das Schmelzskelet des Backenzahnes in eine vordere und eine hintere Abtheilung (Vorderjoch und Hinterjoch), welche einen Hohlraum umfassen (die Marke *gg*). Von der ganzen Höhe der Innenwand des Vorderjoches geht medianwärts ein zweiflügeliger Pfeiler *cc'* aus, und vom Hinterjoche ein nach hinten gerichteter einflügeliger Pfeiler *b'*. Die Ausbuchtung vor dem vorderen Pfeiler wird Vorderbucht, die hinter demselben gelegene: Mittelbucht genannt; in ihr ragt eine sekundäre kurze Falte der Innenwand hinein. Die Ausbuchtung hinter dem hinteren Pfeiler ist die Hinterbucht.

Fig. 46.



Schmelzskelet des ersten Backzahnes vom linken Oberkiefer *B* und vom rechten Unterkiefer *A* eines ½jährigen Stutfohlens norischer Rasse.

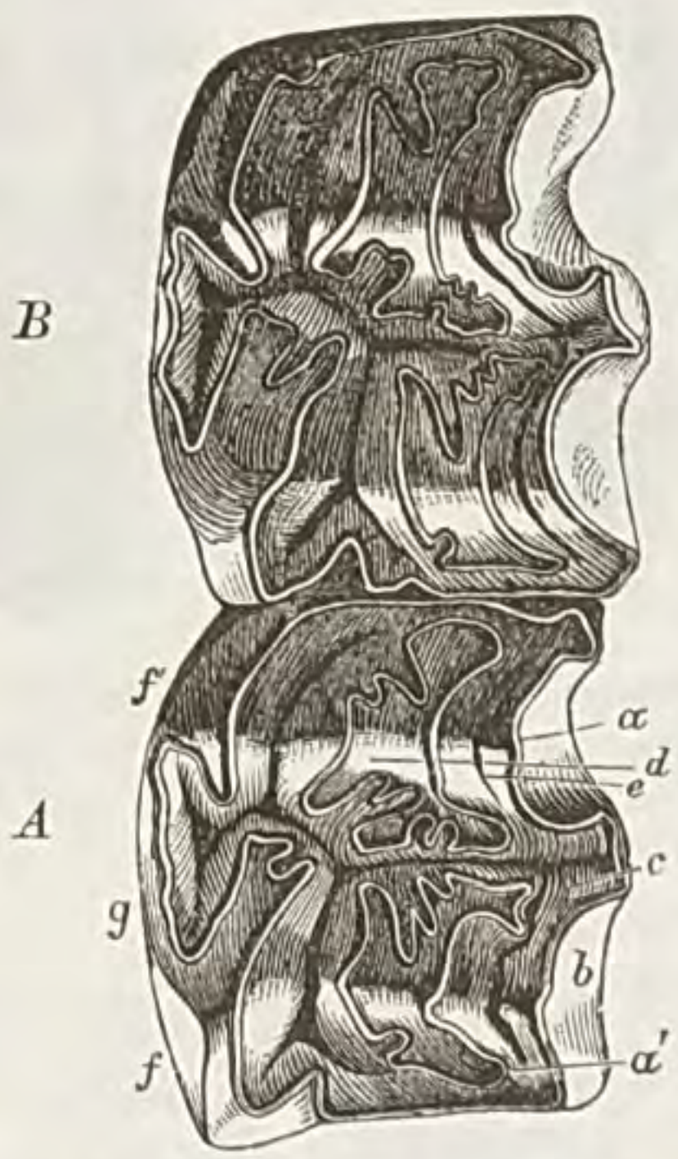
a a' a'' Aussenwand,
b b'' Innenwand,
c c' Pfeiler des Vorderjoches,
b' Pfeiler des Hinterjoches,
d Vorderwand,
e Mittelwand,
f Hinterwand (bei *B* hinterer Flügel der Hinterwand),
g g Marken (bei *A* falsche Marken).

In die Hohlräume sämmtlicher Schmelzwände, sowie in die Buchten der beiden Pfeiler wuchern, von der Schleimhaut der Kieferränder aus, die Zahnpapillen hinein und erzeugen in der früher (§. 17) erörterten Weise innerhalb der Schmelzfalten das Zahnbein. Von aussen aber werden die Schmelzfalten, von der Beinhaut der Kiefer her, mit Zämentmasse überzogen. Die als „Marken" bezeichneten Hohlräume zwischen der Aussenwand und Innenwand aber werden von den knöchernen Kiefern aus mit Zämentmasse gefüllt.

Das Schmelzskelet der Backenzähne des Unterkiefers (Fig. 46 *A*) entbehrt einer selbstständigen Innenwand. Von der Aussenwand *a a' a''* geht medianwärts ab die einflügelige Vorderwand *d*, die zweiflügelige Querwand *e*, durch welche ein Vorderjoch und ein Hinterjoch abgetheilt wird, und die zweiflügelige Hinterwand *b' f*. Der Vorderflügel der Querwand ist dem etwas nach hinten gerichteten Flügel der Vorderwand zugekehrt und der Hinterflügel der Querwand dem Vorderflügel der Hinterwand, der sich ihm entgegenkrümmt, während der Hinterflügel der Hinter-

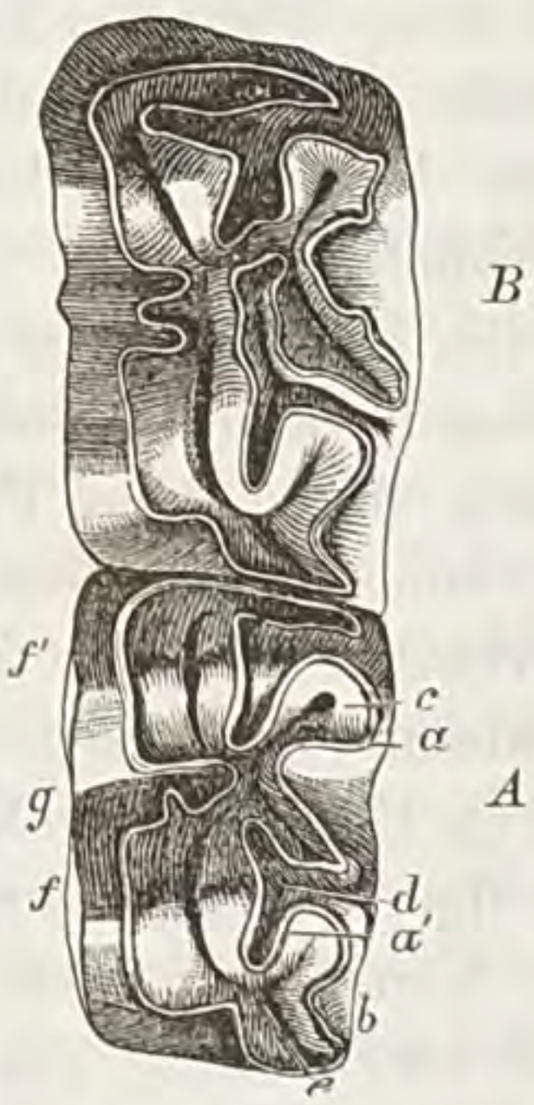
wand nach hinten gerichtet ist. Zwischen dem Flügel der Vorderwand und dem Vorderflügel der Querwand, sowie zwischen dem Hinterflügel dieser Wand und dem Vorderflügel der Hinterwand bleibt eine schmale Spalte *gg* in der ganzen Höhe der Flügel, welche in eine lateralwärts von der medianen Fläche der Aussenwand begrenzte Höhle führt, die der Marke der Oberkieferbackenzähne entspricht. Sie unterscheidet sich aber von derselben durch die spaltförmige Oeffnung, welche zur medialen Fläche des Zahnes führt; man pflegt jene Höhlen im Vorderjoche und Hinterjoche der

Fig. 47.



Erster Vorbackzahn *A* und erster Backzahn *B* des rechten Oberkiefers

Fig. 48.



Erster Vorbackzahn *A* und erster Backzahn *B* des rechten Unterkiefers

der 6-jährigen Normänner Stute „Deukalion" aus dem k. k. Staatsgestüte Piber.

a Schmelz,
b Zament,
c Zahnbein,
d Marke,
e Zahnbeingrube,
f Vorderjoch.
f' Hinterjoch,
g Mittelfalte der Aussenwand.

Unterkieferbackenzähne wohl als falsche Marken zu bezeichnen. Von der lateralen Fläche der Aussenwand, dem Hinterjoche derselben angehörig, erhebt sich bei einigen Pferderassen in der ganzen Höhe des Zahnes eine kurze Falte, welche Basalwarze genannt wird. Auch das Schmelzskelet der Unterkieferbackenzähne wird innerhalb der Falten der Wände mit Zahnbeinsubstanz gefüllt und ausserhalb derselben mit Zament belegt, das sich zwischen den Spalten der Flügel auch in die falschen Marken hineinzieht.

Bei den **Wiederkäuern** sind die Schmelzfalten mit Zahnbein ausgefüllt und mit Zäment überzogen; die Marke enthält Zämentmasse, welche von der Knochenmasse der Kiefer her in jene hineinwuchert. Die Zahnhöhlen innerhalb der Zahnbeinmasse erscheinen auf der Kaufläche der Backenzähne als Gruben (*e* in Fig. 49, 51 bis 54).

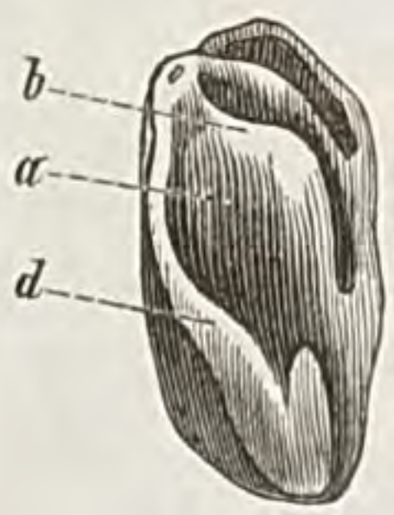
Im Vergleiche mit dem Pferde sind bei den Wiederkäuern die Unterschiede zwischen Vorbackzähnen und Backzähnen, sowie zwischen Milchgebiss und bleibendem Gebiss bedeutend grösser, und die Schmelzfalten im Allgemeinen einfacher; namentlich

Fig. 49.

Erster Milchvorbackzahn v. rechten Unterkiefer eines Rindes.

a Schmelzfalten,
b Zämentmasse,
c Zahnbein,
d Marke,
e Zahnbeingrube,
f Vorderjoch und Hinterjoch,
g g' Basalwarze.

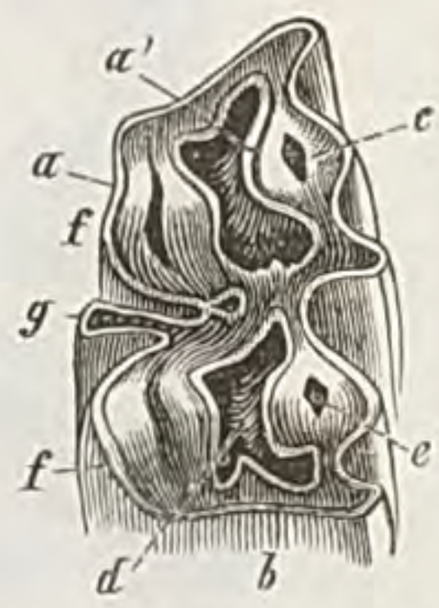
Fig. 50.



Zweiter bleibender Vorbackzahn v. rechten Unterkiefer eines 2jährigen Duxer Stieres (noch nicht in Reibung getreten).

a Grube zwischen den Schmelzfalten,
b Mittelwand der Schmelzfalte,
d Vorderwand der Schmelzfalte.

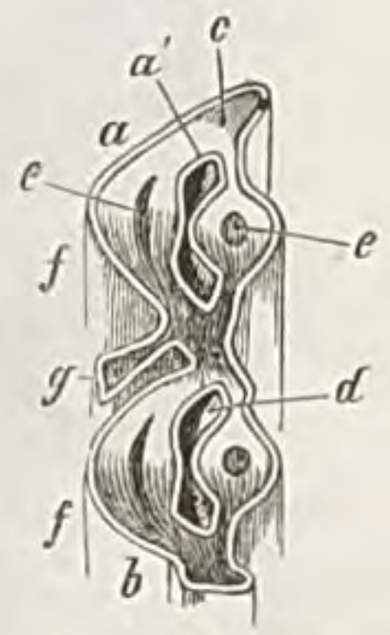
Fig. 51.



Erster Backzahn vom rechten Oberkiefer eines Rindes.

a Schmelzfalten,
b Zämentmasse,
c Zahnbein,
d Marke,
e Zahnbeingrube,
f Vorderjoch und Hinterjoch,
g Basalwarze.

Fig. 52.



Erster Backzahn vom rechten Unterkiefer eines 2jährigen Duxer Stieres.

a Schmelzfalten,
b Zämentmasse,
c Zahnbein,
d Marke,
e Zahnbeingrube,
f Vorderjoch und Hinterjoch,
g Basalwarze.

fehlen ihnen die beiden Innenpfeiler der Innenwand, dagegen besitzen sie Aussenwände und Innenwände in beiden Kiefern.

Die Milchvorbackzähne der Wiederkäuer haben im Oberkiefer zwei Joche mit wahren Marken. Beim Rinde hat der erste Vorbackzahn an der medialen Fläche der Innenwand zwischen beiden Jochen eine Basalwarze. Von den Milchvorbackzähnen des Unterkiefers hat der erste drei Joche mit zwei wahren Marken; beim Rinde trägt die laterale Fläche zwei Basalwarzen; der zweite hat zwei Joche, wovon das hintere eine wahre Marke umfasst, welche dem Vorderjoche fehlt; der dritte hat nur ein Joch ohne Marke.

Von den bleibenden Vorbackzähnen der Wiederkäuer haben die des Oberkiefers nur ein Joch (das Hinterjoch) mit einer Marke; im Unterkiefer tragen der erste und der zweite je zwei Joche, von denen aber das Vorderjoch verkümmert ist und keine Marke hat; der dritte Vorbackzahn hat nur ein Joch ohne Marke.

Die Backzähne des Oberkiefers haben bei den Wiederkäuern je zwei Joche mit wahren Marken. Beim Rinde kommt an der medialen Wand des Zahnes, zwischen beiden Jochen eingelagert, ein Mittelpfeiler (Basalwarze) vor, der den Schafen und den Ziegen fehlt.

Fig. 53.

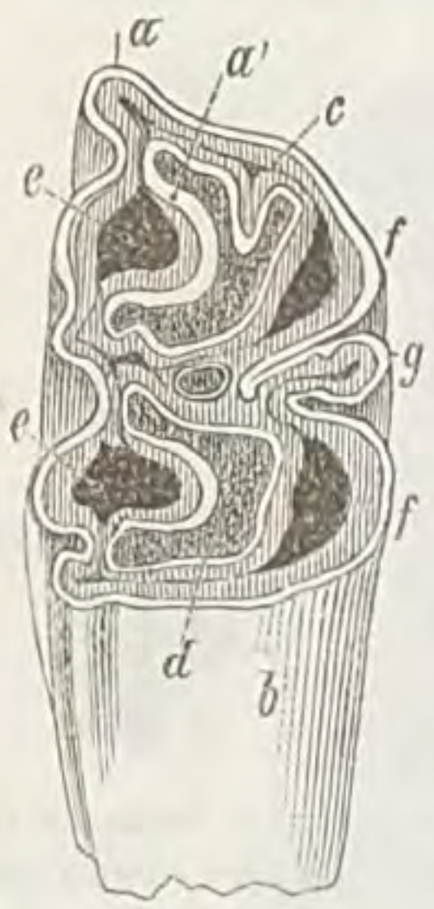
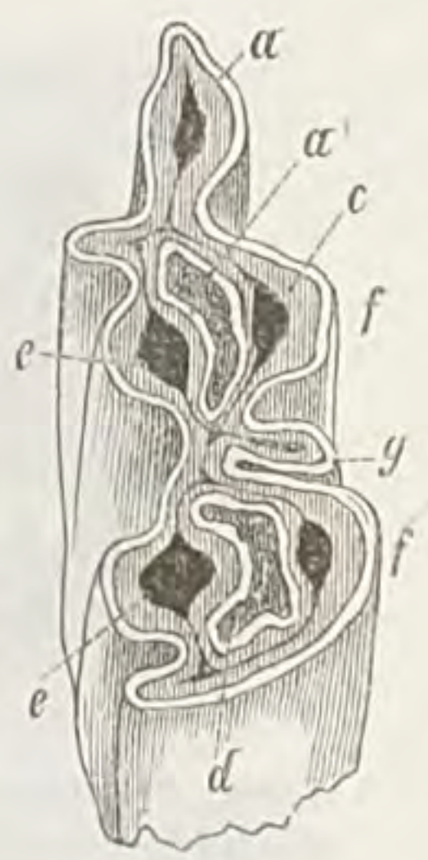


Fig. 54.



Querschnitt des dritten Backzahnes eines 2jährigen Duxer Stieres vom linken

Oberkiefer	Unterkiefer
a Schmelzfalten,	*e* Zahnbeingrube,
b Zämentmasse,	*f* Vorderjoch und Hinterjoch,
c Zahnbein,	*g* Basalwarze.
d Marke,	

Von den Backzähnen des Unterkiefers der Wiederkäuer haben der erste und der zweite je zwei Joche und je zwei wahre Marken, der dritte hat drei Joche, von denen das Vorderjoch und das Mitteljoch wahre Marken besitzen. Beim Rinde fehlt der Mittelpfeiler an der Innenwand des Zahnes, dagegen haben die Aussenwände an ihrer lateralen Fläche beim ersten und beim zweiten Backzahne, zwischen Vorderjoch und Hinterjoch, und beim dritten Backzahne, zwischen Vorderjoch und Mitteljoch, einen Mittelpfeiler (Basalwarze).

Die Joche an den Oberkiefer- und Unterkieferbackzähnen grenzen sich bei dem Schafe und der Ziege besonders scharf ab, doch fehlen ihnen die Mittelpfeiler (Basalwarzen).

Die Kaufläche der Oberkieferbackenzähne der Wiederkäuer ist am lateralen Rande des Zahnes höher als am medialen Rande; dagegen ist die Kaufläche der Unterkieferbackenzähne am medialen Rande höher als am lateralen, so dass also die Backenzahnreihen beider Kiefer sich derart decken, dass die des Oberkiefers den lateralen Rand der Unterkieferbackenzähne lateralwärts und abwärts überragen, während die Backenzähne

des Unterkiefers den medialen Rand der Oberkieferbackenzähne medianwärts und aufwärts überragen.

Die Backenzähne des **Schweines** zeigen Aussenwand und Innenwand, Vorderjoch und Hinterjoch. Diese Hauptbestandtheile der Backenzähne sind jedoch in mehrere Hügelpaare aufgelöst, die zum Theile von Basalwarzen umgeben sind. Marken sind nur als seichte Gruben an den Backzähnen vorhanden. Die Backzähne im Oberkiefer und Unterkiefer sind von fast gleicher Form, ebenso die Milch-Vorbackzähne und die bleibenden, dagegen sind die Vorbackzähne von viel einfacherer, den Schneidezähnen näher stehender Form, als die Backzähne. Jeder Vorbackzahn hat zwei Wurzeln, der erste und der zweite Backzahn haben jeder vier Wurzeln, der dritte Backzahn hat sieben Wurzeln: je zwei im Vorder- und Mitteljoche und drei im Hinterjoche.

Bei den Vorbackzähnen besteht das Vorderjoch und das Hinterjoch aus je einem Hügelpaare, das medianwärts und lateralwärts von einer Basalwarze begrenzt ist; ebenso befindet sich in der Medianlinie zwischen Vorderjoch und Hinterjoch eine Basalwarze. Auch an dem zweiten und dritten Vorbackzahne sind noch Vorderjoch und Hinterjoch zu erkennen, doch entbehren sie der Hügel und der Basalwarzen. Der vierte (vorderste) Vorbackzahn, der als Milchzahn erscheint und nicht mehr gewechselt wird, lässt weder Joch noch Hügel erkennen.

Der erste und zweite Backzahn hat im Vorderjoche zwei Hügel, im Hinterjoche je vier Hügel, von denen zwei quer, zwei sagittal gestellt sind, d. h. sie haben eine Kreuzform oder Kleeblattform. Lateralwärts der lateralen Hügel und medianwärts der medianen Hügel befindet sich vor und hinter denselben je eine Basalwarze. Der dritte Backzahn hat drei Joche, von denen das vordere und mittlere vier Hügel, das hintere drei Hügel besitzt, die medianwärts und lateralwärts von Basalwarzen umgeben sind.

Die Form der Backzähne zeigt einige Verschiedenheiten bei den beiden Rassetypen des Schweines: bei dem indischen Hausschweine ist die Basis der Krone stärker und die Spitzen der Hügelpaare sind weiter von einander entfernt als bei dem europäischen Hausschweine. Der 3. Backzahn ist bei jenem oben und unten kürzer.

Im Allgemeinen ist die Backenzahnreihe der Eber länger als die der Sau.

Die Zahnabbildungen dieses Paragraphen sind von natürlicher Grösse.

d) Der knöcherne Kopf im Ganzen und die Rassenunterschiede desselben.

§. 81. *Der knöcherne Kopf des Pferdes.*

(Hierzu Tafel III bis V.)

Das Oberhaupt des Pferdes ist im Vergleiche zu dem der übrigen landwirthschaftlichen Hausthiere sehr lang und wenig hoch; dagegen ist bei dem Pferde der Unterkiefer sehr hoch am Ganaschenwinkel, bei entsprechender Länge im Vergleiche zum Oberhaupte. Die Längsaxe (Sagittalaxe)*) des Oberhauptes verhält sich beim Pferde zur Höhenaxe am Hinterhaupte (Tangente des Hinterhauptes, Tafel III *A*) etwa wie 6 : 1, zur Höhenaxe zwischen 1. Vorbackzahn und 1. Backzahn (Tafel III *B*) etwa wie 5 : 1, zur Höhenaxe an der vorderen Nasenbeinspitze (Tafel III *C*) etwa wie 6·8 : 1. Die Höhenaxen sind also am Hinterhaupte und an der vorderen Nasenspitze fast gleich gross, während das Oberhaupt sich gegen die mittlere Höhenaxe hin erhöht; letztere bezeichnet die grösste Höhe des Oberhauptes. Auf der Längsaxe, an der Grundlinie des Oberhauptes, nimmt die Reihe der Schneidezähne und der Backenzähne den kleineren Raum ein gegenüber dem vorderen und hinteren zahnfreien Theile. Die mit Zähnen besetzten Theile der Grundlinie verhalten sich zu dem gesammten zahnfreien Theile etwa wie 100 : 160. Die Schädelhöhle ist verhältnissmässig klein und ihr Längsdurchmesser (in der Sagittalaxe) etwa doppelt so gross wie ihr Höhendurchmesser auf der sogenannten Sattellehne des hinteren Keilbeinkörpers. Der grösste Längsdurchmesser der Schädelhöhle verhält sich zum grössten Längsdurchmesser der Nasenhöhle (am Boden derselben gemessen) etwa wie 100 : 250.

Was das Verhältniss der Gegenden des Oberhauptes zu einander betrifft, so verhält sich beim Pferde die Längsaxe (Sagittalaxe) des Schädels zur Längsaxe des Gesichtes etwa wie

*) Die Höhenaxen des Oberhauptes sind die von der oberen zur unteren Profillinie (bis zum Kieferrande) des Oberhauptes gefällten Perpendikel. Die Lage des Oberhauptes bezieht sich auf die Horizontallinie zwischen Vorderrand des Hinterhauptloches und Hinterrand des Gaumens, in der Medianlinie gemessen. Diese Horizontale liegt allen Schädelzeichnungen auf Tafel III und IV, sowie auf Tafel VI bis X zu Grunde.

100 : 170. Von den Schädelgegenden ist die Hinterhauptgegend am schwächsten entwickelt.

Die geringe Höhe der **Hinterhauptfläche** (Tafel III *b*) bietet den sich dort ansetzenden Nackenmuskeln nur wenig Raum und diese bleiben in der Entwicklung zurück im Vergleiche zu den Nackenmuskeln des Schweines und des Rindes; diese Thiere machen von denselben einen weit umfassenderen Gebrauch zum Erwerbe ihrer Nahrung (bei den Bewegungen des Wühlens und des Abreissens von Futter), sowie zur Feststellung des Kopfes bei Verwendung ihrer Waffen (beim Keilen und beim Stossen).

Von den Schädelgegenden ist die **Mittelhauptgegend** die grösste. Zu ihr gehört die Scheitelfläche, die Oberschläfengrube, die Unterschläfengrube und die Ohrengegend. Die Scheitelfläche entspricht der Ausdehnung des Scheitelbeines *m*. Die Oberschläfengrube wird begrenzt: medianwärts von der Schuppe des Schläfenbeines *g*, lateralwärts von dem Jochfortsatze *l* desselben, nach vorn vom Jochfortsatze des Stirnbeines *o*, beziehungsweise von der Augenhöhle; nach hinten ist die Oberschläfengrube offen, nach unten steht sie in der vorderen Hälfte mit der Keilbeingaumengrube und der Unterschläfengrube in Verbindung, in der hinteren Hälfte bildet der Ursprung des Schläfenbein-Jochfortsatzes ihren Boden. Die Oberschläfengrube wird ausgefüllt vom Schläfenbeinmuskel des Unterkiefers und vom Schnabelfortsatze des letzteren; bei gutgenährten Thieren finden sich reichliche Fettablagerungen darin. Die Unterschläfengrube wird medianwärts begrenzt von dem Gaumenflügel *s''* des hinteren Keilbeinkörpers, nach hinten vom Gelenkfortsatze *l'* des Jochfortsatzes, lateralwärts durch den Schläfenast des Unterkiefers; nach oben bildet der Ursprung des Schläfenbein-Jochfortsatzes, beziehungsweise dessen Unterkiefergelenkgrube die Decke der Unterschläfengrube. Nach vorn steht letztere mit der Keilbeingaumengrube *t'* im Zusammenhange. Die Ohrengegend liegt hinter dem Gelenkfortsatze des Jochbogens; sie enthält den äusseren Gehörgang *h'*, den Paukentheil mit dem Zungenbeinfortsatze *i''* und dem Griffelfortsatze *k*, den Warzentheil *e* des Felsenbeines und den Warzenfortsatz *f*.

Die **Vorderhauptgegend** umfasst aussen: die Stirnfläche, die Augenhöhle und die Keilbeingaumengrube. Die Stirnfläche entspricht der Ausdehnung des Stirnbeines *n*. Die Augenhöhle wird medianwärts begrenzt von der Augenplatte *n'* des

Stirnbeines und von der lateralen Fläche des Augenflügels vom vorderen Keilbeinkörper; nach vorn von der Augenplatte des Thränenbeines *q*, lateralwärts von der Augenplatte des Wangenbeines *p* und vom Vorderrande des Schläfenbein-Jochfortsatzes *l*. Nach hinten-lateralwärts wird die Augenhöhle vom Stirnbein-Jochfortsatze *o* begrenzt, medianwärts steht sie mit der Oberschläfengrube, nach unten mit der Keilbeingaumengrube *t'* in Verbindung. Aus der Augenhöhle führen folgende Kanäle, beziehungsweise Löcher zu benachbarten Höhlen oder Flächen: nach oben das Oberaugenhöhlenloch *o'* für die Stirnarterie und den Stirnnerven, welche aus der Augenhöhle zur Stirnplatte des Stirnbeines treten; nach vorn den Thränenkanal *q'*, der in den mittleren Nasengang mündet und die Thränen aus der Augenhöhle in die Nasenhöhle führt; medianwärts das mediale Augenhöhlenloch, durch welches die Siebbeinarterie und der Siebbeinnerv (vom Augenaste des 5. Gehirnnervenpaares) mittelst des Siebbeinkanales in die Schädelhöhle gelangen; nach hinten-medianwärts der Sehnervenkanal, durch welchen der Sehnerv aus der Hirnhöhle in die Augenhöhle tritt; nach hinten-lateralwärts die hintere Augenhöhlenspalte, welche aus der Hirnhöhle folgende Nerven zur Augenhöhle führt: den gemeinschaftlichen Augenmuskelnerven (3. Gehirnnervenpaar), den Rollnerven des Auges (4. Gehirnnervenpaar), den äusseren Augenmuskelnerven (6. Gehirnnervenpaar); den Augenast des Drillingnerven (1. Ast des 5. Gehirnnervenpaares); den unteren grösseren Umfang der hinteren Augenhöhlenspalte bildet der runde Kanal, durch welchen der Oberkieferast des 5. Gehirnnervenpaares aus der Hirnhöhle in die Keilbeingaumengrube tritt.

Die Keilbeingaumengrube *t'* wird begrenzt: medianwärts von der lateralen Fläche des Nasenflügels vom Gaumenbeine *t*, nach vorn von der Hinterwand *w'* (Beule) des Oberkieferbeines; nach aussen ist die Keilbeingaumengrube offen, nach hinten steht sie mit der Unterschläfengrube, nach oben mit der Augenhöhle im Zusammenhange. Die Keilbeingaumengrube steht in Verbindung: mit der Nasenhöhle durch das Nasengaumenloch, mit der Nasengegend durch den Unteraugenhöhlenkanal, der oberhalb des 2. Vorbackzahnes mündet *(u')* und durch welchen die vorderen Zahngefässe, sowie der Unteraugenhöhlennerv und der vordere Zahnnerv (beide vom Oberkieferaste des 5. Gehirnnervenpaares) verlaufen; mit der Hirnhöhle durch den runden

Kanal (für den Oberkieferast des 5. Gehirnnervenpaares), mit dem hinteren Theile der Unterschläfengrube durch den grossen Flügelkanal (für die innere Kinnbackenarterie).

Die allen drei Schädelgegenden angehörige Schädelhöhle (Hirnhöhle) ist bereits in §. 73 beschrieben worden.

Von den Gesichtgegenden ist die **Nasengaumengegend** die grösste. Ihre Aussenfläche (Tafel III) bilden: die Nasenbeine *r*, die Nasenfortsätze *u* der Oberkieferbeine (an deren mittlerem Theile der Unteraugenhöhlenkanal *u'* mündet) die Nasenfortsätze *y* der Zwischenkieferbeine. Das Innere (Tafel IV) der Nasengaumengegend wird gebildet von der Nasenhöhle, die begrenzt wird: oberwärts von dem Nasenbeine *r*; unterwärts vom harten Gaumen, der zusammengesetzt ist aus den Gaumenfortsätzen der Zwischenkieferbeine *y'* (die mit jenen verbundenen Zahnfachfortsätze tragen die Schneidezähne *z*), der Oberkieferbeine *u'* (mit dem Eckzahne *z'* und den im Zahnfachfortsatze *w* befestigten Vorbackzähnen *x* und den Backzähnen *x'*) und der Gaumenbeine *t*. Lateralwärts ist die Nasenhöhle begrenzt von den Nasenfortsätzen der Zwischenkieferbeine *y* und der Oberkieferbeine *u*, sowie von den oberen *q* und unteren *q'* Muschelbeinen und den Labyrinthen *p* des Siebbeines; die mediane Scheidewand beider Nasenhöhlen bildet die Nasenscheidewand, deren untere knöcherne Grundlage das Pflugscharbein *v* ist, auf dessen rinnenförmigen oberen vorderen Rand sich die knorpelige Nasenscheidewand stützt. Mit der Nasenhöhle steht durch den mittleren Nasengang in Verbindung: die Oberkieferhöhle, in welche wiederum die Höhlen des Gaumenbeines, des Wangenbeines, des vorderen Keilbeinkörpers und des Stirnbeines jederseits einmünden.

Die Wangengegend und die Unterkiefergegend enthalten keine Höhlen und keine Besonderheiten ausser denen, die in §. 75 und 76 bereits beschrieben sind. Die zusammenhängenden Theile dieser Gegenden sind aus nachstehender Bezeichnung zu Tafel III bis V leicht zu erkennen.

Auf Tafel III bedeutet: *q* Thränenbein, *q'* Eingang des Thränenkanales, *p* Wangenbein, *w'* Beule des Oberkieferkörpers, *v* dessen Jochleiste, *v'* dessen Wangenhöcker; auf Tafel IV: *a* durchschnittener Körper des Hinterhauptbeines, *s* durchschnittener hinterer Keilbeinkörper, *s'* durchschnittener vorderer Keilbeinkörper mit der Keilbeinhöhle, *c* linke Hälfte des grossen Hinterhauptloches, *c'* Knopfkanal, *e* Felsenbeinpyramide, *h* innerer Gehörgang, *i* gerissenes Loch, *i'* Drosseladerloch, *k* Griffelfortsatz des Paukentheiles, *n* Stirnbein, *n'* Stirnhöhle, *o* Siebplatte

des Siebbeines, *y''* Nasen-Gaumenkanal; auf Tafel V, Fig. 1 und 2: *a* Unterkiefer-Ganaschenwinkel, *b* Schläfenast, *e* Gelenkkopf, *d* Schnabelfortsatz (proc. coronoideus), *e* halbmondförmiger Ausschnitt, *f* Zahnfachast, *g* Zahnfachrand mit *h* den Vorbackzähnen und *i* den Backzähnen, *k* zahnfreier Theil, *k'* Hakenzahn, *l* vordere Mündung des Zahnfachkanales, *m* Kinnwinkel, *n* Schneidezähne, *o* Kehlgang.

Die Rassenunterschiede des knöchernen Pferdekopfes sind bisher noch so wenig erforscht worden, dass wir auf deren Darstellung an dieser Stelle verzichten müssen.

§. 82. *Der knöcherne Kopf des Schweines und dessen Rassenunterschiede.*

(Hierzu Tafel V und VI.)

Das Oberhaupt des Schweines (Tafel VI, Fig. 1 und 2) hat eine keilförmige Gestalt, deren grösste Höhe (Basis) am Hinterhaupte liegt. Die vordere Höhenaxe *C* des Oberhauptes verhält sich zur mittleren Höhenaxe *B* und zur hinteren Höhenaxe *A* etwa wie 1 : 2 : 4. Die mit Zähnen besetzte Grundlinie des Oberhauptes verhält sich zur zahnfreien etwa wie 100 : 65; jene ist die längste gegenüber den anderen landwirthschaftlichen Hausthieren. Das Stirnprofil ist bei den europäischen Hausschweinen fast gerade, d. h. es ist etwas konvex am Stirnbeine zwischen beiden Augenhöhlen und etwas konkav an der Stirn-Nasenbeinverbindung; an dieser Stelle beträgt die tiefste Einsenkung des Schädelprofiles (unter einer Tangente, welche Scheitelbein und vordere Nasenbeinspitze verbindet) bei ausgewachsenen europäischen Hausschweinen 10 bis 15 Millimeter. Das indische Hausschwein und die von demselben abstammenden Kulturschweine (englische Schweinerassen) hat eine fast doppelt so grosse Profileinsenkung, und bei englischen Kulturschweinen kann dieselbe auf das Vierfache sich vergrössern (bis 60 Millimeter).

Die Schädelhöhle hat fast die Form eines Hühnereies; der breitere Theil liegt unter dem Stirnbeine und dem Scheitelbeine, der schmalste Theil im Hinterhauptloche. Der längste Durchmesser der Schädelhöhle verhält sich zum längsten Durchmesser der Nasenhöhle etwa wie 1 : 2. Beim europäischen Hausschweine steht die Längsaxe (Sagittalaxe) des Schädels zur Längsaxe des Gesichtes etwa im gleichen Verhältniss (wie 1 : 1), während beim indischen Schweine und bei den Kulturschweinen die Sagittalaxe des Schädels kürzer ist als die des Gesichtes, etwa im Verhältniss wie 100 : 150.

Die **Hinterhauptgegend** nimmt in der Sagittalaxe des Schädels den geringsten Raum ein, während die Höhenaxe derselben grösser ist als die der übrigen Schädelgegenden und der Gesichtgegenden. Dagegen tritt die Queraxe zurück hinter die der Mittelhauptgegend und der Vorderhauptgegend. Bei dem europäischen Hausschweine ist die Höhenaxe der Hinterhauptgegend grösser, die Queraxe kleiner als beim indischen Hausschweine und bei den europäischen Kulturrassen. In sehr auffallender Weise unterscheiden sich die beiden Typen des Hausschweines durch die Winkelstellung der Hinterhauptschuppe zur Horizontalebene des Oberhauptes: bei dem europäischen Hausschweine bildet die Hinterfläche der Hinterhauptschuppe mit der Horizontalen im Mittel einen Winkel von 100 bis 90°; bei dem indischen Hausschweine von 80 bis 70° und bei den europäischen Kulturrassen: einen Winkel von 80 bis 53°. Die Richtung der Hinterhauptfläche fällt also bei dem europäischen Hausschweine schräg ab von hinten-oben nach vorn-unten, während bei den anderen Rassen die Richtung der Hinterhauptfläche von vorn-oben nach hinten-unten geht. Die gerade entgegengesetzte Richtung der Hinterhauptfläche bei den Kulturrassen, welche der jugendlichen Form des Schweineschädels entspricht, erklärt sich durch den verminderten Gebrauch der Nackenmuskeln, da bei diesen Rassen die Thätigkeit derselben zum Wühlen und Kesselgraben aufhört. Damit entfällt die hauptsächliche Wirkung, wodurch die Hinterhauptschuppe nach hinten-abwärts gezogen wird, und sie bleibt in dem ursprünglichen jugendlichen Zustande erhalten.

Die **Mittelhauptgegend** ist in der Sagittalaxe kürzer, dafür aber in der Höhenaxe grösser als beim Pferde. Eigenthümlich ist die Lage des äusseren Gehörganges beim Schweine; derselbe liegt nämlich an der Hinterfläche des Jochbogens, beziehungsweise an dem hinteren Ursprunge des Schläfenbein-Jochfortsatzes, so dass er der Lage nach der Hinterhauptfläche angehört. Der der Mittelhauptgegend angehörende Theil des Jochbogens besteht aus zwei Knochenstücken, von denen der Schläfenbein-Jochfortsatz das hintere obere, der Wangenbein-Jochfortsatz das vordere untere Stück bildet. Die Grube am Jochbogen für den Unterkiefer-Gelenkkopf ist sehr seicht und schwach entwickelt; der Gelenkfortsatz des Jochbogens fehlt ganz. An dem unteren Theile der Mittelhauptgegend fällt besonders die starke Entwicklung des blasenförmigen Paukentheiles auf.

Die **Vorderhauptgegend** enthält die fast glatte Stirnfläche, auf der im vorderen unteren Drittel sich beiderseits die langen Oberaugenhöhlenkanäle öffnen, die an der oberen medialen Augenhöhlenwand beginnen. Von jener Oeffnung ziehen seichte Rinnen abwärts und vorwärts zu den Nasenbeinen.

Die Augenhöhle ist mit ihrer Längsaxe schief von hinten-oben nach vorn-unten und lateralwärts gestellt. Ihre mediale Wand wird gebildet von der Augenplatte des Stirnbeines (welche ein sehr kleines mediales Augenhöhlenloch als Eingang zum Siebbeinkanale zeigt) und von der Papierplatte des Siebbeines; ihre Vorderwand von der Augenfläche des Thränenbeines, welche eine tiefe Thränengrube (fossa lacrymalis) trägt; die laterale Wand der Augenhöhle ist sehr niedrig und gehört der Augenplatte des Wangenbeines an; die untere Wand fehlt, d. h. die Augenhöhle steht am Schädel im unmittelbaren Zusammenhange mit der Keilbeingaumengrube; die hintere Wand wird nur im oberen Drittel von dem Jochfortsatze des Stirnbeines gebildet, der den Jochbogen nicht erreicht; an den unteren zwei Dritteln fehlt daher der Hinterwand der Augenhöhle die knöcherne Begrenzung und steht sie an dieser Stelle in Verbindung mit der umfangreichen Oberschläfengrube.

Die Keilbeingaumengrube ist tiefer als bei den übrigen landwirthschaftlichen Hausthieren; an ihrer medialen Wand nimmt ausser dem Nasenflügel des Gaumenbeines und dem Gaumenflügel des Keilbeines, die laterale Fläche des Flügelbeines Theil, welches sich zwischen jene beiden Flügel einschiebt. Der aus der Keilbeingaumengrube zur Nasenfläche führende Unteraugenhöhlenkanal ist sehr weit, ebenso der in die Schädelhöhle führende runde Kanal.

Die **Schädelhöhle** ist bereits im §. 73 beschrieben worden. Es ist nur noch hinzuzufügen, dass die Schädeldeckknochen beim Schweine, ebenso wie die Hinterhauptschuppe, von grossen Lufthöhlen durchzogen sind, welche mit der Nasenhöhle in Verbindung stehen, beziehungsweise von ihr aus mit Luft gefüllt werden. Beim europäischen Hausschweine sind diese Lufthöhlen mehr entwickelt als bei dem indischen Hausschweine und den europäischen Kulturrassen.

Die **Nasengaumengegend** zeigt wenig Verschiedenheiten von der entsprechenden Gegend des Pferdekopfes. Auf dem Zahnfache des Eckzahnes (Hauers) befindet sich eine starke Knochenhervor-

ragung; der Nasenfortsatz des Zwischenkieferbeines ist breiter als bei den übrigen landwirthschaftlichen Hausthieren. Die Gaumenfläche des knöchernen Gaumens zeigt wiederum Rassenverschiedenheiten. Bei dem europäischen Hausschweine ist dieselbe länger und schmäler als bei dem indischen Hausschweine und den europäischen Kulturrassen; bei jenem stehen die Reihen der Backenzähne zu einander parallel, während sie bei diesen vom 1. Vorbackzahne ab nach vorn divergiren. Die mit der Nasenhöhle mittelst des mittleren Nasenganges in Verbindung stehenden Höhlen des Oberkieferbeines, des Gaumenbeines und des Wangenbeines, des vorderen Keilbeinkörpers, des Stirnbeines und des Scheitelbeines, sowie der Hinterhauptschuppe, vermögen grosse Luftmassen zu fassen.

Noch grössere Rassenunterschiede zeigt die **Wangengegend** und insbesondere das Thränenbein. Bei allen Schweinen erreicht das Thränenbein das Nasenbein nicht, sondern der obere mediale Rand des Ersteren verbindet sich in seiner ganzen Länge mit dem Nasenfortsatze des Stirnbeines. Aber dieser obere mediale Rand ist beim europäischen Hausschweine zwei- bis dreimal so lang als der Augenhöhlenrand des Thränenbeines, und etwa um die Hälfte länger als der untere laterale Thränenbeinrand, der sich mit dem Wangenbeine verbindet. Bei dem indischen Hausschweine und den europäischen Kulturrassen dagegen sind die genannten drei Ränder des Thränenbeines etwa von gleicher Grösse. Eine fernere Rasseneigenthümlichkeit der Wangengegend ist die Stellung des 3. Oberkieferbackzahnes zum Augenhöhlenrande des Thränenbeines. Beim europäischen Hausschweine steht dieser Backzahn unter dem Thränenbeine, d. h. ein auf den Hinterrand des 3. Backzahnes nach aufwärts errichtetes Perpendikel trifft den Augenhöhlenrand des Thränenbeines oder dessen Wangenfläche. Beim indischen Hausschweine und den europäischen Kulturrassen dagegen steht der 3. Backzahn zur grösseren Hälfte unter der Augenhöhle, und jenes Perpendikel trifft etwa in die Mitte der Augenhöhle, oder bei hochkultivirten Schweinen sogar auf die Spitze des Stirnbein-Jochfortsatzes.

Die **Unterkiefergegend** zeigt, ausser den schon früher erwähnten, keine Besonderheiten gegenüber den anderen landwirthschaftlichen Hausthieren, und auch die Rasseneigenthümlichkeiten bieten nur geringe Verschiedenheiten.

Eine diagnostische Uebersicht über die Art und Rassenkennzeichen der Gattung Schwein gibt Tabelle II.*) Aus derselben ergibt sich die nahe Formverwandtschaft zwischen dem europäischen Wildschweine und dem europäischen Hausschweine; letzteres dürfte wahrscheinlich von ersterem abstammen. Die wilde Stammform des indischen Hausschweines ist nicht bekannt. Von letzterem aber stammen ab: das romanische Schwein (Bündtner und neapolitanisches Schwein), das kraushaarige Schwein und die englischen Kulturschweine. Ob auch das sogenannte Torfschwein (sus palustris Rütimeyer) vom indischen Schweine abstammt, dürfte zweifelhaft sein.**)

Die Buchstaben auf Tafel VI, Fig. 1, bedeuten: *A* hintere Höhenaxe, *B* mittlere Höhenaxe, *C* vordere Höhenaxe, *b* Hinterhauptschuppe, *b'* Scheitelplatte derselben, *c* Seitentheile derselben, *d* Drosselfortsatz, *e* Felsenbein-Warzentheil (der Warzenfortsatz fehlt), *g* Schläfenbeinschuppe, *h* äusserer Gehörgang, *i* Paukentheil, *l* Schläfenbein-Jochfortsatz, *m* Scheitelbein, *n* Stirnbein, *o* Stirnbein-Jochfortsatz, *p* Wangenbein, *p'* Wangenbein-Jochfortsatz, *q* Thränenbein, *q'* Eingang in die Thränenbeinkanäle, *r* Nasenbein, *s''* Gaumenflügel des Keilbeines, *t* Gaumenbein, *u* Oberkiefer-Nasenfortsatz, *u'* vordere Oeffnung des Unteraugenhöhlenkanales, *v* Jochleiste des Oberkiefers, *w* Zahnfachfortsatz desselben, *w'* Beule desselben, *x* die vier Vorbackzähne (der 1. und 2. sind bereits Wechselzähne), *x'* zwei Backzähne (der dritte ist noch nicht ausgebrochen), *y* Zwischenkiefer-Nasenast, *z* Schneidezähne, *z'* Eckzahn (Hauer).

Auf Tafel VI, Fig. 2, bedeutet: *a* Körper des Hinterhauptbeines, *b* Schuppe, *c* Seitentheile desselben, *c'* Knopfkanal, *d* Drosselfortsatz, *g* Schläfenbeinschuppe, *h* innerer Gehörgang, *i* Paukentheil, *m* Scheitelbein, *n* Stirnbein, *n'* Stirnhöhle, *s* hinterer Keilbeinkörper, *s'* vorderer Keilbeinkörper mit der Keilbeinhöhle, *s''* Gaumenflügel des Keilbeines.

Auf Tafel V, Fig. 3 und 4, ist der Unterkiefer eines älteren ungarischen Mast-Schweines mit vollständigem Gebisse abgebildet; es bedeuten: *a* Ganaschenwinkel, *b* Schläfenast, *c* Gelenkkopf, *d* Schnabelfortsatz, *e* halbmondförmiger Ausschnitt, *f* Zahnfachast, *g* Zahnfachrand, *h* die vier Vorbackzähne (der 4. ist fast dicht an den Hauer gerückt, was nicht selten vorkommt), *i* die drei Backzähne, *k* kurzer zahnfreier Rand, *k'* Hauer, *l* vordere Oeffnung des Zahnfachkanales, *m* Kinnwinkel, *n* Schneidezähne, *o* Kehlgang.

---

*) Dieselbe ist von mir zusammengestellt nach den Angaben von H. v. Nathusius in seinem ausgezeichneten Werke „Vorstudien für Geschichte und Zucht der Hausthiere, zunächst am Schweineschädel". Berlin 1864.

**) Die in meinem Besitze befindlichen Torfschweinschädel zeigen nicht die dem indischen Schweine eigenthümliche Thränenbeinform.

Tab. II. Diagnostische Uebersicht der Gattung Schwein.

Arten

Europäisches Wildschwein.
(Sus europaeus Pallas. S. scrofa ferus Linné.)

Konstant: Thränenbein, $2^1/_2$- bis 3mal länger als hoch. Backenzahnreihen parallel.

Eigenthümlichkeit des Wildstandes: Profil fast gerade. Schädel lang, schmal und niedrig. Hintere Kante des 3. Oberkiefer-Backzahnes steht vor dem Augenhöhlenrande.

Klassen-Eigenthümlichkeit: Eckzahn des Unterkiefers steht vor dem Eckzahne des Oberkiefers.

?? Indisches Wildschwein ??
(?? S. vittatus, Müller und Schlegel = S. timoriensis, M. u. S. / S. leucomystax Temminck) Jugendzustand.

Nicht genügend bekannt.

Varietäten

Gemeines Hausschwein.
(S. europaeus domesticus.)

Konstant: Thränenbein, Backenzahnreihen unverändert.

Abänderungen durch den Hausstand: Profil schwach gesenkt. Schädel kürzer, breiter, höher. Hintere Kante des 3. Oberkiefer-Backenzahnes steht vor dem vorderen Augenhöhlenrande.

Klassen-Eigenthümlichkeit: Eckzahn des Unterkiefers unverändert.

Indisches Hausschwein, S. indicus Pallas.

Kurzohriges, s. g. chinesisches Schwein. / **Japanesisches Maskenschwein.** (S. pliciceps Gray.)

Konstant: Thränenbein im Augenhöhlenrande so hoch wie oben lang. Backenzahnreihen an der Grenze der Vorbackzähne und Backzähne nach vorne divergirend.

Abänderungen durch den Hausstand: Profil stärker gesenkt. Schädel noch kürzer, breiter, höher. Hintere Kante des 3. Oberkiefer-Backzahnes unter der Mitte der Augenhöhle.

Klassen Eigenthümlichkeit: Eckzahn des Unterkiefers unverändert. Darüber ein starker Kamm.

Kurze Ohren. Wenig Gesichtsfalten. / Lange Ohren. Viel Gesichtsfalten.

Rassen

Romanisches Schwein.
Bündtner und neapolitanisches Schwein.
Torfschwein (sus palustris Rütimeyer).

Kraushaariges Schwein.
Ungarisches Schwein.

Wenig veredelt. Wesentliche Kennzeichen gleich dem indischen Hausschweine.

Englisches Kulturschwein, hochveredelt.

Konstant: Thränenbein, Backenzahnreihen wie beim indischen Hausschweine.

Abänderungen durch den Hausstand: Profil sehr stark gesenkt. Schädel sehr kurz, breit, hoch. Hintere Kante des 3. Oberkiefer-Backzahnes wie beim indischen Hausschweine. Eckzahn des Unterkiefers steht hinter dem des Oberkiefers. Gelenkfläche des Hinterhauptes in zwei Theile getheilt.

§. 83. *Der knöcherne Kopf des Schafes und dessen Rassenunterschiede.*

(Hierzu Tafel VI, Fig. 3 und 4.)

Das knöcherne Oberhaupt des Schafes hat eine fast halbkugelige Form. Wenn wir die Grundlinie des Oberhauptes halbiren und auf den Theilungspunkt ein Perpendikel errichten, so fällt dessen Verlängerung nach oben etwa auf den Vorderrand der Augenhöhle. Etwas hinter diesem Perpendikel, d. h. in der Gegend des Stirnhöckers oberhalb der Augenhöhle, ist die Höhenaxe des Oberhauptes am grössten; sie beträgt hier etwa das Anderthalbfache der hinteren Höhenaxe am Hinterhaupte und etwas weniger als das Doppelte der vorderen Höhenaxe an der vorderen Spitze der Nasenbeine. Die vordere Höhenaxe ist etwas grösser als die hintere, und die mittlere Höhenaxe verhält sich zur vorderen etwa wie 3 : 2. Die Sagittalaxe des Schädels verhält sich zur Sagittalaxe des Gesichtes etwa wie 100 : 125—150. Von allen landwirthschaftlichen Hausthieren hat das Schaf den verhältnissmässig grössten Schädeltheil und den kürzesten Gesichtstheil. Die Schädelhöhle hat eine fast elliptische Form und liegt ihre Längsaxe parallel zum Schädelgrunde.

Von den Schädelgegenden sind die Hinterhauptgegend und die Mittelhauptgegend fast von gleicher Grösse und beide sind zusammen etwa so gross wie die Vorderhauptgegend.

Von allen landwirthschaftlichen Hausthieren hat das Schaf die niedrigste **Hinterhauptgegend.** Die Hinterhauptschuppe betheiligt sich nur mit ihrem unteren Theile an der Hinterhauptgegend; der obere, etwas kleinere Theil derselben (die Scheitelplatte des Hinterhauptbeines) gehört schon zur Mittelhauptgegend. Das Schaf hat wie das Pferd und das Schwein nur einen Knopfkanal.

Die **Mittelhauptgegend** fällt stark nach hinten ab. Das Scheitelbein zieht sich vorwärts und lateralwärts bis zum Hinterrande des Keilbein-Augenflügels; es erreicht also die Hinterwand der Augenhöhle. Der äussere Gehörgang der langohrigen Schafrassen ist nach vorn-abwärts gebogen und länger als der gerade seitwärts gerichtete Gehörgang der kurzohrigen Schafrassen. Der hintere Keilbeinkörper besitzt eine hohe Sattellehne, beziehungsweise eine tiefe Hypophysengrube; dagegen ist sein Schläfenflügel so klein, dass dessen laterale Fläche an der Begrenzung der Oberschläfengrube nicht Theil nimmt.

Die **Vorderhauptgegend** ist bei den hörnertragenden Schafen ausgezeichnet durch die mit den Stirnbeinen verbundenen knöchernen Hornzapfen, welche hinten-oben und medianwärts von der Augenhöhle aus jenen entspringen und sich nach hinten und lateralwärts wenden. Der Querschnitt des Hornzapfens ist elliptisch und die Höhenaxe desselben geht dicht hinter seinem Ursprunge von oben-medianwärts nach unten-lateralwärts. Die aus Hornsubstanz bestehenden Hornscheiden zeigen quergestellte, durch Furchen getrennte Hornringe, und ihr lateraler Umfang ist konvex, ihr medialer hinterer Umfang konkav, beziehungsweise ausgehöhlt. Unter den hörnertragenden Schafen haben die weiblichen Thiere kürzere, einfach gebogene, beziehungsweise halbkreisförmige Hörner, mit nach hinten-unten gebogener Spitze. Die Böcke tragen längere und mehrfach gebogene, beziehungsweise schraubenförmig gewundene Hörner mit seitwärts gestellter Spitze; die zu beiden Seiten vom Kopfe weitab stehenden Hornspitzen der Zackelschafböcke sind aufwärts gewunden, während die seitlich gestellten Hornspitzen der Merinoböcke nach abwärts, und entweder vorwärts oder hinterwärts gekehrt sind. Die hornlosen Schafe tragen an Stelle der Hornzapfen den Stirnhöcker, hinter welchem das Stirnbein, dicht an seinem lateralen unteren Rande nahe der Schläfenbeingrenze, die Stirngruben trägt, die bei den Bergamaskerschafen am stärksten entwickelt sind. Die hornlosen und langohrigen Schafrassen haben ein mehr gewölbtes Stirnbein mit quergewölbtem Nasenfortsatze, während das Stirnbein der gehörnten und kurzohrigen Schafrassen platt ist und am Nasenfortsatze zwischen den Augenhöhlen etwas eingesenkt erscheint.

Die Augenhöhle des Schafes ist an ihrer hinteren lateralen Wand geschlossen durch den Jochfortsatz, beziehungsweise den Wangenfortsatz des Stirnbeines und durch den Stirnfortsatz des Wangenbeines. Der Boden der Augenhöhle wird gebildet von dem als Thränenbeinblase (bulla lacrymalis) bezeichneten hinteren lateralen Fortsatz der Augenhöhlenfläche des Thränenbeines. Das mediale Augenhöhlenloch, welches in den Siebbeinkanal führt, gehört allein der Augenplatte des Stirnbeines an. In dem Winkel zwischen Decke und medialer Wand finden sich zwei Oeffnungen, welche in den Ober-Augenhöhlenkanal führen, der medianwärts der Augenhöhle vor dem Stirnbeinhöcker, beziehungsweise vor dem Ursprunge des Hornzapfens mündet. Der untere

Theil der medialen Wand der Augenhöhle wird in viel grösserem Maasse von dem Keilbein-Augenflügel gebildet, als es beim Pferde der Fall ist. Aus der Augenhöhle führen zwei Thränenkanäle in die Nasenhöhle, von denen der obere laterale in den mittleren Nasengang, der untere mediale in den unteren Nasengang mündet; der letztere steht in Verbindung mit dem Unteraugenhöhlenkanale.

Die Keilbeingaumengrube ist sehr tief und wird zwischen Gaumenflügel des Keilbeines und Nasenflügel des Gaumenbeines von der lateralen Fläche des Flügelbeines begrenzt. Das in die Nasenhöhle führende Nasengaumenloch, sowie der in die Schädelhöhle führende runde Kanal, der mit der hinteren Augenhöhlenspalte vollständig vereinigt ist, sind beide sehr gross.

Von den Gesichtgegenden ist die **Nasengaumengegend**, im Vergleiche zu den übrigen landwirthschaftlichen Hausthieren, verhältnissmässig am kleinsten. Die Nasenbeine sind bei den ungehörnten, grossohrigen Rassen, sowohl in der Längsaxe wie in der Queraxe stark gewölbt; bei den gehörnten, kurzohrigen Rassen sind sie flacher. Bei den kurzohrigen Haideschafen und den Zackelschafen ist der Raum zwischen Nasenbein, Stirnbein und Thränenbein geschlossen. Bei den meisten langohrigen Rassen bleibt an dieser Stelle eine dreieckige Spalte.

Auf der **Wangengegend** ist bemerkenswerth die äussere Thränenbeingrube, welche der Wangenfläche des Thränenbeines und zum Theil auch dem Wangenbeine angehört: in diese Grube senkt sich die äussere Haut ein.

Die **Unterkiefergegend** des Schafes bietet ausser der allen Wiederkäuern eigenthümlichen Form keine Besonderheiten.

Die Buchstaben auf Tafel VI haben folgende Bedeutung:

Fig. 3: *A* hintere Höhenaxe, *B* mittlere Höhenaxe, *C* vordere Höhenaxe, *a* Körper des Hinterhauptbeines, *b* Hinterhauptschuppe, *b'* Scheitelplatte derselben, *c* Seitentheile des Hinterhauptes, *d* Drosselfortsatz, *e* Warzentheil des Felsenbeines, *f* Warzenfortsatz desselben, *g* Schläfenbeinschuppe, *h* äusserer Gehörgang, *i* Paukentheil des Felsenbeines, *k* Griffelfortsatz desselben, *l* Schläfenbein-Jochfortsatz, *m* Scheitelbein, *n* Stirnbein, *n'* Stirnhöcker desselben (Hornursprung), *n''* Nasenfortsatz desselben, *n'''* Stirnplatte desselben mit dem medialen Augenhöhlenloche, *o* Wangenbeinfortsatz des Stirnbeines, *p* Wangenbein, *p'* Jochfortsatz desselben, *p''* Stirnfortsatz desselben, *q* Thränenbein, *q'* Eingang in den Thränenkanal, *q''* Thränenbeinblase, *q'''* äussere Thränenbeingrube, *r* Nasenbein, *r'* vordere Spitze der oberen Muschel, *s* hinterer Keilbeinkörper, *s''* Keilbein-Gaumenflügel, *t* Gaumenbein-Nasenflügel, *u* Oberkiefer-Nasenfortsatz, *u'* vordere Oeffnung des Unteraugenhöhlenloches, *v* Wangenhöcker, *w* Oberkiefer-Zahnfach-

rand, *w* Oberkieferbeule, *x* die drei Vorbackzähne, *x'* zwei Backzähne (der 2. ist erst im Durchbruche, der 3. noch nicht erschienen), *z* Flügelbein.

Fig. 4: *a* bis *d* wie oben, *c'* Knopfkanal, *e* Felsentheil (Pyramide) des Felsenbeines, *g* die Schläfenbeinschuppe betheiligt sich nur mit einem sehr kleinen Theile an der Begrenzung der Schädelhöhle, *h* innerer Gehörgang, *i* bis *n''* wie oben, *n'* Stirnhöhle, *o* Siebplatte des Siebbeines, *p* Labyrinth desselben, *q* obere Muschel, *q'* untere Muschel, *s* bis *s''* wie oben, *t* Gaumenflügel des Gaumenbeines, *t'* Nasenflügel desselben, *t''* Nasen-Gaumenloch, *u* Oberkiefer-Nasenfortsatz, *u'* Oberkiefer-Gaumenfortsatz, *v* Pflugscharbein (oberer, nach unten abgebrochener Theil desselben), *x* bis *z* wie oben, *y'* Zwischenkiefer-Nasenfortsatz.

§. 84. *Der knöcherne Kopf des Rindes und dessen Rassenunterschiede.*

(Hierzu Tafel VII bis XVI.)

Das knöcherne Oberhaupt des Rindes hat, — wenn wir von den Einsenkungen am Stirnprofile und am Schädelgrunde absehen — vom Hinterhaupte bis zu einem den Vorderrand des dritten Vorbackzahnes berührenden Perpendikel, fast die Form eines Parallelogrammes; an das Vordertheil desselben ist der keilförmige Zwischenkiefertheil angesetzt. Der höchste Theil des Oberhauptes liegt bei den Rindern in der Regel in der hinteren Höhenaxe, also am Hinterhaupte. Die mittlere Höhenaxe zwischen 1. Backzahn und 1. Vorbackzahn, welche nach oben etwa die Mitte des Nasenbeines trifft, ist nur wenig kürzer als die hintere Höhenaxe (diese verhält sich zu jener etwa wie 100 : 92), während diese die vordere Höhenaxe an der Nasenspitze um etwa das Doppelte übertrifft. Diese Verhältnisse bestehen bei der Urrasse*) (bos taurus primigenius) und bei der kurzhornigen Rasse (bos taurus brachyceros). Bei der kurzköpfigen Rasse (bos taurus brachycephalus) verhält sich die hintere Höhenaxe zur mittleren und zur vorderen, etwa wie 100 : 80 : 44, und bei der grossstirnigen Rasse (bos taurus frontosus) ist das Verhältniss der hinteren Höhenaxe zur mittleren umgekehrt wie bei den übrigen Rinderrassen, d. h. jene verhält sich zu dieser etwa wie 100 : 126, und zur vorderen Höhenaxe etwa wie 100 : 70. Die grösste Höhe des Oberhauptes wird bei der grossstirnigen Rasse durch das Perpendikel bezeichnet, welches auf dem Hinterrande des 3. Backzahnes errichtet, nach oben den Vorderrand der Augenhöhle trifft.

*) Die naturgeschichtlichen Verhältnisse der vier Rinderrassen sind nachzusehen in meinem Buche: „Die Rinderrassen Mittel-Europas". Wien 1876.

Der Schädeltheil des Rinderkopfes verhält sich zum Gesichttheile desselben — an der Stirn-Nasenlinie gemessen — durchschnittlich etwa wie 1 : 2. Halten wir uns an dieses Profilmaass, so hat den verhältnissmässig kleinsten Schädel die Urrasse (Verhältniss des Schädeltheiles zum Gesichttheile etwa wie 100 : 210), dann folgen die kurzhornige und die kurzköpfige Rasse (bei beiden ist jenes Verhältniss etwa wie 100 : 200); den grössten Schädeltheil besitzt die grossstirnige Rasse (Verhältniss wie 100 : 170). Bemessen wir das Verhältniss der Schädelgrösse zur Gesichtgrösse nach dem Verhältniss der Sagittalaxe der Schädelhöhle zur Sagittalaxe der Nasenhöhle, so haben den verhältnissmässig kleinsten Schädeltheil (jenes Verhältniss etwa wie 100 : 240) die kurzhornige und die kurzköpfige Rasse, dann folgt die Urrasse (jenes Verhältniss wie 100 : 225); den grössten Schädeltheil hat wiederum die grossstirnige Rasse (jenes Verhältniss etwa wie 100 : 180).

Die Form der Schädelhöhle hat Aehnlichkeit mit einer länglichen Kartoffelknolle; die grösste Sagittalaxe der Schädelhöhle liegt oben-vorn unter der Stirnplatte des Stirnbeines, die kleinste Sagittalaxe liegt unten-hinten im Hinterhauptloche.

Der Schädeltheil lässt nur zwei Gegenden erkennen: Die Hinterhauptgegend und die Vorderhauptgegend. Die Mittelhauptgegend fehlt dem erwachsenen Rinde.

Die **Hinterhauptgegend** des Rindes bietet vor allen die meisten Besonderheiten dar gegenüber den anderen landwirthschaftlichen Hausthieren. Die Hinterhauptfläche ist — wenn wir von den seitlich vorragenden Ohrhöckern absehen — nahezu von quadratischer Form; die durchschnittliche Höhe vom oberen hinteren Rande des Hinterhauptloches bis zum Hinterrande des Stirnbeines beträgt etwa 130 Millimeter, und durchschnittlich ebenso gross ist die Queraxe an dem Hinterhauptstachel (der Stelle, wo die mediane mit der unteren Nackenlinie sich kreuzt). Ziehen wir aber die Ausdehnung der ganzen Hinterhauptfläche in Betracht, so ist das Maassverhältniss zwischen der ganzen Höhenaxe (vom Vorderrande des Hinterhauptloches bis zum Hinterrande des Stirnbeines) und der grossen Queraxe des Hinterhauptes (von einem Ohrhöcker zum anderen) und der kleinen Queraxe des Hinterhauptes (von einem Scheitelbeineinschnitte zum anderen) bei den verschiedenen Rassen (nach Messungen an den auf Tafel VII bis X abgebildeten Schädeln) das folgende: bei der

Urrasse verhält sich die Hinterhaupt-Höhenaxe zur kleinen und grossen Queraxe wie 100 : 89 : 140, bei der grossstirnigen Rasse wie 100 : 81 : 137, bei der kurzhornigen Rasse wie 100 : 86 : 139, bei der kurzköpfigen Rasse wie 100 : 83 : 140. Am breitesten ist also die Hinterhauptfläche bei der Urrasse und der kurzköpfigen Rasse, am schmalsten bei der grossstirnigen Rasse. Wählen wir die kleine Queraxe des Hinterhauptes als Maassstab für die Höhenaxe, so verhält sich jene zu dieser: bei der Urrasse wie 100 : 112, bei der grossstirnigen Rasse wie 100 : 111, bei der kurzhornigen Rasse wie 100 : 117, bei der kurzköpfigen Rasse wie 100 : 121. Die höchste Hinterhauptfläche hat also die kurzköpfige Rasse, die niedrigste die grossstirnige Rasse, bei welcher der Hinterrand des Stirnbeines die Hinterhauptfläche am meisten nach hinten überragt.

Unter den Hornursprüngen ist die Hinterhauptfläche am meisten verschmälert; diese Stelle (an welcher sich die Oberschläfengruben nach hinten öffnen) wird beiderseits verbunden durch die kleine Queraxe des Hinterhauptes, welche am kürzesten ist bei der grossstirnigen Rasse, am längsten bei der Urrasse. Die grosse Queraxe des Hinterhauptes reicht, wie erwähnt, von einem Ohrhöcker zum anderen, und dieser Knochentheil, welcher der Schläfenbeinschuppe angehört und als die hinterste Ursprungsstelle des Jochbogens angesehen werden kann, liegt an der Grenze zwischen Hinterhauptfläche und Schläfenfläche.

Die eigenthümliche Form der Hinterhauptgegend des Rindes lässt sich nur aus der Entwicklung derselben verstehen.

Bei einem Rindembryo zu Anfang des zweiten Drittels der Tragezeit (Fig. 55 zeigt die Hinterhauptgegend eines 111tägigen Rindembryos)*) finden wir zwischen Stirnbein *a*, Scheitelbein *b* und Zwischenscheitelbein *c* die grosse (Scheitel-)Fontanelle *g* (die zu beiden Seiten derselben noch nicht verknöcherten Stellen *h* des Stirnbeines sind für die Entwicklung der Hinterhauptgegend ohne Bedeutung). An das Zwischenscheitelbein schliesst sich nach hinten-unten die Schuppe des Hinterhauptbeines *d*, an diese lateralwärts die Schläfenbeinschuppe *f*; zwischen ihr und der Hinterhauptschuppe liegt die Hinterhaupt-Fontanelle *i* und unter-

*) Der Embryo stammt von einer von mir auf meinem früheren Gute Pogarth in Preussisch-Schlesien gezüchteten Kuh, deren Paarungszeit und Verkalbungszeit mir genau bekannt ist.

halb derselben, medianwärts an die Hinterhauptschuppe, lateralwärts an die Schläfenbeinschuppe sich anschliessend: der Hinterhaupt-Seitentheil *e*, welcher lateralwärts das Hinterhauptloch *m* begrenzt. An diesem Embryo sind zu der angegebenen Zeit also alle Knochenbestandtheile der Mittelhauptgegend und der Hinterhauptgegend vorhanden, ganz wie beim Schafe nach der Geburt und ähnlich wie bei allen höheren Wirbelthieren.

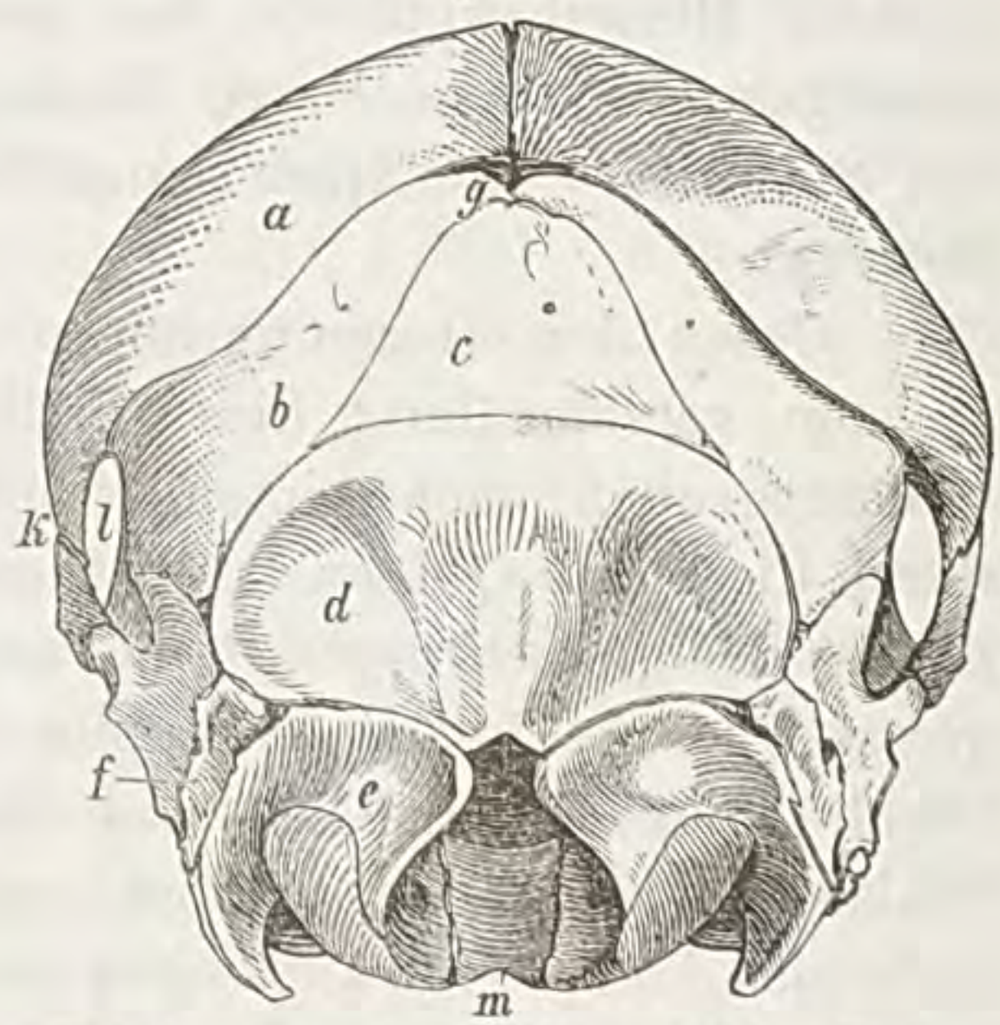
Im letzten Drittel der Tragezeit (Fig. 56 zeigt die Hinterhauptgegend eines $7^1/_2$monatlichen Rindembryos) ist die Hinter-

Fig. 55.

Hinterhauptgegend eines 111-tägigen Rindembryos. Nat. Gr.

a Stirnbein,
b Scheitelbein,
c Zwischenscheitelbein,
d Hinterhauptschuppe,
e Hinterhaupt-Seitentheil,
f Schläfenbeinschuppe,

Fig. 56.



Hinterhauptgegend eines $7^1/_2$monatlichen Rindembryos, Angeler Schlages. $^2/_3$ Nat. Gr.

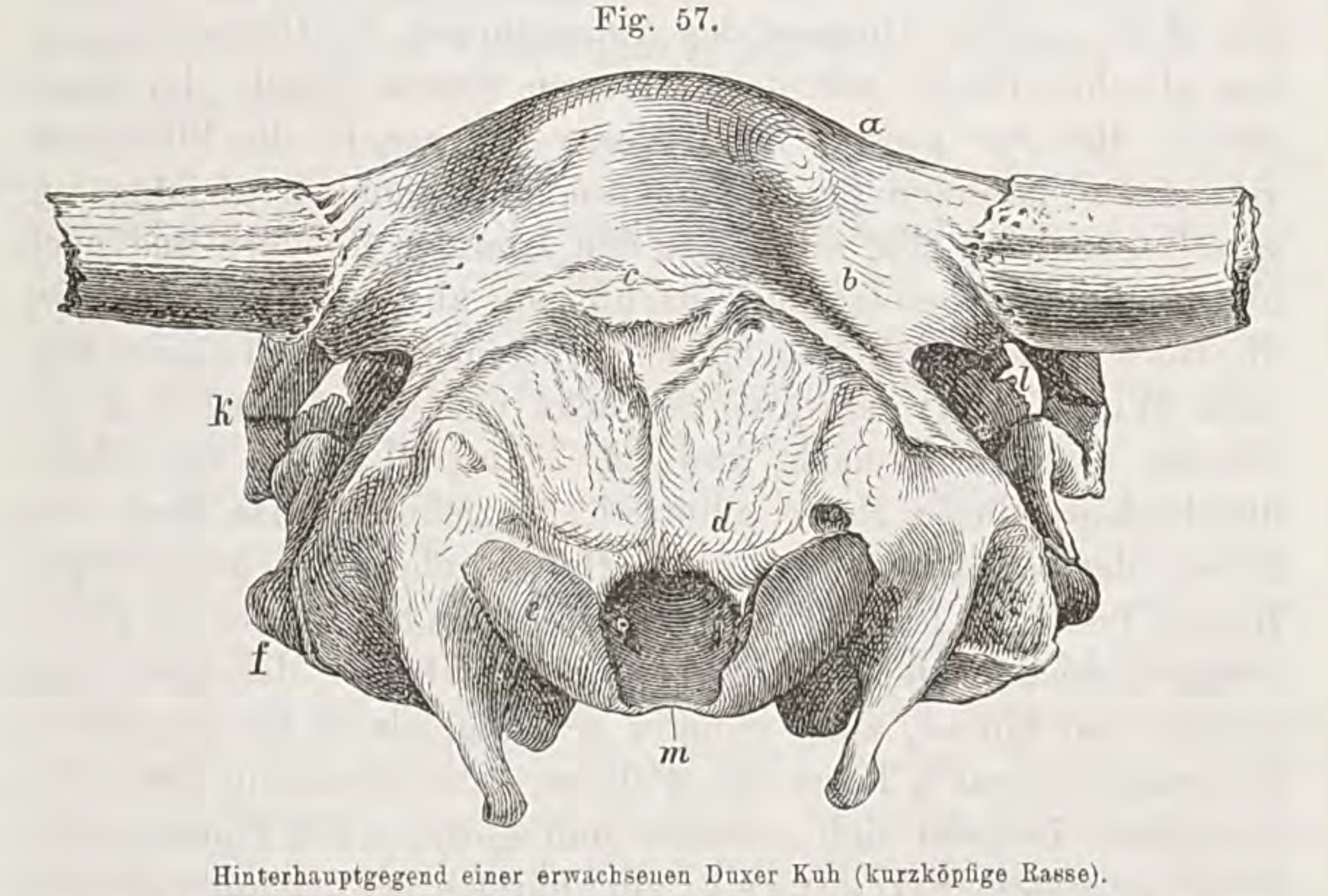
g Scheitelfontanelle,
h unverknöcherte Stelle des Stirnbeines,
i Hinterhauptfontanelle,
k hinterer Augenhöhlenbogen,
l Oberschläfengrube,
m Hinterhauptloch.

haupt-Fontanelle verschwunden; an ihrer Stelle finden wir den Warzentheil des Felsenbeines. Die Scheitel-Fontanelle *g* hat sich bis auf einen kleinen Rest zurückgebildet und durch das Zusammenschliessen der beiden Scheitelbeine in der Mittellinie ist das fast dreieckig gewordene Zwischenscheitelbein *c* von der Begrenzung der Scheitel-Fontanelle ausgeschlossen worden. Die Hinterhauptschuppe *d* hat sich lateralwärts mehr ausgedehnt und ist in Verbindung getreten mit der Schläfenbeinschuppe und dem Warzentheile des Felsenbeines.

Im erwachsenen Rinde (Fig. 57 zeigt die Hinterhauptgegend einer Duxer Kuh) ist von den Fontanellen und von den die einzelnen

Knochen der Hinterhauptgegend trennenden Nähten nichts mehr wahrzunehmen. Das Scheitelbein *b* ist mit dem Zwischenscheitelbeine *c* und der Hinterhauptschuppe *d* zu einem einzigen Knochen verwachsen, den wir als Nackenbein (os nuchae) bezeichnen können, und dieser Knochen ist nach oben wiederum mit dem Hinterrande des Stirnbeines und unten-lateralwärts mit dem Warzentheile des Felsenbeines und mit der Schläfenbeinschuppe verwachsen. An dem Nackenbeine eines erwachsenen Rindes sind keine Knochennähte mehr wahrzunehmen, wohl aber an der

Fig. 57.



Hinterhauptgegend einer erwachsenen Duxer Kuh (kurzköpfige Rasse).

a Stirnbein,
b Scheitelbein,
c Zwischenscheitelbein,
d Hinterhauptschuppe,
e Hinterhaupt-Seitentheil,
f Ohrhöcker der Schläfenbeinschuppe,
k hinterer Augenhöhlenbogen,
l Oberschläfengrube,
m Hinterhauptloch.

Oberschläfengrube desselben, welche der Vorderhauptgegend angehört.

Die **Vorderhauptgegend** umfasst die ganze Decke der Schädelhöhle und zu ihr gehören sämmtliche Gruben und Höhlen an der Aussenseite des Schädeltheiles.

Das Stirnbein hat von allen Schädelknochen des Rindes die grösste Ausdehnung. Die Länge desselben von der Hinterhauptgrenze bis zur Verbindung mit dem Nasenbeine beträgt etwa die Hälfte der ganzen Profillänge gemessen: von der Grenze der Hinter-

haupt und Vorderhauptgegend bis zum Vorderrande des Zwischenkiefers. Das kürzeste Stirnbein hat das kurzköpfige Rind; es hat in der Mittellinie nur 49 von 100 der Gesammt-Profillänge; das kurzhornige und das Rind der Urrasse haben 51 und 52 von 100 der Gesammt-Profillänge, und das längste Stirnbein hat das grossstirnige Rind, nämlich 59 von 100. Die Stirnplatte der drei erstgenannten Rassen ist wellenförmig und zwischen den Augenhöhlen etwas eingesenkt; an der Stelle, wo die Hörner entspringen, ist der obere laterale Winkel des Stirnbeines bei diesen Rassen entweder gar nicht oder nur sehr wenig nach abwärts geneigt, und der obere vordere Umfang des Anfangtheiles der Hörner liegt in fast gleicher Ebene mit dem hinteren oberen Theile der Stirnplatte. Bei der grossstirnigen Rasse dagegen ist die Stirnplatte von einem lateralen Rande zum anderen ziemlich gleichmässig gewölbt, und sie fällt seitlich zu den lateralen Rändern und nach hinten zum Nackenbeinrande dachförmig ab; an der Stelle, wo die Hörner aus dem Stirnbeine entspringen, ist dessen oberer lateraler Winkel stark abwärts gedrückt und der Anfangstheil der Hörner senkt sich nach abwärts. Ausserdem ist der Horndurchschnitt dieser Rasse elliptisch, beziehungsweise oben und unten abgeplattet, während der Horndurchschnitt der übrigen Rassen fast rund ist. Bei allen Rassen ist die Stirnplatte der Stiere verhältnissmässig mehr gewölbt und die Hörner derselben sind stärker und kürzer, auch weniger gebogen, als es bei den Kühen der entsprechenden Rasse der Fall ist. Die schmalste Stelle der Stirnplatte befindet sich vorwärts und abwärts der Hornwurzeln. Diese sogenannte Stirnenge ist am kleinsten bei der kurzköpfigen, am grössten bei der grossstirnigen Rasse. Die grösste Breite der Stirnplatte reicht von einer Aussenwand der Augenhöhle zur anderen, gemessen an der Verbindung des Stirnbeines mit dem Wangenbeine. Diese sogenannte äussere Augenbreite ist verhältnissmässig am grössten bei der kurzköpfigen Rasse, am kleinsten bei der Urrasse.*)

Die Oberschläfengrube ist sehr breit und lang; sie ist verhältnissmässig am längsten bei der kurzköpfigen und der gross-

*) Dieses Maass bildet das Grundmaass für die Breitenmaasse des Schädels. Als Grundmaass für die Längenmaasse ist gewählt: die Entfernung des Vorderrandes des Hinterhauptloches vom Vorderrande (Tangente) des Zwischenkiefers. Wo in vorliegender Beschreibung das Wort „verhältnissmässig" gebraucht ist, sind jene Grundmaasse zu berücksichtigen.

stirnigen Rasse, am kürzesten bei der kurzhornigen Rasse. Sie wird nach oben gedeckt von der Stirnplatte des Stirnbeines; nach hinten öffnet sie sich auf die Hinterhauptfläche, nach vorn steht sie in Verbindung mit der Augenhöhle, ihre mediale Wand besteht in der oberen Hälfte: hinten aus dem Scheitelbeine, vorn aus der Schläfenplatte des Stirnbeines; in der unteren Hälfte: aus der Schläfenbeinschuppe.

Die untere Wand der Oberschläfengrube bildet die obere Fläche der Wurzel des Schläfenbein-Jochfortsatzes, dessen untere Fläche die Unterschläfengrube deckt; in letztere ragt der mächtig entwickelte Paukentheil mit seinem langen Griffelfortsatze hinein.

Die Augenhöhle ist an ihrer hinteren lateralen Wand geschlossen durch den Wangenfortsatz des Stirnbeines und den Stirnfortsatz des Wangenbeines. Die mediale Wand der Augenhöhle besteht aus der Augenplatte des Stirnbeines und dem Augenflügel des Keilbeines; die untere Wand wird von der mächtig entwickelten Thränenbeinblase gebildet. Die hintere laterale Wand der Augenhöhle ist am meisten auswärts gestellt (d. h. die Linie, welche den medialen vorderen mit dem lateralen hinteren Rande der Augenhöhle verbindet, nähert sich mehr der Queraxe des Schädels): bei der kurzhornigen und der kurzköpfigen Rasse. Ein an den medialen vorderen Augenhöhlenrand angelehntes und in die Oberschläfengrube geführtes gerades Stäbchen, trifft dort bei dem auf seinem Unterkiefer ruhenden Schädel auf die laterale Fläche des Unterkiefer-Schnabelfortsatzes; bei der Urrasse trifft dieses so angelegte Stäbchen auf den Vorderrand des Unterkiefer-Schnabelfortsatzes und bei der grossstirnigen Rasse auf dessen mediale Fläche. Die Augen der beiden erstgenannten Rassen schauen also mehr nach vorwärts, als die der beiden anderen, und die Augen der grossstirnigen Rasse sind am meisten seitwärts gestellt. Im Vergleiche zu den Kühen ihrer Rasse haben alle Stiere mehr seitwärts gestellte Augenhöhlen.

Die Keilbeingaumengrube hat eine ähnliche Form und gleiche Begrenzung wie beim Schafe. Zu ihrer medialen Wand gehört das zwischen Nasenflügel des Gaumenbeines und Gaumenflügel des Keilbeines eingeschobene Flügelbein. Der Unteraugenhöhlenkanal, der aus der Keilbeingaumengrube zur Nasengegend führt, mündet hier häufig mit zwei Oeffnungen.

Von den Gesichtgegenden ist die **Nasengaumengegend** am stärksten entwickelt. Die Nasenbeine sind am längsten bei der Urrasse, am kürzesten bei der kurzköpfigen Rasse. Ihre lateralen und medialen Ränder sind fast parallel bei der Urrasse, bei der grossstirnigen und der kurzhornigen Rasse, während sie bei der kurzköpfigen Rasse hinten-oben breiter sind und sich nach vorn-unten verschmälern. Die grössere Breite der Nasenbeine am oberen Thränenbeinrande gehört zu den hervorragenden Rasseeigenthümlichkeiten des kurzköpfigen Rindes. Auch ist bei diesem Rinde die Nasenbeinspitze aufwärts gerichtet, während sie bei den übrigen Rinderrassen sich abwärts senkt.

Der Zwischenkiefer-Nasenast erreicht den lateralen Rand des Nasenbeines völlig nur bei der Urrasse, und er erreicht denselben beinahe bei der kurzhornigen Rasse; bei den beiden anderen Rassen aber bleibt ein grösserer Zwischenraum zwischen jenen beiden Knochentheilen.

Die Reihe der Backenzähne ist am längsten bei der kurzhornigen Rasse, am kürzesten bei der kurzköpfigen Rasse. Dagegen hat die grösste Gaumenbreite (zwischen dem 1. Backzahn und dem 1. Vorbackzahn am Aussenrande des Zahnfaches gemessen) die kurzköpfige Rasse. Die Gesammtlänge der Backenzahnreihe verhält sich zu der eben bezeichneten Gaumenbreite bei der kurzköpfigen Rasse wie 100 : 114, bei den übrigen Rinderrassen in gleicher Weise wie 100 : 96. Diese grössere Gaumenbreite des kurzköpfigen Rindes ist ein sehr beachtenswerthes Rassekennzeichen. Auch zeichnet sich diese Rasse aus durch die Kürze ihres zahnfreien Theiles im Oberkiefer und im Zwischenkiefer; derselbe ist am längsten bei der Urrasse und der grossstirnigen Rasse.

Die **Wangengegend** ist bei den Rindern ausgezeichnet durch den starken Wangenhöcker, der vorderen Anschwellung der Wangenleiste des Oberkiefers. Der Wangenhöcker der kurzköpfigen Rasse steht über dem 1. Backzahn, der der übrigen Rassen über dem 1. Vorbackzahn. Die Wangenbreite, von einem zum anderen Wangenhöcker gemessen, ist am grössten bei der kurzhornigen und der kurzköpfigen Rasse, am kleinsten bei der grossstirnigen Rasse. Der mediale und der laterale Rand des Thränenbeines bilden auf der Wangenfläche zwei Winkel, die bei der Urrasse und der grossstirnigen Rasse spitzer sind als bei den beiden anderen Rassen. Das kürzeste Thränenbein und die stumpfsten Winkel hat das kurzköpfige Rind.

Die **Unterkiefergegend** zeigt verschiedene Rasseneigenthümlichkeiten. Theilen wir den Unterkiefer durch ein auf der Horizontalen errichtetes Perpendikel (wie auf Taf. XI) in einen hinteren zahnfreien Theil *rq*, in einen mittleren Backenzahntheil *qp* und in einen vorderen Schneidezahntheil *po*, so hat im Verhältniss zu dem Längengrundmaasse (Vorderrand des Hinterhauptloches bis Vorderrand des Zwischenkiefers): den längsten Unterkiefer die grossstirnige Rasse. Wählen wir als Grundmaass für den Unterkiefer die Länge des hinteren zahnfreien Theiles, so verhält sich diese zur Gesammtlänge des Unterkiefers und zur Länge des Vordertheiles wie 100:362:126 bei der Urrasse, wie 100:316:96 bei der kurzköpfigen Rasse; jene Rasse hat also den verhältnissmässig längsten Unterkiefer und das verhältnissmässig längste Vordertheil; die letztgenannte Rasse aber hat in dieser Beziehung die kürzesten Maasse. Die Länge des die Backenzähne tragenden Mitteltheiles ist verhältnissmässig am grössten bei der kurzhornigen Rasse (100 : 140), verhältnissmässig am kleinsten bei der kurzköpfigen Rasse (100 : 119). Auch dieses Verhältniss ist ein sehr wichtiges Kennzeichen der letztgenannten Rasse, das namentlich bei der Bestimmung von Pfahlbauknochen in Betracht kommt. Es ist ferner bei der kurzköpfigen Rasse der Schläfenast und der Zahnfachast am steilsten aufgerichtet, im Gegensatze zur Urrasse. Die beiden anderen Rassen nehmen in dieser Beziehung eine mittlere Stellung ein.

Fällt man vom Zahnfachrande des 1. Schneidezahnes ein Perpendikel *s* bis *s'* (parallel der Grundfläche) auf die Tangente des Hinterrandes vom Schläfenaste und zieht man von jenem Perpendikel in gleichen Abständen drei senkrechte Linien auf den unteren Rand des Zahnfachastes, so lassen diese Linien (Ordinaten) gewisse Rassenunterschiede deutlich hervortreten. Die vorderste Ordinate bezeichnet die Höhe der vordersten Krümmung des Unterkiefer-Zahnfachastes, und diese ist am grössten bei der kurzköpfigen Rasse, am kleinsten bei der Urrasse und der grossstirnigen Rasse. Die mittlere Ordinate bezeichnet die mittlere Krümmung des Unterkiefer-Zahnfachastes, die ebenfalls am grössten ist bei jener Rasse, am kleinsten bei der kurzhornigen Rasse. Sehr wichtig für die Erkenntniss der Rassenunterschiede ist die Stelle, wo die mittlere Ordinate die Backenzähne trifft. Das geschieht bei der Urrasse zwischen 1. Backzahn und 1. Vorbackzahn; bei der grossstirnigen und der kurzhornigen Rasse wird

der 1. Backzahn etwa in seiner Hälfte getroffen und bei der kurzköpfigen Rasse wird der erste Backzahn nahe seinem hinteren Rande oder an der Grenze mit dem 2. Backzahne getroffen. Die hintere Ordinate ist wichtig durch ihre Entfernung vom Hinterrande des 3. Backzahnes; diese Entfernung ist am grössten bei der kurzköpfigen Rasse, am kleinsten bei der Urrasse.

Die Breitenverhältnisse des Unterkiefers lassen sich am besten aus Tafel XII. erkennen. Die Zahnfachäste stehen verhältnissmässig am weitesten von einander ab bei der kurzköpfigen Rasse, und am engsten stehen sie bei der kurzhornigen Rasse. Der fächerartige Körper des Unterkiefers, auf dem die Schneidezähne stehen, ist ebenfalls verhältnissmässig am breitesten bei der kurzköpfigen Rasse, so dass also diese fast in jeder Beziehung durch grössere Breitenmaasse und geringere Längenmaasse sich auszeichnet.

Die Verschiedenheiten der vier Rinderrassen lassen sich aus den absoluten und relativen Maassen auf Tabelle III und IV (Seite 176 und 177) leicht erkennen.

Die gemessenen Schädeltheile ergeben sich aus der Bezeichnung in der Tabelle meistens von selbst. Nur einige bedürfen einer besonderen Erklärung, welche auch die Messungsmethode betrifft.

Die geradlinigen Maasse (Tabelle III, Nr. 1, 3, 5 bis 12, 15, 23 bis 33) sind mit einem gewöhnlichen geraden Zirkel genommen, der nach jeder Messung von einer anderen Person festgeschraubt und dessen Spitzenentfernung dann von mir an einem in Millimeter getheilten Maassstabe bestimmt wurde. Die Maasse Nr. 2 und 4, sowie die Queraxen Nr. 13, 14, 16 bis 22 auf Tabelle III sind durch einen Tasterzirkel festgestellt und ebenfalls an demselben Maassstabe gemessen. Die Maasse Nr. 3, 6 bis 9, 12, 15, 23 bis 33 sind gemessen auf einer mit dem Lucä'schen Diopter auf Glas gefertigten und auf Papier abgezogenen Zeichnung in natürlicher Grösse. Diese Methode der Durchzeichnung gibt (da alle Schädeltheile senkrecht zum Auge des Zeichners stehen), das treueste Bild des Schädels und gestattet die genauesten Messungen. Nur mit dieser Methode ist es möglich, abgerundete Knochentheile, wie z. B. den Hinterrand des Stirnbeines, scharf zu messen.

Die gewählten Grundmaasse für die relativen Längenmaasse und Breitenmaasse sind schon früher bezeichnet (Anmerkung auf Seite 171). Diese beiden Grundmaasse, sowie die relativen Hinterhaupt- und Unterkiefer-Grundmaasse sind mit den zu vergleichenden Längenmaassen, Breitenmaassen und Höhenmaassen auf Tabelle IV (Seite 177) verzeichnet.

Zu den absoluten Maassen auf Tabelle III ist zur näheren Bezeichnung noch Folgendes zu bemerken:

Zu Nr. 4. Der bezeichnete Hinterrand der Augenhöhle ist der Vorderrand der lateralen hinteren Augenhöhlenwand an der Stelle der Verbindung von Stirnbein und Wangenbein.

Zu Nr. 5. Der Gaumen ist in der Mittellinie gemessen vom Hinterrande des Gaumenbeines bis zum Vorderrande (Tangente) des Zwischenkiefers.

Zu Nr. 6 und 7. Die entsprechenden Zähne sind auf der Durchzeichnung durch Querlinien verbunden, deren Entfernung in der Mittellinie gemessen wurde.

Zu Nr. 3, 9, 12, 15. Der Hinterrand des Stirnbeines ist auf der Durchzeichnung als Grenze zwischen Stirnbein und Nackenbein bestimmt.

Zu Nr. 20. Betrifft die grösste Queraxe des Zwischenkiefer-Nasenastes an seinem vorderen lateralen Winkel.

Zu Nr. 23 bis 25. Die Gaumenbreiten sind auf der Durchzeichnung gemessen durch Querlinien, welche die äusseren Zahnfachränder verbinden.

Die Buchstabenbezeichnung des Rinderoberhauptes auf Tafel VII (welcher Tafel VIII bis X gleicht), sowie des Unterkiefers auf Tafel XI und XII Fig. 1 (mit welcher die übrigen Figuren übereinstimmen), ist folgende:

Tafel VII. Fig. 1. *A* Hintere Höhenaxe, *B* mittlere Höhenaxe, *C* vordere Höhenaxe, *b* Hinterhauptschuppe, *c* Seitentheil des Hinterhauptbeines, *d* Drosselfortsatz, *e* Warzentheil des Felsenbeines, *f* Warzenfortsatz desselben; *g* Schläfenbeinschuppe, *g'* Ohrhöcker, *h* äusserer Gehörgang, *i* Paukentheil des Felsenbeines, *k* Griffelfortsatz, *l* Schläfenbein-Jochfortsatz, *m* Scheitelbein, *n* Stirnbein, *n'* Hornwurzel, *n''* Nasenfortsatz des Stirnbeines, *n'''* Augenplatte desselben, n^0 Schläfenplatte des Stirnbeines, *o* Wangenfortsatz desselben, *o'* äussere Oeffnung des Oberaugenhöhlenloches, *p* Wangenbein, *p'* Jochfortsatz desselben, *p''* Stirnfortsatz desselben, *q* Thränenbein, *q'* Eingang in den Thränenkanal, *q''* Thränenbeinblase, *r* Nasenbein, *s''* Keilbein-Gaumenflügel, *t'* Nasenflügel des Gaumenbeines, *u* Oberkiefer-Nasenfortsatz, *u'* vordere Oeffnung des Unteraugenhöhlenloches, *v* Oberkiefer-Wangenleiste, *v'* Wangenhöcker, *w* Oberkiefer-Zahnfachrand, *w'* Oberkieferbeule *x* die drei Vorbackzähne, *x'* die drei Backzähne, *y* Zwischenkiefer-Nasenast, *z* zahnfreier Theil (Lade).

Tafel VII. Fig. 2. *a* Körper des Hinterhauptbeines, *b c* wie oben, *c'* vorderer Knopfkanal (canalis hypoglossus), *c''* hinterer Knopfkanal, *d* Drosselfortsatz, *e* Felsentheil (Pyramide) des Felsenbeines, *f* gerissenes Loch (foramen lacerum), *f'* Drosseladerloch, *g* Schläfenbeinschuppe, *h* innerer Gehörgang, *i k* wie oben, *m'* Scheitelbeinhöhle, *n* Stirnbein, *n'* Stirnbeinhöhle, *o* Siebplatte des Siebbeines, *p* Labyrinth desselben, *q* obere Muschel, *q'* untere Muschel, *r* Nasenbein, *s* hinterer Keilbeinkörper, *s'* vorderer Keilbeinkörper, *s''* Keilbein-Gaumenflügel, *s'''* Keilbeinhöhle, *t* Gaumenbein, *t'* bis *x'* wie oben, *t''* Nasengaumenloch, *u'* Oberkiefer-Gaumenfortsatz, *v* Pflugscharbein, *y'* Zwischenkiefer-Gaumenfortsatz.

Fig. 1 auf Tafel XI und XII: *a* Ganaschenwinkel, *b* Schläfenast, *c* Gelenkkopf des Unterkiefers, *d* Schnabelfortsatz desselben, *e* halbmondförmiger Ausschnitt, *f* Zahnfachast, *g* Zahnfachrand, *h* die drei Vorbackzähne, *i* die drei Backzähne, *k* zahnfreier Theil, *l* vordere Oeffnung des Zahnfachkanales, *m* Kinnwinkel, *n* Schneidezähne, *o* vordere Grenze des vorderen Schneidezahntheiles des Unterkiefers, *p* vordere Grenze des mittleren Backenzahntheiles, *q* vordere Grenze des hinteren zahnfreien Theiles, *rr'* Perpendikel am Hinterrande des Schläfenastes, *ss'* Horizontale zur Messung der Krümmung des Zahnfachastes, *t* vordere Ordinate, *u* mittlere Ordinate, *v* hintere Ordinate; auf Tafel XII: *w* Schneidezahnfächer (Körper des Unterkiefers), *x* Kehlgang.

Tab. III. Absolute Schädelmaasse der Rinderrassen.

Bezeichnung der gemessenen Schädeltheile	Bos taurus primigenius Holländer Kuh	Bos taurus frontosus Berner Kuh	Bos taurus brachyceros Appenzell. Kuh	Bos taurus brachycephalus Duxer Kuh
	Millimeter			
1. Vorderrand des Hinterhauptloches bis Vorderrand des Zwischenkiefers	462	449	443	414
2. Vorderrand des Hinterhauptloches bis Stirn-Nasenbein-Verbindung	233	243	227	216
3. Hinterrand des Stirnbeines bis Vorderrand des Zwischenkiefers	509	507	493	427
4. Hinterer Umfang der Hornwurzel bis Hinterrand der Augenhöhle	164	171	146	161
5. Gesammtlänge des Gaumens (Mitte)	281	282	275	252
6. Länge der Backzahnreihe im Oberkiefer	87	87	89	83
7. Länge der Vorbackzahnreihe im Oberkiefer	50	51	50	41
8. Länge des vorderen zahnfreien Theiles im Oberkiefer	145	138	125	102
9. Länge des Stirnbeines	239	267	224	203
10. Länge des Nasenbeines	187	152	161	146
11. Länge des Zwischenkiefer-Nasenastes	169	141	161	134
12. Vorderrand des Hinterhauptloches bis Hinterrand des Stirnbeines	150	159	153	156
13. Grosse Queraxe des Hinterhauptes	214	218	212	217
14. Kleine Queraxe des Hinterhauptes	134	143	131	129
15. Zwischenhornlinie (am Hinterrande des Stirnbeines)	155	167	167	155
16. Stirnenge (kleinste Breite zwischen den Schläfen)	179	190	168	160
17. Aeussere Augenbreite (Stirn-Wangenbein-Verbindung)	222	225	215	223
18. Innere Augenbreite (Stirn-Thränenbein-Verbindung)	150	162	145	150
19. Wangenbreite	158	156	167	170
20. Zwischenkieferbreite	82	89	92	89
21. Breite beider Nasenbeine am oberen Thränenbeinrande	44	56	49	68
22. Breite beider Nasenbeine am unteren Thränenbeinrande	48	55	52	62
23. Gaumenbreite hinter dem 3. Backzahn (aussen)	120	123	112	128
24. Gaumenbreite zwischen 1. Vorback- und 1. Backzahn (aussen)	132	133	133	141
25. Gaumenbreite vor dem 3. Vorbackzahn (aussen)	96	103	96	94
26. Gesammtlänge des Unterkiefers	386	395	370	360
27. Länge des Hintertheiles vom Unterkiefer	107	111	103	114
28. Länge des Mitteltheiles vom Unterkiefer	145	152	145	136
29. Länge des Vordertheiles vom Unterkiefer	134	132	122	110
30. Höhe des oberen Gelenkkopfrandes vom Unterkiefer	170	185	170	169
31. Höhe des Zahnfachrandes vom 1. Schneidezahn	117	126	118	126
32. Höhe der mittleren Kurve des Unterkiefer-Zahnfachastes	116	117	107	122
33. Höhe der vorderen Kurve des Unterkiefer-Zahnfachastes	65	65	66	80

Tab. IV. Relative Schädelmaasse der Rinderrassen.

Bezeichnung der gemessenen Schädeltheile	Bos taurus primigenius Holländer Kuh	Bos taurus frontosus Berner Kuh	Bos taurus brachyceros Appenzell. Kuh	Bos taurus brachycephalus Duxer Kuh
	Prozent			
I. Längenmaasse:				
Vorderrand des Hinterhauptloches bis Vorderrand des Zwischenkiefers = 100.				
1. Vorderrand des Hinterhauptloches bis Stirn-Nasenbein-Verbind.	50	54	51	52
2. Hinterrand des Stirnbeines bis Vorderrand des Zwischenkiefers	110	113	111	103
3. Hinterer Umfang der Hornwurzel bis Hinterrand der Augenhöhle	35	38	33	39
4. Gesammtlänge des Gaumens (Mitte)	61	63	62	61
5. Länge der Backzahnreihe im Oberkiefer	19	18	20	20
6. Länge der Vorbackzahnreihe im Oberkiefer	11	11	11	10
7. Länge des vorderen zahnfreien Theiles im Oberkiefer . . .	31	31	28	25
8. Länge des Stirnbeines	52	59	51	49
9. Länge des Nasenbeines	40	34	36	35
10. Länge des Zwischenkiefer-Nasenastes	37	31	36	32
11. Gesammtlänge des Unterkiefers	84	88	84	87
II. Hinterhauptmaasse:				
Kleine Queraxe des Hinterhauptes = 100.				
1. Vorderrand des Hinterhauptloches bis Hinterrand des Stirnbeines	112	111	117	121
2. Grosse Queraxe des Hinterhauptes	160	152	162	168
III. Breitenmaasse:				
Aeussere Augenbreite (Stirn-Wangenbein-Verbindung) = 100.				
1. Zwischenhornlinie (am Hinterrande des Stirnbeines)	70	74	78	70
2. Stirnenge (kleinste Breite zwischen den Schläfen)	81	84	78	72
3. Innere Augenbreite (Stirn-Thränenbein-Verbindung)	68	72	67	67
4. Wangenbreite	71	69	78	76
5. Zwischenkieferbreite	37	40	43	40
6. Breite beider Nasenbeine am oberen Thränenbeinrande . . .	20	25	23	30
7. Breite beider Nasenbeine am unteren Thränenbeinrande . .	22	24	24	28
8. Gaumenbreite hinter dem 3. Backzahn (aussen)	54	55	52	57
9. Gaumenbreite zwischen 1. Vorback- und 1. Backzahn (aussen)	59	59	62	63
10. Gaumenbreite vor dem 3. Vorbackzahn (aussen)	43	46	45	42
IV. Unterkiefermaasse:				
Länge des Hintertheiles vom Unterkiefer = 100.				
1. Gesammtlänge des Unterkiefers	362	357	357	316
2. Länge des Mitteltheiles	136	138	140	119
3. Länge des Vordertheiles.	126	119	117	96
4. Höhe des oberen Gelenkkopfrandes	160	167	164	148
5. Höhe des Zahnfachrandes vom 1. Schneidezahn	110	114	114	110
6. Höhe der mittleren Kurve des Unterkiefer-Zahnfachastes . .	109	106	103	107
7. Höhe der vorderen Kurve des Unterkiefer-Zahnfachastes . .	61	59	64	70

Oberhaupt und Unterkiefer der vorstehend beschriebenen Rassenköpfe sind auf Tafel XIII bis XVI in Umrissen derart über einander gezeichnet, dass die Formunterschiede der einzelnen Schädel leicht zu erkennen sind. Tafel XIII zeigt das Oberhaupt von vorn und ist der allen Rassen gemeinsame Punkt: die Stirn-Nasenbeinverbindung in der Mittellinie. Tafel XIV zeigt das Oberhaupt von der Seite (Fig. 1 von aussen, Fig. 2 von innen), und ist derselbe übereinstimmende Punkt gewählt; die Horizontale der vier Schädel ist die gerade Linie vom Vorderrande des Hinterhauptloches bis zum Hinterrande des Gaumenbeines. Tafel XV gibt die Ansicht von unten, mit Benutzung desselben festen Punktes und derselben Horizontale. Tafel XVI, Fig. 1 zeigt die Schädel von hinten und bildet hier der Vorderrand des Hinterhauptloches den gemeinsamen Ausgangspunkt; Fig. 2 enthält die vier Unterkiefer, welche vor ihrem Ganaschenwinkel auf der Horizontale ruhen und mit der Tangente ihres Schläfenastes senkrecht zu dieser Horizontale stehen.

Vierzehntes Kapitel.

Die Knochen der Glieder.

a) Die Knochen der Vorderglieder.

§. 85. Das Schulterblatt (scapula s. omoplata).

Das Schulterblatt hat eine fast dreieckige Form: Die Basis des Dreiecks liegt hinten-oben auf dem oberen Umfange der 3. bis 6. Rippe, zur Seite der Dornfortsätze des 3. bis 6., beziehungsweise des 2. bis 5. Rückenwirbels; die abgerundete Spitze des Dreiecks liegt vorn-unten zur Seite der ersten Rippe. Das Schulterblatt ist hinten-oben der Medianlinie mehr genähert als vorn-unten. An den oberen Rand der Basis setzt sich der Schulterblattknorpel, der die Schulterblattfläche nach oben verlängert. Man unterscheidet eine laterale und eine mediale Schulterblattfläche.

Die laterale Fläche ist schwach konvex und wird durch den Schulterkamm (Schultergräte) in eine kleinere, vordere obere, und eine grössere, hintere untere Abtheilung getrennt, welche als vordere und hintere Grätengrube bezeichnet werden und dem vorderen und den hinteren Grätenmuskeln zum Ursprunge dienen. Der Schulterkamm verläuft nach oben-hinten bis zum oberen Knochenrande des Schulterblattes, nach vorn-unten verliert er sich beim Pferde und beim Schweine in den Gelenkwinkel des

Schulterblattes, bei den Wiederkäuern aber endet er mit einer spitzen Hervorragung — dem Gräteneck (acromion). Die höchste, beim Pferde und beim Schweine etwas verbreiterte Firste des Schulterkammes wird Kammbeule genannt; sie dient dem oberflächlichen Widerristmuskel der Schulter (musc. cucullaris) und der Schulter-Oberarmbinde zum Ansatze.

Die mediale Fläche des Schulterblattes ist konkav, heisst: Unterschulterblattgrube (fossa subcapularis) und dient dem gleichnamigen Muskel zum Ursprung. Am vorderen und hinteren Winkel der medialen Schulterblattfläche befindet sich jederseits eine glatte dreieckige Fläche, von denen die vordere grössere dem Halswirbelmuskel der Schulter (musc. serratus anticus superior), die hintere kleinere dem Rippenmuskel der Schulter (musc. serratus anticus inferior) zum Ansatze dient.

Von den drei Winkeln des Schulterblattes wird der obere vordere: Nackenwinkel, der obere hintere: Rückenwinkel, der untere vordere: Gelenkwinkel genannt.

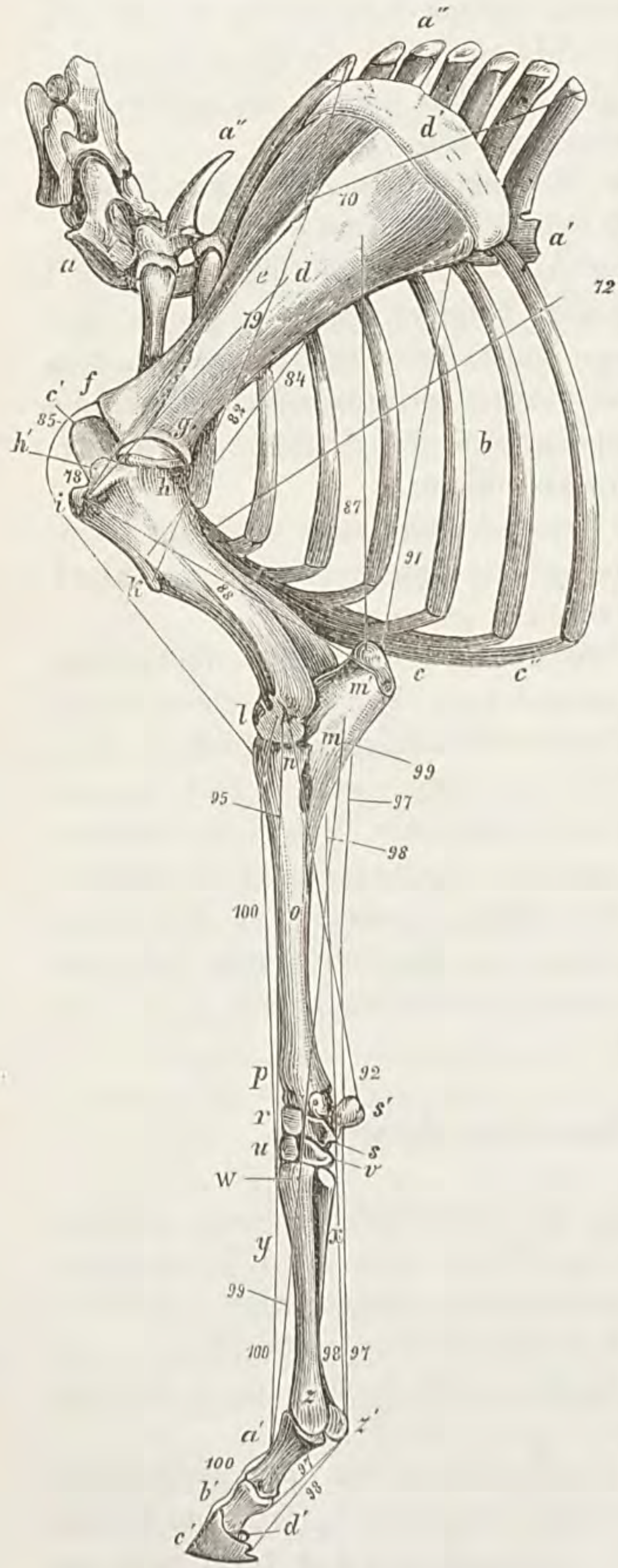
Letzterer ist glatt und überknorpelt und bildet die Gelenkpfanne für den Kopf des Oberarmbeines. Vor der Gelenkpfanne, die vordere untere Hervorragung des Schulterblattes bildend, liegt die Schulterbeule, an welcher die Sehne vom Schultermuskel der Speiche (musc. biceps brachii) entspringt. Von dem medialen Umfange der Schulterbeule ragt der Schulterhaken (Rabenschnabelfortsatz, processus coracoideus) medianwärts und etwas hinterwärts; von demselben entspringt die Sehne vom Schulterhakenmuskel des Oberarmes (musc. coracobrachialis).

§. 86. *Das Oberarmbein (humerus).*

Das Oberarmbein ist ein bei den Pflanzenfressern verhältnissmässig kurzer Röhrenknochen, der zur Seite der 1. bis 6. Rippe schief von vorn-oben nach hinten-unten liegt; seine Längsaxe bildet mit der Längsaxe des Schulterblattes einen Winkel von 90° bis 100° und mit der Längsaxe der Speiche einen Winkel von etwa 135°.

Man unterscheidet am Oberarmbeine den fast dreiseitigen Körper, der vorn eine mehr oder weniger scharfe Kante bildet, die sich nach oben-lateralwärts in den Umdreher verbreitert, an den sich die auswärtsführenden Muskeln (m. abductores) ansetzen.

Fig. 58.

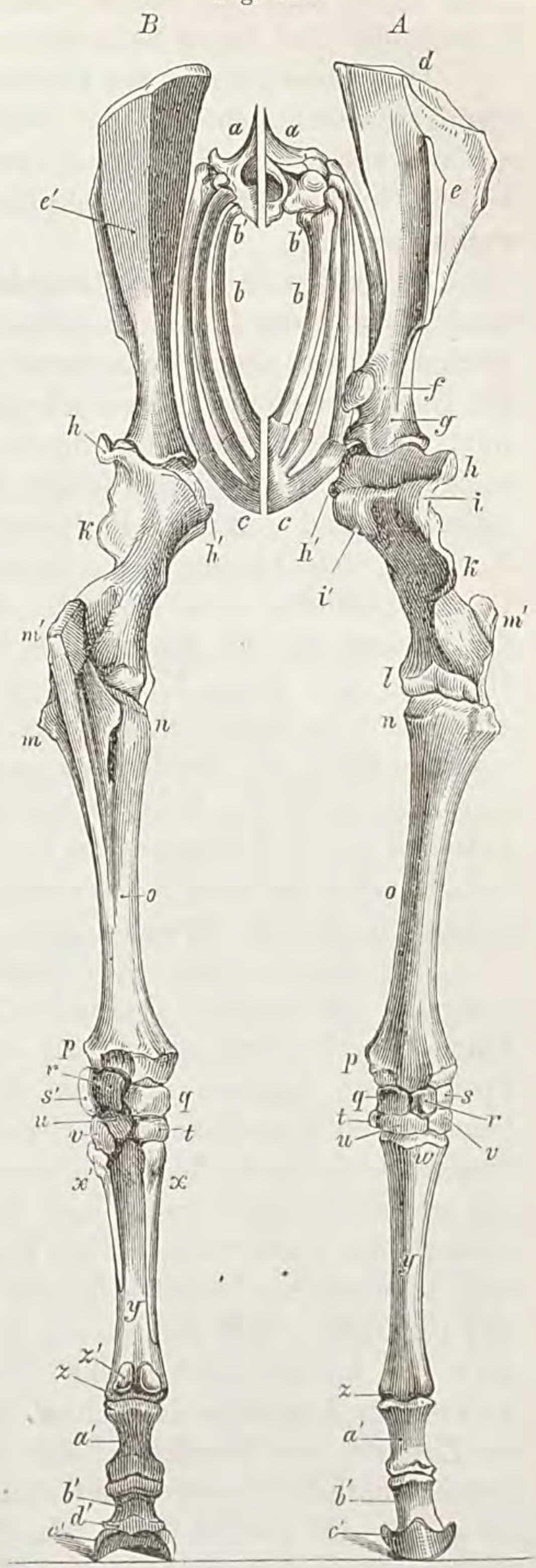


Linkes Vorderbein eines norischen Pferdes von der Seite.

a Halswirbel,
a' Rückenwirbel,
a'' Dornfortsätze derselben,
b Rippen,
c Brustbein,
c' Schnabelfortsatz desselben,
c'' Rippenknorpel,
d laterale Fläche des Schulterblattes,
e Schulterkamm,
f Schulterhaken,
g Gelenkfortsatz der Schulter,
h Gelenkkopf und Hals des Oberarmes,
h' lateraler Muskelhöcker desselben,
i lateraler Rollfortsatz desselben,
k Umdreher des Oberarmes,
l Gelenkhöcker desselben,
m Ellenbogenbein,
m' Ellenbogenhöcker,
n Gelenkpfanne der Speiche,
o Körper derselben,
p Gelenkwalze derselben,
r oberer mittlerer Fusswurzelknochen,
s oberer lateraler „
s' oberer accessorischer „ (Hakenbein),
u unterer mittlerer „
v unterer lateraler „
w Beule des Röhrenbeines,
y Körper desselben,
x laterales Griffelbein,
z Gelenkwalze des Röhrenbeines,
z' laterales Sesambein,
a' Fesselbein,
b' Kronenbein,
c' Hufbein,
d' Strahlbein.

(Die geraden Linien geben die Richtung der Muskeln an und finden ihre Erklärung in §. 127 und §. 129.)

Fig. 59.



Linkes Vorderbein eines norischen Pferdes,
A von vorn, *B* von hinten.

a Rückenwirbel,
b Rippen,
b' Rippenköpfe,
c Brustbein mit den Rippenknorpeln,
d Basis des Schulterblattes,
e laterale Fläche des Schulterblattes mit dem Schulterkamme,
e' Unterschulterblattfläche,
f Schulterbeule mit dem Haken,
g Gelenkfortsatz der Schulter,
h lateraler Muskelhöcker des Oberarmes,
h' medialer Muskelhöcker desselben,
i lateraler Rollfortsatz desselben,
i' medialer Rollfortsatz desselben,
k Umdreher desselben,
l Gelenkhöcker desselben,
m Ellenbogenbein,
m' Ellenbogenhöcker,
n Gelenkpfanne der Speiche,
o Körper derselben,
p Gelenkwalze derselben,
q oberer medialer Fusswurzelknochen,
r oberer mittlerer „
s oberer lateraler „
s' oberer accessorischer „ (Hakenbein),
t unterer medialer „
u unterer mittlerer „
v unterer lateraler „
w Beule des Röhrenbeines,
y Körper desselben,
x mediales Griffelbein,
x' laterales Griffelbein,
z Gelenkwalze des Röhrenbeines,
z' laterales Sesambein,
a' Fesselbein,
b' Kronenbein,
c' Hufbein,
d' Strahlbein.

Nach unten wird der Körper breiter und verbindet sich mit der Gelenkrolle und deren Nebentheilen.

Das obere Ende des Oberarmbeines trägt den halbkugelförmigen Gelenkkopf für die Gelenkpfanne des Schulterblattes, mit welcher er das Schultergelenk oder Buggelenk (§. 100) bildet; Gelenkkopf und Gelenkpfanne sind durch ein Kapselband verbunden.

Zu beiden Seiten des Gelenkkopfes liegen beim Pferde der mediale und der laterale Muskelhöcker, von denen letzterer stärker ist und einem Sehnenaste des tiefen Hintergrätenmuskels zur Unterlage dient; an den schwächeren medialen Muskelhöcker setzt sich der Unterschultermuskel (musc. subscapularis). Den übrigen Haussäugethieren fehlen die Muskelhöcker, beziehungsweise sie sind mit den Rollfortsätzen ihrer Seite verwachsen. Vor dem Gelenkkopfe liegen beim Pferde drei, bei den übrigen Haussäugethieren zwei Rollfortsätze, von denen der laterale der stärkste ist, die Bugspitze bildet und an seinem lateralen Umfange eine rauhe Narbe trägt für den Ansatz eines Sehnenastes des tiefen Hintergrätenmuskels (musc. infraspinatus) und der lateralen Sehne des Vordergrätenmuskels. Zwischen dem lateralen und dem mittleren Rollfortsatze beim Pferde, beziehungsweise zwischen beiden Rollfortsätzen bei den übrigen Haussäugethieren, befindet sich die tiefe Rollfurche für die Ursprungssehne vom Schultermuskel der Speiche (musc. biceps brachii).

Das untere Ende des Oberarmbeines trägt die mit ihrer Längsaxe querliegende Gelenkrolle (trochlea), deren konvexe Fläche überknorpelt ist und die am vorderen Umfange mit der Speiche, am hinteren mittleren Umfange mit dem Ellenbogenbeine durch Kapselbänder verbunden ist. Zu beiden Seiten der hinteren Gelenkrolle liegen die beiden Oberarmhöcker, von denen der mediale der stärkere ist, nach hinten vorspringt und den Beugemuskeln des Unterarmes und des Fusses zum Ursprunge dient. Von dem schwächeren lateralen Höcker entspringen die Streckmuskeln des Unterarmes und des Fusses. Zwischen beiden Höckern, oberhalb der hinteren Gelenkrolle, befindet sich die Ellenbogenhöhle, zur Aufnahme des Schnabelfortsatzes vom Ellenbogenbeine im Zustande der Streckung. Auf der Vorderfläche des Oberarmbeines, oberhalb der vorderen Gelenkrolle, liegt eine seichte Grube, in welche der vordere Rand von der Gelenkpfanne der Speiche, bei der Beugung derselben, Aufnahme findet.

§. 87. *Die Knochen des Unterarmes (ossa brachii).*

Der Unterarm besteht aus der Speiche und dem Ellenbogenbeine.

1. Die Speiche (radius) ist ein langer, fast rundlicher, oben und unten in der Sagittalaxe abgeplatteter Röhrenknochen, der in der Höhenaxe des Vordergliedes liegt und nur wenig mit seiner Konvexität nach vorn gebogen ist. Der Körper derselben ist vorn abgerundet und wenig konvex, hinten fast gerade oder nur wenig konkav.

Das obere Ende verbindet sich mittelst der schwach konkaven, überknorpelten Gelenkpfanne mit der vorderen Gelenkrolle des Oberarmbeines, nach hinten mit dem Körper des Ellenbogenbeines.

Das untere Ende trägt die Gelenkwalze, die eine etwas breitere laterale Abtheilung und eine schmälere, aber in der Sagittalaxe etwas verlängerte mediale Abtheilung besitzt, welche beide sich mit der oberen Reihe der Vorderfusswurzelknochen verbinden. Oberhalb dieser Gelenkwalze liegen zwei wallartige Hervorragungen, durch welche drei Furchen gebildet werden für die vier Strecksehnen des Fusses. Auf der hinteren Fläche, oberhalb der lateralen Gelenkwalze, befindet sich die Gelenkgrube zur Aufnahme des hinteren Fortsatzes vom oberen mittleren Vorderfusswurzelknochen (os carpi intermedium). Beim Pferde verbindet sich die hintere laterale Gelenkfläche mit der oberen Gelenkfläche des Hakenbeines der oberen Fusswurzelreihe.

2. Das Ellenbogenbein (ulna) liegt hinterwärts und etwas lateralwärts der Speiche, mit der es bei dem Pferde und den Wiederkäuern verwachsen ist, bis auf die Ellenbogenspalte. Bei diesen Thieren ist der Körper und das untere Ende des Ellenbogenbeines sehr verkümmert und letzteres beim Pferde in eine dünne Knochenspitze umgewandelt, welche im unteren Drittel der Speiche mit derselben verwächst.

Das obere Ende des Ellenbogenbeines überragt die Speiche und das Oberarmbein nach oben-hinten mit dem Ellenbogenhöcker (olecranon ulnae), der bei allen Haussäugethieren, an der Stelle wo das Vorderglied die Seitenwand des Rumpfes ver-

lässt, durch die Haut fühlbar ist. Das vordere untere Ende des Ellenbogenhöckers trägt den Schnabelfortsatz (mit einer überknorpelten Gelenkfläche zur Verbindung mit der hinteren Gelenkrolle des Oberarmbeines). Mit Ausnahme des Pferdes, tritt bei den übrigen Haussäugethieren die Gelenkfläche des Schnabelfortsatzes in Verbindung mit der oberen Gelenkfläche der Speiche.

Das untere Ende des Ellenbogenbeines ist, mit Ausnahme des Pferdes, mit dem oberen lateralen Fusswurzelknochen (os carpi ulnare), und beim Schweine auch mit dem Hakenbeine der Fusswurzel (os carpi accessorium) durch ein Winkelgelenk verbunden.

§. 88. *Die Knochen der Vorder-Fusswurzel (ossa carpi).*

Dieselben bilden kurze, würfelartige Knochen und liegen bei allen Haussäugethieren in zwei Reihen.

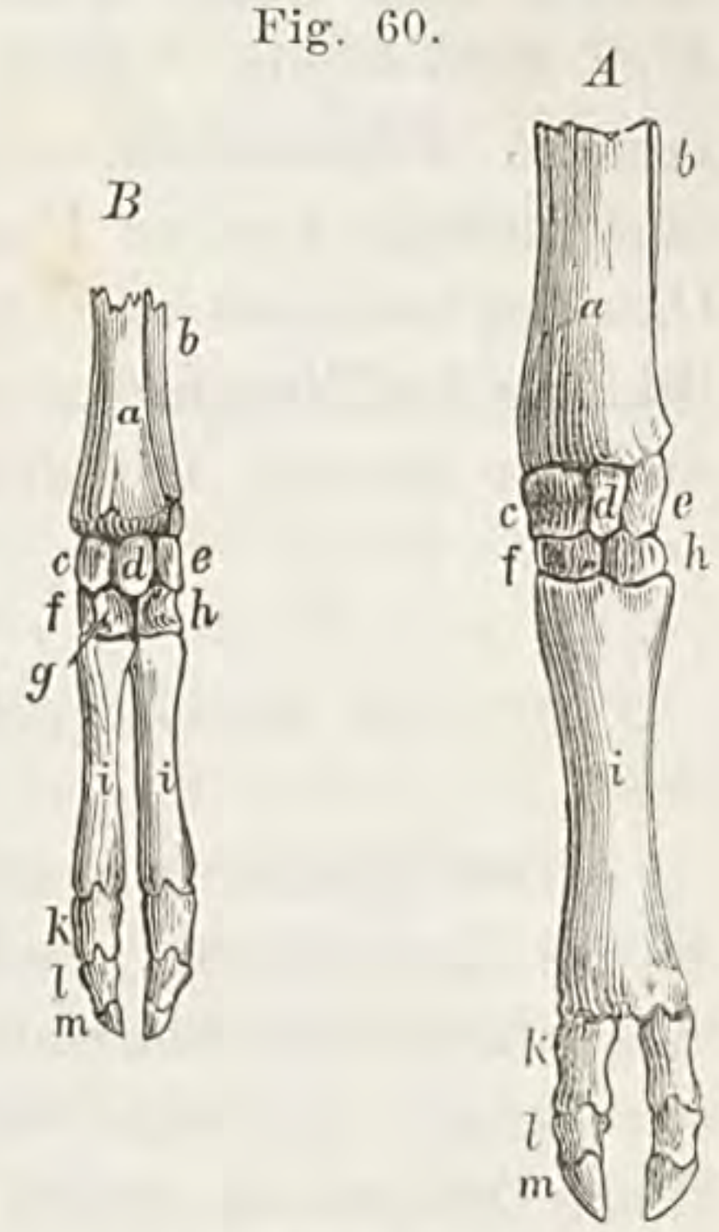
Die obere Reihe enthält vier Knochen, von welchen drei Knochen am vorderen Umfange der Fusswurzel liegen und ein Knochen am hinteren Umfange lateralwärts hakenartig vorsteht. Dieser an seiner Queraxe abgeplattete Knochen mit einer konvexen lateralen Fläche und einer konkaven medialen Fläche ist das Hakenbein (os carpi accessorium). Es hat an seiner schmalen Vorderfläche beim Pferde zwei Gelenkflächen, deren grössere obere sich mit der lateralen unteren Gelenkfläche der Speiche verbindet; bei den übrigen landwirthschaftlichen Hausthieren findet sich nur eine Gelenkfläche, die sich der oberen hinteren Gelenkfläche des oberen lateralen Fusswurzelknochens anlegt.

Die am vorderen Umfange der Fusswurzel liegenden Knochen der oberen Reihe werden von der medialen Seite gezählt und genannt: oberer medialer (os carpi radiale), oberer mittlerer (os carpi intermedium) und oberer lateraler Fusswurzelknochen (os carpi ulnare). Der grösste dieser Knochen ist der obere mediale, der kleinste der obere laterale. Jeder derselben hat eine obere Gelenkfläche zur Verbindung mit dem Unterarme, eine untere Gelenkfläche zur Verbindung mit der zweiten Reihe der Fusswurzelknochen; ausserdem haben sie seitliche Gelenkflächen zur Verbindung mit dem benachbarten Knochen. Der obere laterale Knochen zeigt eine hintere Gelenkfläche zur Verbindung mit

dem Hakenbeine. Die oberen und die unteren Gelenkflächen des medialen und des mittleren Knochens sind im Vordertheile konvex, im Hintertheile konkav; die Gelenkflächen des lateralen Knochens sind schwach konkav. Der obere mittlere Knochen zeigt an seinem hinteren unteren Umfange eine nach hinten vorragende Beule.

In der unteren Reihe hat das Pferd drei Fusswurzelknochen, die ebenfalls von der medialen Seite gezählt und benannt werden, als: unterer medialer (os carpale I.), unterer mittlerer (os carpale II.), unterer lateraler (os carpale III.). Bei den Wiederkäuern ist der mediale und der mittlere zusammengewachsen, die untere Reihe enthält also nur zwei Knochen, einen medialen und einen lateralen. Das Schwein hat in der unteren Reihe vier Knochen, von denen der vierte hinter dem medialen liegt, und welchen ich den medialen hinteren (os carpale accessorium) nenne. Er ist der kleinste aller Fusswurzelknochen. Der grösste Knochen der unteren Reihe ist beim Pferde der mittlere (der ebenso wie der mittlere der oberen Reihe eine nach hinten vorragende Beule trägt), bei den Wiederkäuern der mediale, und bei dem Schweine der vordere laterale Knochen. Die obere Gelenkfläche der ebengenannten Knochen hat zwei schwach konkave Abtheilungen zur Verbindung mit zwei Knochen der oberen Reihe. Die obere Gelenkfläche des lateralen Knochens bei dem Rinde und des mittleren bei dem Schweine ist ebenfalls zweigetheilt. Die unteren Gelenkflächen der Knochen der unteren Reihe sind schwach konvex und verbinden sich mit der schwach konkaven Gelenkfläche der vorderen Mittelfussknochen. Beim Pferde ver-

Fig. 60.



Linker Vorderfuss einer Kuh *A* und eines Schweines *B*.

a Speiche (radius),
b Ellenbogenbein (ulna),
c oberer medialer Fusswurzelknochen (os carpi radiale),
d oberer mittlerer Fusswurzelknochen (os carpi intermedium),
e oberer lateraler Fusswurzelknochen (os carpi ulnare);
f unterer medialer Fusswurzelknochen (os carpale I.),
g unterer mittlerer Fusswurzelknochen (os carpale II.), fehlt den Wiederkäuern, beziehungsweise ist mit dem vorigen verwachsen,
h unterer lateraler Fusswurzelknochen (os carpale III.),
i Mittelfussknochen (ossa metacarpi),
k erstes Zehenglied (phalanx prima),
l zweites Zehenglied (phalanx secunda),
m drittes Zehenglied (phalanx tertia).

bindet sich der mittlere Fusswurzelknochen mit dem Röhrenbeine, der mediale und der laterale Fusswurzelknochen mit dem medialen und lateralen Griffelbeine. Bei den Wiederkäuern verbinden sich beide Fusswurzelknochen der unteren Reihe mit dem Röhrenbeine. Beim Schweine verbindet sich der mediale vordere Fusswurzelknochen mit dem ersten Mittelfussknochen (der mediale hintere Fusswurzelknochen, der eigentlich für den Daumen bestimmt ist, nimmt, da dieser dem Schweine fehlt, an der Bildung des Mittelfusses nicht Theil), der mittlere mit dem zweiten und der laterale mit dem dritten und vierten Mittelfussknochen.

§. 89. *Die Knochen des vorderen Mittelfusses (ossa metacarpi).*

Der Mittelfuss besteht aus kurzen, zylinderförmigen Knochen, deren Vorderfläche rund, deren Hinterfläche fast flach ist. Die landwirthschaftlichen Haussäugethiere haben vier Mittelfussknochen, von denen aber die beiden mittleren bei dem Pferde und den Wiederkäuern zu einem einzigen Knochen verwachsen, der das Röhrenbein (Vorderröhre) genannt wird. Der mediale und der laterale Mittelfussknochen besteht beim Pferde als mediales und laterales Griffelbein, welche beide an der Gelenkverbindung des Mittelfusses mit der unteren Reihe der Fusswurzelknochen Theil nehmen; unterhalb dieses Gelenkes verwachsen beide Griffelbeine mit dem Röhrenbeine und endigen schon am unteren Drittel desselben mit einer, häufig nicht angewachsenen Spitze. Rind und Schaf haben nur ein laterales sehr kurzes Griffelbein, welches an dem Fusswurzelgelenke nicht Theil nimmt; die Ziege besitzt kein Griffelbein. Beim Schweine sind vier Mittelfussknochen vollständig erhalten, die auf dem Durchschnitte fast rund sind; die zwei stärkeren liegen vorn, die zwei schwächeren für die Afterklaue hinten.

Das obere Ende der Mittelfussknochen trägt die schwach konkave Gelenkfläche für die untere Reihe der Fusswurzelknochen. Vor derselben liegt am Röhrenbeine eine rauhe Beule für den Ansatz der Sehne vom lateralen Oberarmmuskel des Mittelfusses.

An dem unteren Ende der Mittelfussknochen befindet sich die Gelenkwalze für das erste Zehenglied, welche durch einen sagittal verlaufenden Kamm in zwei fast gleiche Abschnitte getheilt ist. Die Wiederkäuer, welche am unteren Ende des Mittelfusses nur einen Knochen für zwei Zehen haben, besitzen zwei Gelenkwalzen,

die durch eine Furche getrennt sind. Bei allen Haussäugethieren befinden sich zu beiden Seiten der Gelenkwalze Gruben, zum Ansatze der Seitenbänder für das Gelenk des erten Zehengliedes.

Das Verständniss für die Form der Mittelfuss- und Zehenknochen der landwirthschaftlichen Hausthiere wird wesentlich erleichtert, wenn man die vollkommene Form der Menschenhand (mit fünf Mittelhand- und fünf Fingerknochen) in Vergleich zieht.

§. 90. *Die Knochen der Vorderzehen (ossa digitorum ant.).*

Die Knochen der Vorderzehen sind sehr kurze Röhrenknochen, deren Länge im Allgemeinen vom ersten bis zum dritten abnimmt.

Das erste Zehenglied — beim Pferde und bei den Wiederkäuern Fesselbein genannt — ist ein in der Sagittalaxe abgeplatteter Knochen, mit oberer konkaver Gelenkfläche, welche durch eine sagittal verlaufende Furche, entsprechend dem Kamme der unteren Gelenkfläche des Mittelfussknochens, in zwei fast gleiche Hälften getheilt ist. Das untere Ende des ersten Zehengliedes trägt eine konvexe Gelenkfläche zur Verbindung mit dem zweiten Zehengliede.

Das zweite Zehenglied ist ein fast würfelförmiger kurzer Knochen, mit oberer konkaver und unterer konvexer Gelenkfläche. Die Vorderfläche des Knochens ist konvex und rauh, die Hinterfläche schwach konkav und glatt. Beim Pferde und bei den Wiederkäuern wird dieser Knochen Kronenbein genannt.

Das dritte Zehenglied ist beim Pferde das Hufbein; es ist ein breiter, abgeplatteter Knochen mit vorderem konvexen, halbkreisförmigen Rande und hinterem konkaven, ausgeschweiften Rande. Man unterscheidet an dem Hufbeine: 1. eine obere Gelenkfläche, welche durch einen niedrigen, sagittal verlaufenden Kamm in zwei schwach konkave Abtheilungen getrennt ist; die vordere grössere Abtheilung verbindet sich mit dem Kronenbeine, die hintere, schmälere Abtheilung mit dem Strahlbeine; die Gelenkfläche für das Kronenbein wird vorn vom Kronenfortsatze begrenzt; 2. eine vordere Wandfläche, welche zu beiden Seiten der Gelenkfläche mit zwei Hörnern (an die sich die Hufknorpel ansetzen) nach hinten vorragt; vor den Hörnern, zur Seite der Gelenkfläche, befinden sich zwei Bandgruben, und unterhalb derselben verläuft jederseits eine Gefässrinne — die sogenannte

Wandrinne; die Wandfläche ist rauh und porös und mit zahlreichen Gefässöffnungen durchsetzt; 3. eine untere Bodenfläche, an welcher wiederum zu unterscheiden ist: *a)* eine vordere grössere, glatte und halbmondförmige Sohlenfläche, und *b)* eine hintere kleinere, rauhe und fast halbkreisförmige Sehnenfläche, welche letztere der Sehne vom hinteren tiefen Armmuskel des Hufbeines (musc. flexor digitorum profundus) zum Ansatze dient; sie wird von zwei Gefässöffnungen (Sohlenlöchern) durchbohrt, von denen jederseits eine Sohlenrinne ausgeht, in welcher die tiefe Hufbeinarterie und der tiefe Hufbeinnerv verlaufen, um in das Innere des Hufbeines einzudringen. (Siehe auch §. 161.)

Das dritte Zehenglied der Wiederkäuer und des Schweines — Klauenbein genannt — stellt ein halbes Hufbein dar. Man unterscheidet an demselben: 1. eine Gelenkfläche, deren Kronenfortsatz breiter und in der Sagittalaxe länger ist als beim Pferde, 2. eine Wandfläche, die steiler ist, 3. eine Klauenspaltfläche, welche der der anderen Klaue zugekehrt ist und 4. eine Bodenfläche, welche einer besonderen Sehnenfläche entbehrt.

Von den Sesambeinen der Vorderglieder sind die zwischen Mittelfuss und erstem Zehengliede befindlichen fast von Würfelform, während das dem dritten Zehengliede anliegende Strahlbein eine längliche, mit seiner Längsaxe quer gestellte Form hat.

b) Die Knochen der Hinterglieder.

§. 91. Das Hüftbein (os coxae).

Das Hüftbein besteht bei neugeborenen Thieren aus drei paarigen Knochen, welche in der Gelenkpfanne für das Oberschenkelbein zusammenstossen. Der vor der Gelenkpfanne liegende platte, flügelförmige Knochen ist das Darmbein (os ilium), der unten-medianwärts liegende das Schambein (os pubis), und der hinter der Gelenkpfanne liegende das Gesässbein (os ischii). Die Verwachsung der drei Hüftknochen findet schon im ersten oder zweiten Jahre nach der Geburt statt. Die Hüftknochen beider Seiten aber sind längs des medialen Randes des Schambeines und Sitzbeines bei jugendlichen Thieren durch Knorpel (Synchondrose) mit einander verbunden. Später verknöchert die Synchondrose; die Verknöcherung beginnt zwischen den Scham-

beinen und schreitet allmälig nach hinten fort. Bei erwachsenen Thieren lässt sich der Hüftknochen jederseits nur als Ganzes auffassen.

Man unterscheidet an dem Hüftknochen: 1. die Darmplatte, 2. den Pfannentheil, 3. den Aftertheil.

1. Die Darmplatte ist von dreieckiger Form; sie hat einen vorderen, einen medialen und einen lateralen Rand, sowie einen vorderen medialen, einen vorderen lateralen und einen hinteren Winkel. Die Darmplatte hat ferner eine äussere oder Kruppenfläche und eine innere oder Beckenfläche.

Der vordere scharfe Rand ist frei und bildet die hintere Grenze der Lendengegend. Sein medialer Winkel erhebt sich nach oben und bildet den medialen Darmbeinhöcker, der dem der anderen Seite nahesteht; der laterale Winkel des vorderen Randes ist breit und bildet hinter der Weiche den vorstehenden lateralen Darmbeinhöcker oder die Hanke. Der laterale, abgerundete Rand endigt vor der Pfanne. Der mediale Rand ist scharf und ausgeschweift; er bildet den Beckenausschnitt und setzt sich in den oberen lateralen Rand des Aftertheiles fort. Von dem medialen Rande zweigt sich auf der Beckenfläche des Darmbeines nach abwärts und medianwärts eine Linie ab, welche auf den Vorderrand des Schambeines übergeht; diese Linie — die Beckenlinie des Darmbeines (linea innominata) — begrenzt den Beckeneingang lateralwärts. Der hintere Winkel der Darmplatte verbindet sich mit dem Pfannentheile.

Die Kruppenfläche ist schwach konkav und wird von den Kruppenmuskeln bedeckt. Die Beckenfläche ist schwach konvex und wird durch eine rauhe Linie, die sich vom vorderen lateralen Winkel zum medialen Rande zieht, in eine grössere mediale und in eine kleinere laterale Abtheilung getheilt. Erstere — die sogenannte Gelenkfläche — ist rauh, und trägt die überknorpelte Gelenkfläche für den Flügelfortsatz des Kreuzbeines, mit dem das Hüftbein ein straffes, fast unbewegliches Gelenk bildet. Die laterale Abtheilung — die Darmbeinfläche — wird vom Bauch-Darmbeinmuskel (musc. iliopsoas) bedeckt.

2. Der Pfannentheil besteht aus der zu einem Halbkugelausschnitt geformten Pfannengrube, welche bis auf den nach hinten und medianwärts gelegenen Pfannenausschnitt, von dem scharfen Pfannenrande umgeben ist, an den sich das Kapselband für das Hüftgelenk ansetzt. Im Grunde der Pfannengrube,

in einer fast kreisförmigen Vertiefung derselben, setzt sich das Aufhängeband des Oberschenkelkopfes fest.

3. An dem Aftertheile des Hüftbeines unterscheidet man einen vorderen Rand (Schambeinkamm), welcher den Beckeneingang von unten begrenzt, einen medialen Rand, der sich mit dem der anderen Seite zur Scham-Sitzbeinfuge verbindet, einen lateralen oberen Rand, der abgerundet ist und sich nach vorn in den medialen Rand der Darmplatte fortsetzt, und einen hinteren Rand mit einem medialen und einem lateralen Winkel, welcher letztere nach hinten-aussen vorragt und Gesässhöcker genannt wird. Der hintere Rand beider Gesässbeine bildet zusammen eine nach hinten konkave Linie, die als Gesässbeinausschnitt bezeichnet wird und die den Beckenausgang von unten begrenzt.

Die obere Fläche des Aftertheiles ist glatt und wird zwischen dem Vorderrande, dem medialen Rande und dem Pfannentheile von dem grossen ovalen Loche (verstopften Loche) durchbrochen. Die untere Fläche des Aftertheiles ist rauh und schwach konvex.

Das Hüftbein bildet mit dem Kreuzbeine die an ihren offenen Seitentheilen durch Bänder geschlossene Beckenhöhle, welche die hintere, in der Quer- und Höhenaxe verkürzte Verlängerung der Bauchhöhle darstellt. Der Beckeneingang hat eine fast kreisförmige, beziehungsweise ovale Form, und eine Richtung von oben-vorn nach unten-hinten; er wird begrenzt: nach oben-vorn von der Knorpelfuge zwischen den Körpern des letzten Lendenwirbels und des ersten Kreuzbeinwirbels, zu beiden Seiten von der Beckenlinie beider Darmbeine und von dem Vorderrande beider Schambeine. Der Beckenausgang wird begrenzt: nach oben vom 3. bis 4. Schwanzwirbel, nach unten von dem hinteren Gesässbeinausschnitte, lateralwärts von dem Hinterrande der breiten Beckenbänder.

Das Becken der weiblichen Thiere ist etwas geräumiger, als das der männlichen, wodurch bei jenen die Entwicklung der Frucht begünstigt und der Gebärakt erleichtert wird. Der grössere Raum des weiblichen Beckens ist bedingt durch die stärkere Aushöhlung der Beckenfläche des Kreuzbeines, sowie durch die schrägere Stellung des Gesäss-Schambeines, das nach vorn-abwärts geneigt ist. Dadurch wird der Beckeneingang umfangreicher, beziehungsweise die vordere Höhenaxe (welche den vorderen

unteren Rand des 1. Wirbelkörpers vom Kreuzbeine mit dem Vorderrande der Schambeinfuge verbindet), sowie die Queraxe des Beckens grösser.

Die Beckenhöhle wird hauptsächlich eingenommen von den Harn- und Geschlechtsorganen.

§. 92. *Das Oberschenkelbein (femur), und die Kniescheibe (patella).*

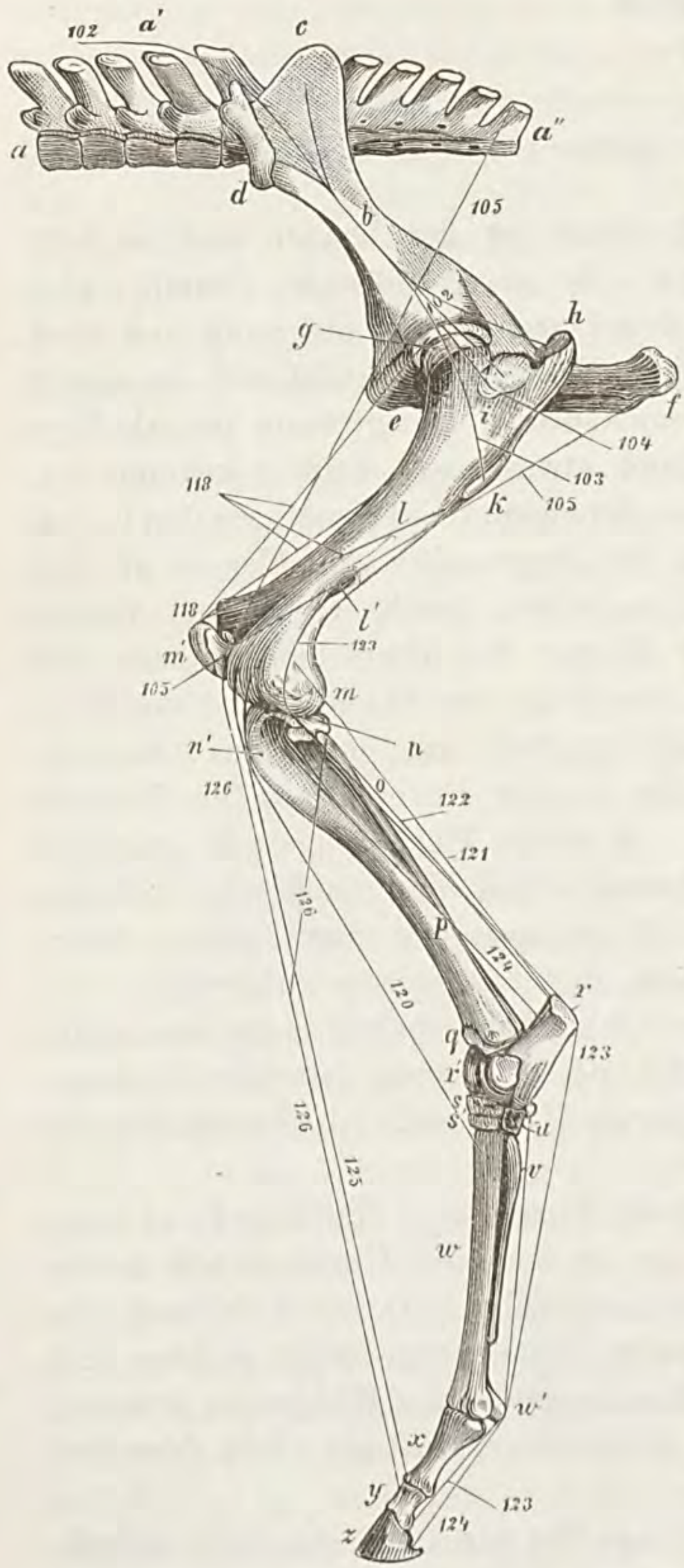
1. Das Oberschenkelbein ist der längste und stärkste Gliederknochen; er ist von sehr unregelmässiger Gestalt. Der Körper desselben ist auf dem Durchschnitte fast rund und wird gegen das obere Drittel breiter. Beim Pferde findet sich an dieser Stelle jederseits ein Knochenvorsprung. Der grössere laterale Vorsprung, dessen lateraler Rand etwas nach vorn gekrümmt ist, wird unterer Umdreher (trochanter inferior) genannt; der kleinere mediale Vorsprung, der länger aber schmäler ist als der vorige, heisst der kleine Umdreher (trochanter minor). Hinter beiden Umdrehern ist der Körper des Oberschenkelbeines fast platt und trägt gerade in der Mitte eine rauhe Narbe von dem Ansatze des tiefen Gesässbeinmuskels (m. quadratus femoris). Gegen das untere Drittel hin hat der Durchschnitt des Körpers eine fast dreieckige Form. An dieser Uebergangsstelle, etwa an der Grenze zwischen der lateralen und hinteren Fläche, befindet sich eine Grube für die Ursprungssehne vom hinteren Oberschenkelmuskel der Zehen (m. flexor digitorum sublimis).

Das obere Ende des Oberschenkelbeines trägt an seiner medialen Seite den Gelenkkopf, an seinem lateralen Umfange den oberen und den mittleren Umdreher (trochanter superior et medius).

Der Gelenkkopf hat die Form einer Halbkugel; er trägt an der Spitze, beziehungsweise am medialen Umfange eine Grube (die beim Pferde besonders ausgedehnt ist) zur Anheftung des Aufhängebandes (runden Bandes, ligamentum teres), welches sich in die Bandvertiefung der Pfannengrube des Hüftbeines festsetzt. Die Einschnürung um den Gelenkkopf wird als Hals desselben bezeichnet.

An dem lateralen Umfange des oberen Endes, dem Gelenkkopfe des Oberschenkels entgegengesetzt, ragt hervor: der obere Umdreher (trochanter superior), unter dem sich eine tiefe

Fig. 61.

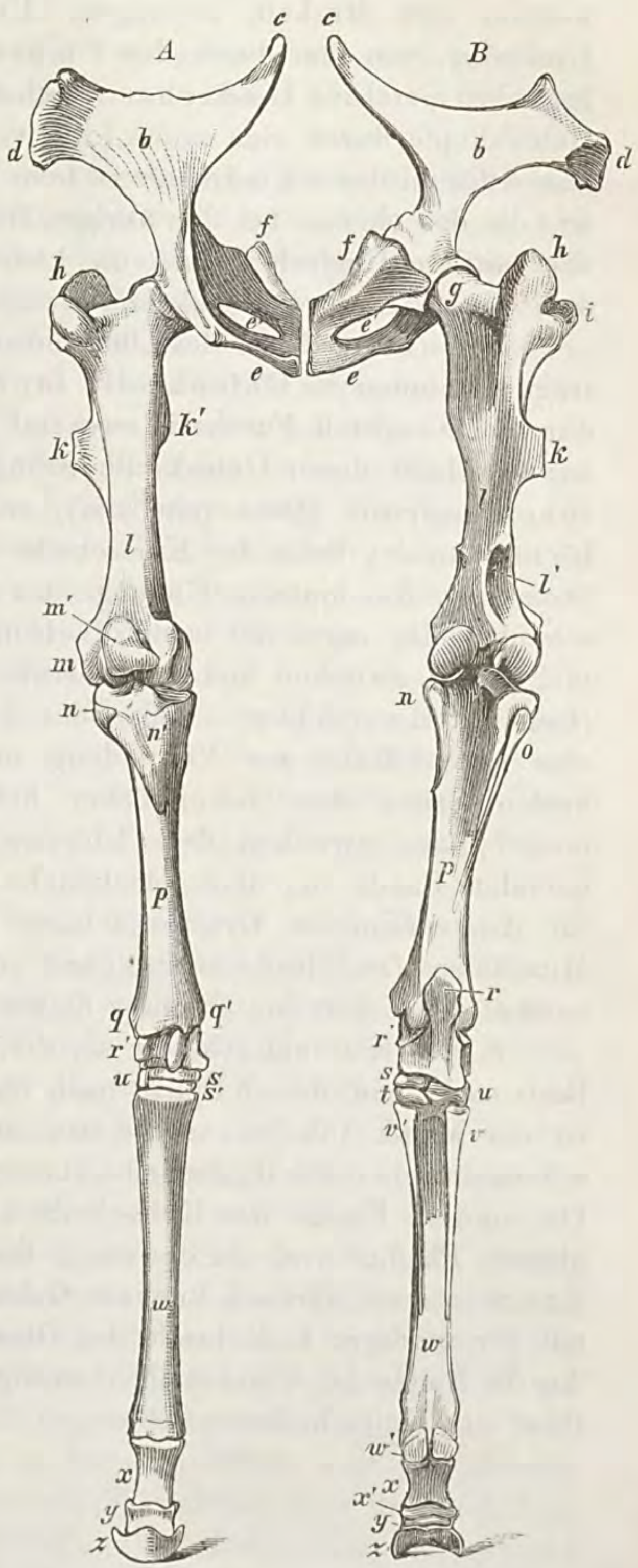


Linkes Hinterbein eines norischen Pferdes von der Seite.

a Lendenwirbelsäule,
a' Dornfortsätze derselben,
a'' Kreuzbein,
b Darmbeinplatte,
c medialer Darmbeinwinkel,
d lateraler Darmbeinwinkel,
e Schambein,
f Gesässbein,
g Oberschenkelkopf,
h lateraler oberer Umdreher,
i lateraler mittlerer Umdreher,
k lateraler unterer Umdreher,
l Körper des Oberschenkelbeines,
l' Grube für die Ursprungsehne des m. flexor digitorum sublimis,
m Gelenkhöcker des Oberschenkels,
m' Kniescheibe,
n Gelenkpfanne des Schienbeines,
n' Kamm des Schienbeines,
o Wadenbein,
p Körper des Schienbeines,
q Gelenkschraube des Schienbeines,
r oberer lateraler Fusswurzelknochen (Fersenbein),
r' oberer medialer Fusswurzelknochen (Rollbein),
s zentraler Fusswurzelknochen,
s' unterer mittlerer Fusswurzelknochen,
u unterer lateraler Fusswurzelknochen (Würfelbein),
v laterales Griffelbein,
w Röhrenbein,
w' laterales Sesambein,
x Fesselbein,
y Kronenbein,
z Hufbein.

(Die geraden Linien geben die Richtung der Muskeln an und finden ihre Erklärung in §. 127 und §. 130.)

Fig. 62.



Rechtes Hinterbein eines norischen Pferdes, *A* von vorn, *B* von hinten.

b Darmbeinplatte,
c medialer Darmbeinwinkel,
d lateraler Darmbeinwinkel,
e Schambein,
e' ovales (verstopftes) Loch,
f Gesässbein,
g Oberschenkelkopf,
h lateraler oberer Umdreher,
i lateraler mittlerer Umdreher,
k lateraler unterer Umdreher,
k' medialer kleiner Umdreher,
l Körper des Oberschenkelbeines,
l' Grube für die Ursprungsehne des m. flexor digitorum sublimis,
m Gelenkhöcker des Oberschenkels,
m' Kniescheibe,
n Gelenkpfanne des Schienbeines,
n' Kamm des Schienbeines,
o Wadenbein,
p Körper des Schienbeines,
q lateraler Knöchel,
q' medialer Knöchel,
r oberer lateraler Fusswurzelknochen (Fersenbein),
r' oberer medialer Fusswurzelknochen (Rollbein),
s zentraler Fusswurzelknochen,
s' unterer mittlerer Fusswurzelknochen,
t unterer medialer Fusswurzelknochen,
u unterer lateraler Fusswurzelknochen (Würfelbein),
v laterales Griffelbein,
v' mediales Griffelbein,
w Röhrenbein,
w' mediales Sesambein,
x Fesselbein,
x' Strahlbein,
y Kronenbein,
z Hufbein.

Grube, die Umdrehergrube (fossa trochanterica), befindet, in welcher sich Muskeln befestigen. Unten und vor dem oberen Umdreher, von ihm durch den Umdreherausschnitt getrennt, liegt der mittlere Umdreher (trochanter medius), der mit dem Gelenkkopfe durch eine rauhe Linie verbunden ist; die Knochenmasse des mittleren Umdrehers ist beim Pferde fast ebenso mächtig, wie die des oberen, bei den übrigen Haussäugethieren aber bildet der mittlere Umdreher nur eine kleine Knochenbeule zwischen dem oberen Umdreher und dem Gelenkkopfe.

Das untere Ende des Oberschenkelbeines ist verdickt und trägt vorn-unten die Gelenkrolle für die Kniescheibe, welche durch eine sagittale Furche in zwei fast gleiche Abschnitte getheilt ist; oberhalb dieser Gelenkrolle befindet sich die seichte Kniescheibengrube (fossa patellaris), zur Aufnahme des Muskelhöckers an der Basis der Kniescheibe im Zustande der grössten Streckung. Am hinteren Umfange des unteren Endes vom Oberschenkelbeine ragen die beiden Gelenkhöcker nach hinten vor und lassen zwischen sich eine Grube, die Kniekehlengrube (fossa intercondyloidea). Jeder der beiden Gelenkhöcker trägt eine Gelenkfläche zur Verbindung mit dem Schienbeine. Zu beiden Seiten der Gelenkhöcker befinden sich flache Bandhöcker, und zwischen dem lateralen Gelenkhöcker und dem lateralen Rande der Kniegelenkfläche liegt eine seichte Grube für die vereinigten Ursprungsehnen vom Schenkelmuskel des Mittelfusses (m. tibialis anticus) und vom vorderen Oberschenkelmuskel der Zehen (m. extensor digitorum longus).

2. Die Kniescheibe ist ein dreieckiges Sesambein, dessen Basis nach oben, dessen Spitze nach unten gekehrt ist. Der Basis ist ein Muskelhöcker aufgesetzt zum Ansatze für den Oberschenkelmuskel der Kniescheibe (m. extensor cruris quadriceps). Die vordere Fläche der Kniescheibe ist konvex und rauh, die hintere Fläche wird durch einen fast senkrecht verlaufenden Kamm in zwei schwach konkave Gelenkflächen getheilt, die sich mit der vorderen Gelenkrolle des Oberschenkelbeines verbinden. An die Spitze der Kniescheibe befestigt sich das mittlere gerade Band der Kniescheibe.

§. 93. *Die Knochen des Unterschenkels (ossa cruris).*

Der Unterschenkel umfasst zwei Knochen, einen grösseren medialen, das Schienbein (tibia), und einen kleineren lateralen, das Wadenbein (fibula).

1. Der Körper des Schienbeines ist auf dem Durchschnitte dreieckig; die Basis des Dreiecks ist nach hinten gekehrt, die Spitze nach vorn. Der vordere Winkel des Körpers ist beim Pferde kantig, bei den übrigen Haussäugethieren abgerundet; er geht nach oben über in den Kamm (crista tibiae), der bei jugendlichen Thieren ein besonderes Knochenstück (apophysis) bildet. Am oberen Umfange des Kammes befindet sich eine Grube, in welcher sich das mittlere gerade Band der Kniescheibe befestigt.

Das obere Ende des Schienbeines trägt die beiden mit einer Gelenkfläche versehenen Gelenkhöcker, die sich an ihren medialen, einander zugekehrten Rändern zu einem kurzen Fortsatze — dem Zahnfortsatze — vereinigen. Der hintere Rand beider Höcker ist ausgeschweift und bildet den Kniekehlausschnitt (incisura poplitea). Zwischen dem lateralen Höcker und dem Kamme befindet sich die tiefe und breite Muskelfurche, durch welche die Sehnen vom Schenkelmuskel des Mittelfusses und vom vorderen Oberschenkelmuskel der Zehen verlaufen.

Das untere Ende des Schienbeines trägt die Gelenkschraube. Dieselbe bildet eine durch einen starken sagittal verlaufenden (beim Pferde schräg von vorn-lateralwärts nach hinten-medianwärts verlaufenden) Kamm getheilte Gelenkfläche, welche zwei halbe Schraubengänge darstellt. Zu beiden Seiten der Schraubengänge liegen bei dem Pferde und den Wiederkäuern der mediale und der laterale Knöchel (malleolus medialis et lateralis), von denen der laterale als unteres Ende des Wadenbeines anzusehen ist, das bei jenen Thieren mit dem unteren Ende des Schienbeines verwachsen ist; bei den Wiederkäuern ist der laterale Knöchel bedeutend stärker als der mediale. Das Schwein hat nur den medialen Knöchel als Knochentheil des Schienbeines. Beide Knöchel tragen Sehnenrinnen.

2. Das Wadenbein ist bei dem Pferde und den Wiederkäuern ein kurzer Knochenstumpf, welcher dem lateralen Umfange des lateralen Gelenkhöckers vom Schienbeine anliegt und beim Pferde etwa in der Mitte des Schienbeines endigt, während

er bei den Wiederkäuern den Umfang des Gelenkhöckers nicht verlässt und häufig ganz fehlt. Beim Schweine ist das Wadenbein ein platter, selbstständiger Knochen, dessen oberes Ende mit Bandmasse dem lateralen Gelenkhöcker des Schienbeines verbunden ist, aber an dessen Gelenkfläche nicht Theil nimmt; das untere Ende des Wadenbeines bildet den lateralen Knöchel der Gelenkschraube, und betheiligt sich an dem Gelenke mit den Fusswurzelknochen, d. h. es trägt eine schmale Gelenkfläche, die auf den lateralen Umfang der Gelenkfläche des Rollbeines aufstösst.

§. 94. *Die Knochen der Hinter-Fusswurzel (die Sprunggelenkknochen, ossa tarsi).*

Beim Pferde sind die Knochen der Hinterfusswurzel in zwei Reihen um einen zentralen Knochen geordnet, der an der medialen Seite des Sprunggelenkes liegt, so dass also hier die Knochen drei Reihen übereinander bilden. Die obere Reihe besteht aus dem an der medialen Seite liegenden, und das Gelenk mit dem Schienbeine bildenden oberen medialen Fusswurzelknochen (dem Rollbeine, os tarsi tibiale), und aus dem, desselben lateraler und hinterer Fläche anliegenden oberen lateralen Fusswurzelknochen (dem Fersenbeine, os tarsi fibulare). Unter dem Rollbeine liegt der zentrale Fusswurzelknochen (os tarsi centrale), unter diesem der untere mittlere (os tarsale II), an dessen medialer hinterer Seite der untere mediale (os tarsale I), und an dessen lateraler Seite der laterale Fusswurzelknochen (os tarsale III). Die drei letztgenannten bilden die untere Reihe der Fusswurzelknochen, die sich mit dem Mittelfusse verbindet.

Bei den Wiederkäuern ist der zentrale mit dem lateralen Fusswurzelknochen verwachsen und beim Schweine tritt zu den sechs Fusswurzelknochen des Pferdes noch ein accessorischer hinzu, der hinter dem medialen der unteren Reihe liegt und mit dem zentralen Knochen gelenkt ist.

Der obere mediale Fusswurzelknochen (Rollbein) trägt oben-vorn die aus zwei fast halben Schraubengängen (die beim Pferde schräg gestellt sind) bestehende Rolle für die Schraubenmutter des Schienbeines. Auf der hinteren Fläche des Rollbeines befindet sich die Gelenkfläche für das Fersenbein, welche

beim Pferde in eine laterale und eine mittlere Abtheilung getrennt ist, bei den übrigen Haussäugethieren aber nur eine einzige Fläche bildet. Die untere Fläche des Rollbeines trägt die schwach konvexe Gelenkfläche für den zentralen Fusswurzelknochen, und beim Schweine ausserdem lateralwärts die Gelenkfläche für den lateralen Fusswurzelknochen der unteren Reihe. Die laterale Fläche des Rollbeines, die bei den Wiederkäuern vom Fersenbeine fast ganz verdeckt ist, besitzt eine Bandgrube; die mediale Fläche einen Bandhöcker, der beim Pferde an der medialen Seite des Sprunggelenkes, ungefähr in halber Entfernung zwischen dem medialen Knöchel des Schienbeines und dem Kopfe des medialen Griffelbeines, einen starken Vorsprung bildet.

An dem oberen lateralen Fusswurzelknochen (dem Fersenbeine) unterscheidet man den Gelenktheil und den Fersentheil, der an der lateralen Seite des Sprunggelenkes nach hinten-oben weit vorragt und dessen Spitze (der Fersenhöcker) der Achillessehne (der Sehne vom Oberschenkelmuskel des Fersenbeines, m. gastrocnemius) zum Ansatze dient. Die laterale Fläche des Fersentheiles ist glatt und fast eben, die mediale schwach konkav. Der Gelenktheil des Fersenbeines ist in einem stumpfen Winkel gebogen und zeigt einen lateralen Fortsatz, welcher die laterale Fläche des Rollbeines entweder ganz (bei den Wiederkäuern) oder nur dessen unteren Umfang (bei den übrigen Haussäugethieren) bedeckt, und einen medialen Fortsatz (sustentaculum tali), der sich an die hintere Fläche des Rollbeines anlegt. Beide Fortsätze tragen je eine Gelenkfläche für das Rollbein; der laterale Fortsatz trägt an seinem vorderen unteren Rande ausserdem noch eine Gelenkfläche für den lateralen Fusswurzelknochen der unteren Reihe, sowie beim Pferde noch eine dritte Gelenkfläche für das Rollbein.

Der zentrale und der mittlere Fusswurzelknochen der unteren Reihe sind breite flache Knochen, die sich überall decken und beide einen kopfartigen Fortsatz nach hinten vorragen lassen. Die obere Gelenkfläche des zentralen Knochens verbindet sich mit der unteren Gelenkfläche des Rollbeines, und die untere Gelenkfläche des unteren mittleren Fusswurzelknochens mit der oberen Gelenkfläche des zweiten und dritten Mittelfussknochens, beziehungsweise mit der Hinterröhre.

Der laterale Fusswurzelknochen der unteren Reihe (das Würfelbein) ist ein würfelförmiger Knochen, der so hoch ist,

wie die beiden vorgenannten zusammen; er liegt an deren lateralen Seite. Die obere sagittal gestellte Gelenkfläche des lateralen Fusswurzelknochens verbindet sich mit der Gelenkfläche des lateralen Gelenkfortsatzes vom Fersenbeine; die untere Gelenkfläche ist durch einen sagittalen Kamm getheilt in eine mediale Abtheilung für die obere Gelenkfläche des dritten Mittelfussknochens, beziehungsweise der Hinterröhre, und in eine laterale Abtheilung für den vierten Mittelfussknochen, beziehungsweise für das laterale Griffelbein.

Der an dem hinteren Umfange des Sprunggelenkes gelegene mediale Fusswurzelknochen der unteren Reihe verbindet sich mittelst seiner oberen Gelenkfläche mit dem zentralen Knochen, mittelst seiner vorderen medialen Gelenkfläche mit dem mittleren Knochen der unteren Reihe, und mittelst seiner unteren getheilten Gelenkfläche medianwärts mit dem ersten Mittelfussknochen, beziehungsweise mit dem medialen Griffelbeine, lateralwärts mit dem zweiten Mittelfussknochen, beziehungsweise mit der Hinterröhre.

Der hinter dem vorigen gelegene accessorische Fusswurzelknochen des Schweines, der mit dem zentralen Knochen gelenkt, nimmt an dem Mittelfussgelenke nicht Theil, da der ihm zugehörige Mittelfussknochen für den grossen Zeh fehlt.

§. 95. *Die Knochen des Hinter-Mittelfusses und der Zehen (ossa metatarsi et digitorum).*

Die Knochen des Mittelfusses und der Zehen am Hintergliede haben im Wesentlichen ähnliche Formen wie am Vordergliede. Die Verschiedenheiten sind folgende: Die Mittelfussknochen sind etwas länger und schlanker, als am Vordergliede; beim Pferde sind zwei Griffelbeine vorhanden, von denen das laterale einen stärkeren Kopf hat als das mediale. Rind und Schaf besitzen nur ein kurzes mediales Griffelbein, das der Ziege fehlt; beim Schweine ändert sich die Form und Zahl der Mittelfussknochen nicht.

Die Zehen sind schlanker und etwas länger, als am Vordergliede; nur die Zehe des Pferdes ist von gleicher Länge. Das Hufbein des Pferdes ist schmäler, die Wandfläche steiler; der vordere Rand derselben bildet einen kleineren Kreis als am

Vordergliede, und die Sohlenfläche des Hinterhufbeines ist mehr ausgehöhlt.

Die Sesambeine am Hintergliede sind etwas kleiner, sonst aber in gleicher Zahl vorhanden, wie am Vordergliede.

Fünfzehntes Kapitel.

Die Gelenke und der Bandapparat.

§. 96. *Allgemeines über Gelenke und Bänder.*

Die Gelenke bilden die minder oder mehr beweglichen Verbindungen zwischen zwei oder mehreren überknorpelten Knochenenden. Die verschiedenen Arten von Gelenken haben wir schon im §. 57 kennen gelernt.

Die gelenkige Knochenverbindung wird hergestellt durch einen Bandapparat, der aus zwei Arten von Bändern besteht:

1. aus Kapselbändern, und
2. aus Haftbändern.

1. Die Kapselbänder (Gelenkkapseln) kennzeichnen sich als Verlängerungen der Beinhaut, die sich von einem Knochenende auf das andere hinüberzieht, den Gelenkknorpel frei lassend. Das Kapselband erscheint als ein festes längsfaseriges, mit feinen elastischen Fasern durchsetztes Bindegewebe, das aus zwei Schichten besteht: aus einer äusseren fibrösen und einer inneren serösen Haut; letztere (die Synovialhaut) ist an ihrer Innenfläche mit einem pflasterförmigen Endothel überzogen. Bei ungeborenen Thieren und an wenig benutzten Gelenken setzt sich das Endothel über den Gelenkknorpel fort; die Zellen desselben sondern die sogenannte Gelenkschmiere (synovia) ab, welche die Knorpelenden überzieht und sie schlüpfrig erhält.

Die Gelenkkapsel bildet zwei Arten von Fortsätzen: die Gelenkzotten und die Zwischengelenkknorpel.

Die Gelenkzotten (Synovialzotten) sind zottenförmige, mit Endothel bekleidete Verlängerungen der Synovialhaut, welche in das Innere der Gelenkhöhle vorragen. Sie enthalten Blutgefässe und schwellen stark an bei Gelenkentzündungen. Die Gelenk-

zotten bilden eine Vergrösserung der inneren Gelenkkapselfläche und des sie bekleidenden, die Gelenkschmiere absondernden Endothels.

Die Zwischengelenkknorpel sind faserknorpelige Scheiben, welche ringsum mit der fibrösen Schicht der Gelenkkapsel in Verbindung stehen und die Gelenkhöhle in eine Doppelhöhle trennen; sie dienen zum Schutze der überknorpelten Gelenkenden und bilden gleichsam ein Druckpolster zwischen denselben.

An einigen Gelenken wird die Gelenkkapsel durch besondere Muskeln (sogenannte Kapselspanner) bei der Beugung des Gelenkes angespannt und dadurch vor Einklemmung geschützt. Im erschlafften Zustande bildet die Gelenkkapsel Falten, die zum Theil in die Gelenkhöhle vorspringen, bei jeder Anspannung aber wieder verstreichen.

2. Die Haftbänder (Hemmungsbänder) bestehen aus längsfaserigem mit breiten elastischen Fasern durchsetzten Bindegewebe (fibröser Haut), welche die Gelenkkapsel stellenweise von aussen umgeben, wodurch diese verstärkt wird. Die Haftbänder wirken hauptsächlich als Hemmungsbänder, indem sie die Bewegung der der Muskelverkürzung entgegengesetzten Seite hemmen, beziehungsweise beschränken. Bei der Beugung des Gelenkes halten die gespannten Haftbänder an der Streckseite das Gelenk zusammen und bei der Streckung des Gelenkes wirken in gleicher Weise die gespannten Haftbänder der Beugeseite; gleiche Dienste verrichten die Haftbänder an der lateralen und an der medialen Seite der Gelenke, bei der Bewegung der Einwärtsführung und der Auswärtsführung eines Gliedes, beziehungsweise bei der Drehung desselben. Die Haftbänder verlaufen entweder gerade oder schräge von einem Knochenende zum anderen, oder sie verlaufen gekreuzt. Die Haftbänder, welche zwei benachbarte Knochen verbinden, heissen besondere, diejenigen, welche mehreren Knochen angehören: gemeinschaftliche. In ihrer hemmenden Wirkung werden die Haftbänder unterstützt von Knochenvorsprüngen und von denjenigen Muskeln, welche den arbeitenden Muskeln entgegengesetzt sind; also bei der Beugung des Gelenkes von den Streckmuskeln, bei der Streckung des Gelenkes von den Beugemuskeln u. s. w.

Die aus hyaliner Substanz bestehenden Gelenkknorpel überziehen die Knochenenden in Schichten von ungleicher Dicke; an dem konvexen Theile der Gelenkenden (Gelenkkopf) sind die Knochen in der Mitte von einer stärkeren, am Rande von

einer schwächeren Knorpelschichte überzogen; dagegen ist der konkave Theil der Gelenkenden (Gelenkpfanne) in der Mitte schwächer, am Rande stärker überknorpelt. An dem Gelenke zwischen dem Oberarme und dem Schulterblatte (am Buggelenke) findet sich beim Schweine, und an dem Gelenke zwischen dem Oberschenkel und dem Hüftbeine (am Hüftgelenke) bei allen Hausthieren ein die Gelenkpfanne ergänzender Saum (der Pfannensaum, labrum glenoïdeum), der aus Faserknorpel besteht.

An den meisten Gelenken haben die konvexen und die konkaven Enden (Gelenkköpfe und Gelenkpfannen) der im Gelenke verbundenen Knochen kongruente Gelenkflächen, doch sind überall die konvexen Flächen grösser als die konkaven.

Mit zunehmendem Lebensalter wird die Schicht des Gelenkknorpels dünner, die Absonderung der Gelenkschmiere verringert sich und damit wird die Beweglichkeit der Gelenke herabgesetzt.

§. 97. *Die Gelenke und Bänder der Wirbelsäule.*

Mit Ausnahme der durch Knochenmasse verbundenen Kreuzwirbel, sind die einzelnen Wirbel beweglich unter sich verbunden. Solche Verbindungen bestehen:

1. zwischen den Wirbelkörpern;
2. zwischen den Gelenkfortsätzen;
3. zwischen den Querfortsätzen (nur beim Pferde).

1. Die Verbindung zwischen den Wirbelkörpern wird nur zwischen dem 1. Halswirbel und dem Schädel, sowie zwischen jenem und dem 2. Halswirbel mittelst eines Gelenkes hergestellt; die übrigen beweglichen Wirbelkörper sind an ihren Gelenkflächen durch Knorpelscheiben vereinigt. Diese Sychondrosen der Wirbelkörper sind verbunden durch gemeinschaftliche Bänder, von denen das obere lange Band längs des oberen Umfanges der Wirbelkörper, beziehungsweise am Boden des Wirbelkanales (Rückenmarkkanales) sich hinzieht, während das untere lange Band am unteren Umfange (Mantel) der Wirbelkörper verläuft. Diese beiden gemeinschaftlichen Bänder beginnen am 2. Halswirbel und enden am 1. Kreuzwirbel, wo sie in dessen Beinhaut übergehen; am stärksten entwickelt sind sie in der Lendengegend.

2. Die Gelenkfortsätze der Wirbel sind durch Gelenke verbunden, deren Bandapparat nur aus Kapselbändern bestehen,

welche an den Halswirbeln weitere, an den Rückenwirbeln engere Gelenkkapseln bilden, die bei der Streckung der Wirbelsäule durch Fasern der anliegenden Rückenmuskeln gespannt werden.

3. Die Querfortsätze der zwei bis drei letzten Lendenwirbel sind beim Pferde unter sich und mit dem Kreuzbeine durch Gelenke verbunden, die auch nur aus einem Kapselbande bestehen, welches die genannten Wirbeltheile straff mit einander verbindet. Die übrigen Haussäugethiere haben an Stelle dieser Gelenke die Zwischen-Querfortsatzbänder (ligamenta intertransversaria).

Ausser den genannten gemeinschaftlichen Haftbändern der Wirbelkörper, sind die Wirbel auch noch an ihren Fortsätzen durch gemeinschaftliche Haftbänder verbunden. Zwischen den Bogen der Wirbel befinden sich die Zwischenbogenbänder (ligamenta intercruralia), zwischen den Dornfortsätzen die Zwischendornbänder (ligamenta interspinalia), welche sehr reich sind an elastischen Fasern, die bei den Wiederkäuern überall, und beim Pferde am Halse das eigentliche fibröse Bandgewebe fast ganz verdrängen.

Das stärkste der gemeinschaftlichen Haftbänder ist das Nackenband (ligamentum nuchae), welches sich längs der Dornfortsatzspitzen sämmtlicher Lendenwirbel, Rückenwirbel und Halswirbel hinzieht und sich an die mediane Nackenlinie des Hinterhauptes befestigt. Am Nacken ist dieses Band am stärksten entwickelt und bildet hier drei Portionen, die zum Theil aber auch der Rücken- und der Lendengegend angehören: *a)* den strangförmigen Theil, *b)* den kappenförmigen Theil, und *c)* den plattenförmigen Theil.

a) Der strangförmige Theil ist der oberflächlich gelegene, der am Rücken- und Lendentheile des Nackenbandes sich an die Spitzen der Dornfortsätze, am Halstheile an den hinteren oberen Rand des plattenförmigen Theiles befestigt.

b) Der kappenförmige Theil erstreckt sich vom 2. Halswirbel bis zum 13. Rückenwirbel beim Pferde, bis zum letzten Rückenwirbel bei den Wiederkäuern; er ist am breitesten in der Gegend des Widerristes (wo er den Schulterblattknorpel bedeckt) und er verbindet sich an der Rückenwirbelsäule mit dem oberen Blatte der die Rückenmuskeln überziehenden Rückenbinde.

c) Der plattenförmige Theil des Nackenbandes gehört vorwiegend dem Halstheile der Wirbelsäule an und vertritt

hier die Stelle der Dornfortsätze; er erstreckt sich vom Kamme des 2. Halswirbels bis zum Dornfortsatze des 3. Rückenwirbels und trennt die beiderseitigen Lagen der Nackenmuskeln.

Die Beweglichkeit der Wirbelsäule ist eine allseitige, immerhin aber eine nur geringe, wenn die Verschiebbarkeit zwischen zwei Wirbelkörpern allein in Betracht gezogen wird. Aber die geringe Verschiebbarkeit der einzelnen Wirbel summirt sich zu einer ziemlich grossen für die Gesammt-Wirbelsäule; sie ist am grössten an den Schwanzwirbeln, demnächst an den Halswirbeln; am wenigsten beweglich ist die Wirbelsäule an den Rückenwirbeln und ganz unbeweglich an den Kreuzwirbeln.

Die Beweglichkeit der Wirbelsäule wird beschränkt durch die Wirbelfortsätze (Gelenk-, Dorn- und Querfortsätze), sowie durch die Haftbänder, namentlich durch die Zwischenbogenbänder und die Zwischendornbänder. Den Schwanzwirbeln fehlen jene Wirbelfortsätze, oder sie sind dort verkümmert, und die Abwesenheit dieser die Beweglichkeit beschränkenden Knochenvorsprünge erklärt die grosse Beweglichkeit des Schwanzes. An den Halswirbeln fehlen die Dornfortsätze, die Querfortsätze sind sehr kurz und die stark entwickelten Gelenkfortsätze haben eine Stellung (siehe §. 62), welche die Seitenbewegung des Halses in keiner Weise, die Beugung und Streckung aber nur wenig beschränken, zumal die weiten Gelenkkapseln derselben eine grössere Ausdehnung gestatten. Also auch die grosse Beweglichkeit des Halses erklärt sich leicht aus den mechanischen Verhältnissen seiner Wirbelfortsätze. Die Beweglichkeit der Lendenwirbelsäule ist am grössten nach unten und oben, wodurch die Beugung und Streckung begünstigt wird, während die Seitwärtsbewegung beschränkt wird durch die seitwärts gestellten Gelenkfortsätze und durch die lateralwärts weit vorragenden Querfortsätze. Da die letzten zwei bis drei Querfortsätze des Pferdes durch straffe Kapselbänder verbunden sind, so ist die Lendenwirbelsäule dieses Thieres weniger beweglich, als die der übrigen Haussäugethiere. Die Beweglichkeit der Rückenwirbelsäule wird wesentlich beschränkt durch den Ansatz der Rippen.

§. 98. *Die Gelenke und Bänder der Rippen.*

Die Rippen sind durch Gelenke verbunden:
1. mit der Rückenwirbelsäule,
2. mit dem Brustbein.

1. Das Rippen-Wirbelgelenk (articulatio costo-vertebralis) umfasst: *a)* das Gelenk zwischen dem Rippenkopfe und dem Wirbelkörper, *b)* das Gelenk zwischen dem Rippenhöcker und dem Wirbel-Querfortsatze.

a) Der Bandapparat des Rippenkopfgelenkes besteht aus einem Kapselbande und aus drei Haftbändern. Das Kapselband zeigt eine vordere und eine hintere Abtheilung, die sich beide an der Furche vereinigen, welche den vorderen kleineren Theil des Rippenkopfes (der sich mit dem Körper des je vorderen Rückenwirbels verbindet) trennt von dem hinteren grösseren Theile desselben (der sich mit dem Körper des je hinteren Rückenwirbels verbindet). Die Haftbänder des Rippenkopfgelenkes befestigen den Rippenhals (Rippenhalsband, lig. colli costae) und den Rippenkopf (unteres Band des Rippenkopfes, lig. capitis costae inferius) an den Wirbelkörper und die Rippenköpfe beider Seiten unter sich (gemeinschaftliches Rippenkopfband, lig. capitis costarum commune); letzteres Haftband verläuft quer auf dem Boden des Wirbelkanales und verbindet die Spitzen der beiderseitigen Rippenköpfe.

b) Das Rippenhöckergelenk besteht aus einem Kapselbande und einem Haftbande, welche beide den Rippenhöcker mit dem Wirbel-Querfortsatze verbinden.

2. Der Bandapparat des Rippen-Brustbeingelenkes (articulatio costo-sternalis) besteht aus dem straffen Kapselbande, welches jeden Knorpel der wahren Rippen mit dem lateralen Rande des Brustbeines verbindet, und aus dem gemeinschaftlichen Haftbande (Strahlenband, lig. costo-sternale radiatum), welches das Brustbeinende der Rippenknorpel unter sich und mit dem Brustbeine verbindet.

Die Rippen-Wirbelgelenke gestatten nur eine geringe Beweglichkeit; etwas grösser ist die Beweglichkeit der Rippen-Brustbeingelenke. Aber die Beweglichkeit der Rippen ist nicht allein von diesen beiden Gelenken abhängig, sondern auch von ihrer eigenen Elastizität. Die Bewegung der Rippen ist eine

federnde; sie werden gehoben und von einander entfernt, beziehungsweise die Zwischenrippenräume werden vergrössert, durch die sogenannten Inspirationsmuskeln, welche sich an ihre laterale Fläche, sowie an ihren vorderen und hinteren Rand ansetzen; sobald aber die Wirkung dieser Muskeln aufhört, d. h. sobald die Inspiration beendet ist, werden sie während der Exspiration durch eigene Elastizität in ihren Ruhezustand zurückgeführt.

Die falschen Rippen, deren elastischer Knorpeltheil grösser ist und deren Beweglichkeit am ventralen Ende nicht durch ein Gelenk beschränkt wird, sind viel beweglicher als die wahren Rippen. Jene tragen am meisten bei zur Erweiterung der Brusthöhle und ihre künstliche Beschränkung (was zum Beispiel geschieht, wenn der Sattelgurt beim Pferde zu weit rückwärts angelegt wird) ist demnach zu vermeiden.

§. 99. *Die Gelenke und Bänder am Halse und am Kopfe.*

Am Halse und am Kopfe kommen vier Gelenke in Betracht:
1. das Axengelenk;
2. das Genickgelenk;
3. das Unterkiefergelenk;
4. die Zungenbeingelenke.

1. Das Axengelenk (articulatio axoideo-atlantica, Franck), zwischen dem 2. und 1. Halswirbel, ist ein Drehgelenk (Rollgelenk) und besteht dessen Bandapparat aus dem Kapselbande und aus vier Haftbändern, nämlich: aus dem Zwischenbogenbande und dem Zwischendornbande, wie bei den übrigen Wirbeln, sowie aus dem unteren und oberen Bande des Zahnfortsatzes.

2. Das Genickgelenk (articulatio occipito-atlantica, Franck), zwischen dem 1. Halswirbel und dem Hinterhauptbeine, besitzt folgenden Bandapparat: *a)* zwei Kapselbänder, welche jederseits die Gelenkgruben des Atlas mit den Gelenkköpfen des Hinterhauptbeines verbinden; *b)* das obere Genickband*) (dem Zwischenbogenbande der übrigen Wirbel entsprechend), das den

*) Ich ziehe die Bezeichnung „Genickband" der üblichen „Verstopfungsband" vor, weil auch am Becken ein „Verstopfungsband" vorkommt und diese Bezeichnung die allgemein gebräuchliche und ältere ist.

Raum ausfüllt zwischen den Flügelausschnitten des Atlas und den beiden Gelenkköpfen des Hinterhauptes; *c)* das untere Genickband, das den Raum ausfüllt zwischen dem unteren Bogen des Atlas und den beiden Gelenkköpfen des Hinterhauptes; *d)* die beiden Seitenbänder, die den Vorderrand der Flügelfortsätze mit den Drosselfortsätzen des Hinterhauptbeines verbinden.

Die drehende Bewegung des mit dem Oberhaupte verbundenen Atlas geschieht um den Zahnfortsatz der mit dem dritten Halswirbel verbundenen Axe; der Zahnfortsatz selbst bleibt bei dieser Drehbewegung unbeweglich und diese wird nur beschränkt durch die beiden Bänder des Zahnfortsatzes.

Das Genickgelenk ist ein unvollständiges Winkelgelenk,*) das Beugung und Streckung, sowie Seitenbewegung bis zu 20° gestattet.

3. Der Bandapparat des Unterkiefergelenkes (articulatio temporo-mandibularis), zwischen dem Gelenkkopfe des Unterkiefers und der Gelenkgrube des Schläfenbeines am Ursprunge des Jochbogens, besteht: *a)* aus dem straffen Kapselbande, welches einen Zwischengelenkknorpel umschliesst; *b)* aus dem vorderen Seitenbande, welches die Gelenkkapsel verbindet mit dem unteren Rande des Jochbogens; *c)* aus dem hinteren Seitenbande, welches die Verbindung herstellt zwischen der Gelenkkapsel und dem Gelenkfortsatze des Schläfenbeines.

Die Bewegung des Unterkiefers ist eine dreifache: *a)* die Hauptbewegung besteht in der Anziehung (Hebung) und Abziehung (Senkung) des Unterkiefers, wobei sich der Gelenkkopf desselben in seiner Gelenkgrube am Schläfenbeine hebt und senkt; *b)* eine Nebenbewegung ist die Schlittenbewegung, wobei der Gelenkkopf aus der Gelenkgrube etwas vorwärts gezogen wird auf die sogenannte Gelenkwalze des Schläfenbeines, welche die Gelenkgrube von vorn begrenzt; *c)* eine andere Nebenbewegung ist die Mahlbewegung, wobei sich der Gelenkkopf seitwärts bewegt, wie beim Zermahlen des Futters zwischen den Backenzähnen, insbesondere beim Wiederkauen.

---

*) Unter „unvollständigem Winkelgelenk" versteht man solche Gelenke, welche neben der Beugung und Streckung — als Hauptbewegung — auch Seitenbewegungen oder Drehbewegungen zulassen. Vollständige Winkelgelenke gestatten nur Beugung und Streckung.

4. Der Bandapparat der Zungenbeingelenke besteht aus straffen Kapselbändern, welche den Zungenbeinkörper mit den vorderen kleinen Aesten des Zungenbeines und diese mit den hinteren grossen Aesten verbinden. Die Beweglichkeit dieser Gelenke ist eine sehr geringe. Die hinteren grossen Aeste des Zungenbeines werden mit dem Zungenbeinfortsatze des Paukentheiles vom Felsenbeine durch Faserknorpel verbunden. Diese Zungenbein-Felsenbein-Synchondrose gestattet eine ziemlich ausgiebige federnde Bewegung des Zungenbeines.

§. 100. *Die Gelenke und Bänder des Vordergliedes.*

Das Schulterblatt ist durch Bänder und Muskeln an Widerrist und Brustkorb befestigt. Die Bänder gehören der Muskelbinde des Rückens an, und nehmen ihren Ursprung am Nackenbande; das oberflächliche Band (äusseres Widerrist-Schulterband, Schwab) überzieht den oberflächlichen Widerristmuskel der Schulter (musc. cucullaris pars posterior) und befestigt sich mit ihm an den oberen Theil des Schulterkammes; das tiefe Band (inneres Widerrist-Schulterband) überzieht den tiefen Widerristmuskel der Schulter (m. rhomboideus major) und befestigt sich mit ihm an die mediale Fläche des Schulterblattknorpels. Von Muskeln sind es die beiden eben genannten, welche das Schulterblatt an den Widerrist befestigen. An den Hals wird das Schulterblatt befestigt: durch den oberflächlichen Nackenmuskel der Schulter (m. cucullaris pars anterior), durch den tiefen Nackenmuskel der Schulter (m. levator anguli scapulae), durch den Halswirbelmuskel der Schulter (m. serratus anticus superior); die Verbindung mit dem Brustkorbe wird hergestellt durch den Rippenmuskel der Schulter (m. serratus anticus inferior), sowie durch den Brustbeinmuskel der Schulter (m. pectoralis min. p. sup.) und des Buges (m. pectoralis min. p. inf.). Der Drehpunkt des Schulterblattes liegt in dem Raume zwischen den beiden dreieckigen Feldern am Nackenwinkel und am Rückenwinkel der Schulterblattbasis, an deren mediale Fläche sich der Halswirbelmuskel der Schulter (am Nackenwinkel) und der Rippenmuskel der Schulter (am Rückenwinkel) ansetzen. Man hat diesen Drehpunkt fälschlich als Schultergelenk bezeichnet.

Der eigentlichen Gelenke am Vordergliede sind sechs, nämlich:

1. das Buggelenk;
2. das Ellenbogengelenk;
3. das Vorderkniegelenk;
4. das Fesselgelenk;
5. das Kronengelenk;
6. das Hufgelenk.

1. Das Buggelenk (articulatio armalis*) s. scapulo-humeralis) wird gebildet von der Gelenkpfanne des Schulterblattes und dem Gelenkkopfe des Oberarmes; die Verbindung zwischen diesen beiden Gelenktheilen wird hergestellt durch ein Kapselband, das sich einerseits an den Rand der Schulterblattpfanne (die beim Schweine einen Knorpelsaum trägt), andererseits an den Hals des Oberarmes befestigt. Eine Verstärkung der Gelenkkapsel durch besondere Haftbänder findet nicht statt, da die das Buggelenk umgebenden Muskeln und Sehnen (namentlich die Sehne vom Schultermuskel der Speiche, m. biceps brachii) dasselbe hinreichend befestigen und gewisse Bewegungen beschränken.

Das Buggelenk ist theoretisch ein freies Gelenk, d. h. wenn es frei präparirt wird von den umgebenden Muskeln. Im Zusammenhange mit diesen aber ist die Bewegung des Buggelenkes sehr beschränkt. Der Winkel, den die Längsaxen des Schulterblattes und des Oberarmes mit einander bilden, beträgt etwa 90°; dieser Winkel wird bei der Vorwärtsbewegung des ganzen Vordergliedes kaum vergrössert, und bei der Rückwärtsbewegung kaum verkleinert. Wenn man ein lebendes Pferd oder ein anderes lebendes Haussäugethier in vorschreitender Bewegung beobachtet, so kann man eine Vergrösserung (Streckung) oder Verkleinerung (Beugung) des Buggelenkwinkels nicht erkennen, wohl aber sieht man: dass bei jeder Vorwärtsbewegung des ganzen Vordergliedes die Bugspitze vorwärts und aufwärts geht, während der Rückenwinkel des Schulterblattes rückwärts und abwärts sich bewegt. Der obere Theil des Vordergliedes bewegt sich also im oben bezeichneten Drehpunkte des Schulterblattes, nicht aber, oder nur wenig, im Buggelenke. Der Winkel der beiden in diesem Gelenke verbundenen Knochen aber verkleinert sich, wenn bei der Vorwärtsbewegung das gehobene

*) Von armus, der Bug.

Vorderglied wieder auf den Boden tritt und der zwischen den Schulterblättern aufgehängte Vordertheil des Rumpfes durch sein Gewicht das Schulterblatt niederdrückt. Die Beugung des Buggelenkes wird gehemmt durch die Sehne vom Schultermuskel der Speiche (musc. biceps brachii) und vom Brustbeinmuskel des Buges (musc. pectoralis minoris pars inferior); die Streckung wird gehemmt durch den Vordergrätenmuskel (musc. supraspinatus) und die beiden Hintergrätenmuskel (musc. infraspinatus et deltoïdeus), sowie durch den Unterschultermuskel (musc. subscapularis) und den Schulterhakenmuskel (musc. coraco-brachialis).

Diese das Buggelenk feststellenden Muskeln gestatten nur ein Federn desselben. Wäre das Buggelenk ein frei bewegliches Gelenk, so würde es bei jedem Niederfallen des Rumpfes zusammenknicken, aber nicht federn. Das Federn des Buggelenkes ist von der grössten Bedeutung für die Benutzung des Reitpferdes.

Minder beschränkt als die Beugung und Streckung des Oberarmes, ist die Einwärtsführung und die Auswärtsführung (adductio et abductio), beziehungsweise die Rotation desselben; es bewegt sich hierbei der Oberarm unabhängig vom Schulterblatte; doch ist die Ausgiebigkeit dieser Bewegungen bei unseren landwirthschaftlichen Hausthieren bedeutend geringer, als bei Menschen und Affen, bei den katzenartigen Raubthieren und den zum Klettern befähigten Thieren.

2. Das Ellenbogengelenk (articulatio humero-radialis, Franck) wird gebildet einerseits von der Walze des Oberarmbeines, andererseits von der Pfanne der Speiche und des Ellenbogenbeines, die beide zu einer konkaven Gelenkfläche vereinigt sind. Der Bandapparat des Ellenbogengelenkes besteht aus einem gemeinsamen Kapselbande, das beiderseits verstärkt wird durch ein mediales und ein laterales Haftband (radiales und ulnares Seitenband, lig. lateris radiale et ulnare, Franck). Ausserdem sind die beiden Knochen des Unterarmes verbunden durch das radiale und ulnare Querband und durch das in der Spalte zwischen Speiche und Ellenbogenbein gelegene Zwischenknochenband.

Das Ellenbogengelenk ist ein vollständiges Winkelgelenk, das eine ausgiebige Beugung und Streckung gestattet und beim Pferde federt. Bei unseren erwachsenen landwirthschaftlichen

Hausthieren sind Speiche und Ellenbogenbein unter sich unbeweglich verbunden.

3. Das Vorderkniegelenk (articulatio carpi) besteht aus vier Abtheilungen, nämlich: *a)* aus dem Gelenke zwischen dem Unterarme und der oberen Reihe der Fusswurzelknochen; *b)* aus dem Gelenke zwischen der oberen und der unteren Reihe der Fusswurzelknochen; *c)* aus dem Gelenke zwischen den einzelnen Fusswurzelknochen; *d)* aus dem Gelenke zwischen der unteren Reihe der Fusswurzelknochen und dem Mittelfusse.

Die an dem Vorderkniegelenke betheiligten Knochen besitzen ein gemeinschaftliches Kapselband, welches drei Säcke bildet: 1. zwischen den Knochen des Unterarmes und der oberen Fusswurzelreihe; 2. zwischen den Knochen beider Fusswurzelreihen, und 3. zwischen den Knochen der unteren Fusswurzelreihe und dem Mittelfusse. Der obere und der mittlere Sack der Gelenkkapsel sind vollständig von einander getrennt, während der mittlere und der untere Sack unter dem vorderen Zwischenknochenbande mit einander in Verbindung stehen.

Das Kapselband wird beiderseits durch ein mediales und ein laterales Haftband (mediales und laterales langes Seitenband, lig. lateris radiale et ulnare longum, Franck) verstärkt. Die hintere stärkere Schicht der Gelenkkapsel wird auch wohl als hinteres Band bezeichnet. Die Gelenkkapsel ist auswärts überzogen von der tiefen und von der oberflächlichen Kniebinde (fascia carpi profunda et superficialis). Erstere überbrückt die Beugesehnen am Knie und befestigt sich beiderseits an das Hakenbein (os carpi accessorium), wo sie mit dem medialen und lateralen Oberarmmuskel des Hakenbeines zusammenhängt. Diesen Theil der tiefen Kniebinde bezeichnet man als Ringband der Vorderknies (lig. carpi transversum).

Ausserdem besitzen die am Vorderkniegelenke betheiligten Knochen besondere Haftbänder, welche die beiden Reihen der Fusswurzelknochen unter sich, sowie mit dem Unterarme und dem Mittelfusse verbinden (Zwischenreihenbänder), und welche die einzelnen Fusswurzelknochen unter sich zusammenhalten (Zwischenknochenbänder).

Das Vorderkniegelenk ist vorwiegend ein Winkelgelenk. Das Gelenk zwischen dem Unterarme und der oberen Reihe der Fusswurzelknochen ist sehr beweglich und gestattet eine aus-

giebige Beugung, während der Ruhezustand dieses Gelenkes sich in vollkommener Streckung befindet. Minder beweglich, aber doch zur Beugung und Streckung und zu Seitenbewegungen befähigt, ist das Gelenk zwischen den beiden Reihen der Fusswurzelknochen. Das Gelenk zwischen der unteren Reihe der Fusswurzelknochen und dem Mittelfusse, sowie die Gelenke zwischen den einzelnen Fusswurzelknochen gehören zu den straffen Gelenken, die eine nur geringe Schlittenbewegung gestatten.

Die Mittelfussknochen unter sich sind durch kurze Haftbänder verbunden; da die Griffelbeine mit dem Röhrenbeine beim Pferde und Rinde mit zunehmendem Alter verknöchern, so ist eine Bewegung zwischen den Mittelfussknochen nicht möglich. Beim Schweine sind die Mittelfussknochen unter sich beweglich. Da bei dem Schafe und der Ziege die Griffelbeine verkümmert sind oder ganz fehlen, so kommt die Beweglichkeit der Mittelfussknochen bei diesen Thieren gar nicht in Frage.

4. Das Fesselgelenk (articulatio metacarpo-phalangea) wird gebildet von der Gelenkwalze des Röhrenbeines (beim Schweine von zwei Röhrenbeinen), von der Pfanne der ersten Zehenglieder (beim Pferde vom Fesselbeine) und von den Sesambeinen.

Beim Pferde umfasst ein gemeinschaftliches Kapselband, bei den Wiederkäuern und dem Schweine ein doppeltes Kapselband dieses Gelenk, das durch einfache, beziehungsweise doppelte mediale und laterale Haftbänder (radiale und ulnare Seitenbänder) verstärkt wird. Die Sesambeine werden durch obere und untere Bänder, durch Querbänder, Kreuzbänder und Seitenbänder an das Gelenk befestigt.

Das Fesselgelenk (Köthengelenk) ist ein vollständiges Winkelgelenk, das ausgiebige Beugung und Streckung gestattet.

5. Das Kronengelenk (articulatio interphalangea), zwischen dem ersten und zweiten Zehengliede, ist ebenfalls ein vollständiges Winkelgelenk, dessen Bandapparat von einem Kapselbande (beim Pferde einfach, bei den Wiederkäuern doppelt, beim Schweine vierfach), von medialen und lateralen Seitenbändern und von medialen und lateralen Hinterbändern gebildet wird.

6. Das Hufgelenk (articulatio phalangis tertiae), zwischen dem zweiten und dritten Zehengliede, ist ein Winkelgelenk mit

beschränkter Beugung und Streckung (die Beschränkung geschieht durch die an das Hufbein befestigten Beugesehnen und Strecksehnen). Der Zahl der Zehenglieder entsprechend, besitzt der Bandapparat dieses Gelenkes ein oder mehrere Kapselbänder, ferner mediale und laterale Seitenbänder, sowie zur Befestigung des Strahlbeines: obere und untere Strahlbeinbänder (erstere zur Befestigung an das Fesselbein und Kronenbein, letztere an das Hufbein) und Hufknorpel-Strahlbeinbänder; letztere fehlen den Wiederkäuern und dem Schweine; dagegen haben diese Thiere ein Querband zwischen den Klauen (in der Tiefe der Klauenspalte gelegen) und einen besonderen Bandapparat für die Afterklauen.

Der an der Seitenwand des Hufbeines gelegene Hufknorpel ist beim Pferde durch drei Paar Bänder an das Fesselbein, an das Kronenbein und an das Hufbein befestigt.

§. 101. *Die Gelenke und Bänder des Hintergliedes.*

Am Hintergliede kommen acht Gelenke vor, nämlich:

1. Das Beckengelenk;
2. das Hüftgelenk;
3. das Hinterkniegelenk;
4. das Wadenbeingelenk;
5. das Sprunggelenk;
6. das Fesselgelenk;
7. das Kronengelenk;
8. das Hufgelenk.

Die drei letztgenannten Gelenke, sowie die Verbindung der Mittelfussknochen unter sich, haben dieselbe Form wie am Vordergliede, und wir werden sie in der folgenden Beschreibung daher ausser Acht lassen.

1. Das Beckengelenk (articulatio ileo-sacralis), zwischen den Flügelfortsätzen des Kreuzbeines und dem Gelenktheile an der Beckenfläche des Darmbeines, ist ein straffes, wenig bewegliches Gelenk, dessen Bandapparat von einem Kapselbande und einem Haftbande (dem unteren Kreuz-Darmbeinbande, Franck) gebildet wird; letzteres verläuft von der Gelenkfläche des Kreuzbeinflügels lateralwärts zur medialen Abtheilung der Darmbein-Beckenfläche.

Ausserdem besitzt das Becken einen besonderen Bandapparat, der aus folgenden Bändern besteht:

a) das vordere Darm-Kreuzbeinband, das den hinteren Rand des medialen Darmbeinwinkels mit dem ersten Kreuzbein-Dornfortsatze verbindet;

b) das hintere Darm-Kreuzbeinband, unmittelbar hinter dem vorigen, vom medialen Darmbeinwinkel zum lateralen Rande des Kreuzbeines verlaufend;

c) das breite Beckenband ist ausgebreitet zwischen dem lateralen Rande des Kreuzbeines und des ersten Schweifwirbels einerseits, und dem medialen Rande des Darmbeines und des Gesässbeines andererseits; es schliesst die hintere obere Beckenöffnung und lässt nur Oeffnungen für die Beckengefässe und für die Nerven des Kreuzbeingeflechtes;

d) das Verstopfungsband füllt den Raum des „verstopften" (ovalen) Loches aus und lässt nur Raum zum Durchgange der Verstopfungsgefässe und Nerven.

2. Das Hüftgelenk (articulatio coxo-femoralis, Franck) wird gebildet von der Pfanne des Hüftbeines (zu deren Bildung sich Darmbein, Gesässbein und Schambein vereinigen) und vom Kopfe des Oberschenkelbeines. Der Pfannenrand wird bei allen Haussäugethieren durch den aus Faserknorpel bestehenden Pfannensaum (labrum glenoïdeum) ergänzt, der den Pfannen-Ausschnitt überbrückt. Der Bandapparat des Hüftgelenkes besteht aus einem Kapselbande, das einerseits am knorpeligen Pfannensaume, andererseits am Halse des Oberschenkelkopfes befestigt ist. Da der Oberschenkelkopf hauptsächlich durch den Druck der äusseren Luft in der halbkugeligen Gelenkpfanne festgehalten wird, so besteht nur ein Haftband, welches von der Spitze des Gelenkkopfes, beziehungsweise von der Bandgrube desselben zum vorderen Ende des Pfannen-Ausschnittes verläuft; dieses Aufhängeband des Oberschenkels (das runde Band, lig. teres) wird beim Pferde verstärkt durch einen Ast des geraden Bauchmuskels.

Das Hüftgelenk ist ein freies Gelenk, das aber vorwiegend nur Beugung und Streckung gestattet, während die Bewegung der Einwärts- und Auswärtsführung beschränkt wird, und zwar jene durch die Kruppenmuskeln, diese durch das runde Band, und beim Pferde durch den Verstärkungsast des geraden Bauchmuskels.

3. Das Hinterkniegelenk besteht aus zwei Abtheilungen, nämlich: *a)* aus dem Hauptgelenke zwischen Oberschenkel und Unterschenkel, beziehungsweise Schienbein (articulatio femoro-tibialis, Franck), *b)* aus dem Nebengelenke zwischen Oberschenkel und Kniescheibe (articulatio femoro-patellaris, Franck).

a) Das Gelenk zwischen Oberschenkel und Schienbein, welches gebildet wird von den Gelenktheilen des Oberschenkels und des Unterschenkels, sowie von den zwischen beiden gelegenen medialen und lateralen Zwischenknorpelscheiben, besitzt ein Kapselband, dessen innere Schichte (Synovialhaut) beiderseits zwei geschlossene Säcke bildet, in welche zahlreiche grosse Synovialzotten hineinragen. Die Kapsel wird verstärkt durch mediale und laterale Haftbänder (tibiales und fibulares Seitenband, lig. lateris tibiale et fibulare, Franck), sowie durch vordere und hintere Haftbänder (gekreuzte Bänder, ligamenta cruciata), die stärker sind als jene und die Streckung des Kniegelenkes beschränken.

b) Das Gelenk zwischen dem Oberschenkel und der Kniescheibe (die der Rolle des Oberschenkelbeines anliegt) wird umfasst von einem geräumigen Kapselbande, das verstärkt wird durch Haftbänder, welche die Kniescheibe verbinden mit dem Oberschenkelbeine (mediales und laterales Querband der Kniescheibe, lig. transversum patellae tibiale et fibulare, Franck) und mit dem Schienbeine (untere gerade Bänder der Kniescheibe, lig. patellae rectum tibiale, fibulare et medium, Franck). Das laterale Querband der Kniescheibe ist bedeutend stärker als das mediale und verläuft zwischen dem lateralen Bandhöcker des Oberschenkelbeines und dem lateralen Rande der Kniescheibe. Die unteren geraden Bänder verbinden den unteren Ergänzungsknorpel der Kniescheibe mit dem Kamme des Schienbeines; das laterale (fibulare) gerade Band fehlt den Wiederkäuern, und das Schwein besitzt nur das mittlere gerade Kniescheibenband.

Das Hinterkniegelenk ist ein unvollständiges Winkelgelenk, das neben Beugung und Streckung auch unvollkommene Drehbewegungen (Einwärts- und Auswärtsführung) gestattet. Die eigentliche Bewegung des Hinterkniegelenkes findet statt in dem Gelenke zwischen Oberschenkel und Schienbein; die Kniescheibe folgt mit ihrer Schlittenbewegung der Bewegung des Haupt-

gelenkes, d. h. sie wird gehoben bei der Streckung und abwärts gezogen bei der Beugung. Die übermässige Beugung des Hauptgelenkes wird gehemmt durch den Oberschenkelmuskel der Kniescheibe (musc. extensor cruris quadriceps) und durch die unteren geraden Bänder der Kniescheibe; die übermässige Streckung wird hauptsächlich gehemmt durch die gekreuzten Bänder am hinteren Umfange des Hauptgelenkes.

4. Ein im späteren Alter verknöchernder Bandapparat verbindet bei jungen Pferden die oberen Enden des Schienbeines und des Wadenbeines (Wadenbeingelenk). Dieser Bandapparat besteht aus einem straffen Kapselbande, das eine nur sehr geringe Bewegung gestattet, und aus dem Zwischenknochenbande. Den Wiederkäuern fehlt dieses Gelenk und das Schwein besitzt ein oberes und unteres straffes Wadenbeingelenk; letzteres wird durch das laterale Knöchelband (lig. malleoli externum, Franck) verstärkt.

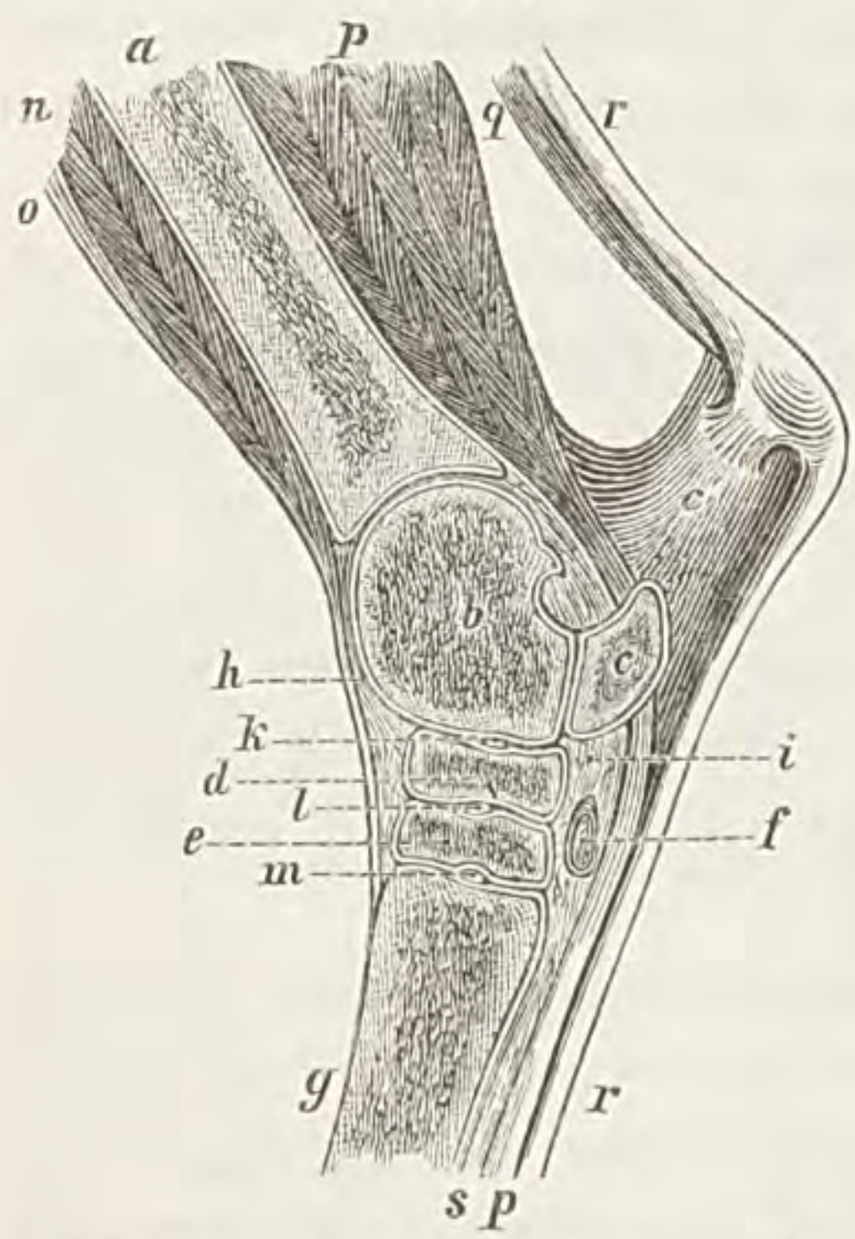
5. Das Sprunggelenk (articulatio tarsi) umfasst vier Gelenkabtheilungen, nämlich: *a)* das Gelenk zwischen Unterschenkel und Rollbein, *b)* die Gelenke zwischen den Reihen der Fusswurzelknochen, *c)* die Gelenke zwischen den einzelnen Fusswurzelknochen, *d)* das Gelenk zwischen der unteren Reihe der Fusswurzelknochen und dem Mittelfusse.

Die Haupt-Gelenkverbindung besteht zwischen der Schraube des Schienbeines und der Gelenkrolle des Rollbeines. Erstere ist beim Pferde schräg nach auswärts gerichtet und bildet nach Franck mit der Sagittalebene des Fusses einen Winkel von 12 bis 14°. Die Rolle des Rollbeines besteht aus zwei kreisförmig gekrümmten Kämmen, von denen der mediale einen um etwa ein Drittel grösseren Radius hat als der laterale. Die Queraxe, um die sich das Rollbeingelenk bewegt, steht nicht senkrecht zur Sagittalaxe des Fusses, sondern sie senkt sich abwärts zur medialen Seite desselben und geht durch den medialen Bandhöcker des Rollbeines.

Die besonderen Bänder des Sprunggelenkes verbinden die Reihen der Fusswurzelknochen unter sich (unter diesen Zwischenreihenbändern sind die beiden kurzen Seitenbänder zwischen dem medialen und lateralen Knöchel des Schienbeines und der oberen Reihe der Fusswurzelknochen die stärksten und wichtigsten), sowie die einzelnen Fusswurzelknochen unter sich (Zwischenknochenbänder); sie haben eine ähnliche Lage und Form wie am Vorderkniegelenke.

Sämmtliche an der Bildung des Sprunggelenkes betheiligten Knochen werden von einem gemeinschaftlichen Kapselbande umhüllt, dessen Synovialhaut zwischen die Reihen der Fusswurzelknochen tritt und folgende vier Säcke bildet: 1. den oberen Sack zwischen Unterschenkel (Schienbein), Rollbein und Fersenbein; dieser Sack hat vor und hinter dem Schienbeine einen Blindsack; 2. den Sack zwischen Rollbein, Zentralbein (os tarsi centrale) und dem unteren lateralen Bein (os tarsale III.); 3. den Sack zwischen dem Zentralbeine und dem unteren mittleren Bein (os tarsale II.); 4. den Sack zwischen der unteren Reihe der Fusswurzelknochen und dem Mittelfusse. Die Gelenkkapsel wird verstärkt von zwei seitlichen und von einem vorderen und einem hinteren Haftbande. Das mediale lange Seitenband (lig. lateris tibiale longum, Franck) verläuft zwischen dem medialen Knöchel des Schienbeines, dem medialen Bandhöcker des Rollbeines und dem Kopfe des medialen Griffelbeines; das laterale lange Seitenband (lig. lateris fibulare longum Franck) zwischen dem lateralen Knöchel, dem lateralen Fortsatze des Fersenbeines und dem Kopfe des lateralen Griffelbeines. Das vordere Band (lig. tarsi anterius) entspringt vom medialen Bandhöcker des Rollbeines und verläuft lateralwärts und abwärts zum vorderen oberen Bandhöcker des Röhrenbeines; das hintere Band (lig. tarsi posterius) verläuft zwischen der Beule des Fersenbeines und dem Kopfe des lateralen Griffelbeines.

Fig. 63.



Durchschnitt des rechten Sprunggelenkes vom Pferde.

a Schienbein,
b Rollbein,
c Fersenbein,
c' Fersenhöcker desselben,
d Zentralbein,
e unterer mittlerer Knochen,
f unterer lateraler Knochen,
g Röhrenbein,
h i Gelenkkapsel, geöffnet,
k l m Zwischenknochenbänder,
n Schenkelmuskel des Mittelfusses,
o Sprunggelenkbinde,
p Sehne vom hinteren Unterschenkelmuskel der Zehen,
q Sehne vom Oberschenkelmuskel des Fersenbeines,
r Sehne vom hinteren Oberschenkelmuskel der Zehen,
s Sehne vom Hinter-Mittelfussmuskel der Sesambeine.

Ausserdem wird das Sprunggelenk gestützt: vorn durch die Sehne vom Schenkelmuskel des Mittelfusses (m. tibialis anticus); hinten durch den Muskelbauch vom hinteren Unterschenkelmuskel der Zehen (musc. flexor digitorum profundus), der an der medialen Fläche des Fersenhöckers vom Fersenbeine, hinter dem Rollbeine liegt, sowie von der Sehne vom hinteren Oberschenkelmuskel der Zehen (musc. flexor digitorum sublimis), welche den Fersenhöcker überspannt.

Das Rollbeingelenk ist ein federndes, vollständiges Winkelgelenk, beziehungsweise ein Schraubengewerbgelenk (Langer); die übrigen Theile des Sprunggelenkes sind straff und wenig beweglich. Das Federn des Sprunggelenkes wird bewirkt durch die schräge Stellung des Rollbeines, und nach Franck auch durch die exzentrische Einpflanzung der langen und kurzen Seitenbänder. Je gerader das Rollbein gestellt ist, desto geringer ist das Federn des Sprunggelenkes, das den Wiederkäuern und dem Schweine ganz abgeht.

Wenn man das Sprunggelenk eines lebenden Pferdes von vorn betrachtet, so erkennt man beiderseits drei Hervorragungen. An der medialen Seite ragen von oben nach unten vor: der mediale Knöchel des Schienbeines, der Bandhöcker des Rollbeines, der Kopf des medialen Griffelbeines. Die Hervorragungen an der lateralen Seite sind von oben nach unten: der laterale Knöchel des Schienbeines, der Bandhöcker des Fersenbeines, der Kopf des lateralen Griffelbeines. Der mediale und der laterale Bandhöcker ragen am wenigsten hervor. Von den beiden Knöcheln des Schienbeines bis zu den beiden Köpfen der Griffelbeine konvergiren die beiden fast geradlinigen, beziehungsweise schwach konkaven Seiten des Sprunggelenkes. Ist diese Linie auf der medialen Seite des Gelenkes, oberhalb des Griffelbeinkopfes durch eine harte Hervorragung gestört, d. h. erscheint sie gewölbt (konvex), so ist Spat vorhanden, eine Knochenwucherung an den Gelenkverbindungen zwischen dem medialen Griffelbeine und dem unteren medialen und mittleren Fusswurzelknochen, beziehungsweise zwischen diesem und dem Zentralbeine. Ist die schwach konvexe Linie der lateralen Seite des Sprunggelenkes, oberhalb des Griffelbeinkopfes durch eine harte Geschwulst vorgewölbt, so ist Rehbein vorhanden, welche Abnormität die Folge ist einer Bandverdickung oder einer Knochenwucherung an dem Gelenke zwischen dem Kopfe des lateralen Griffelbeines und dem unteren lateralen Fusswurzelknochen.

Ist die gerade Linie gestört, welche der hintere Rand des Fersenhöckers vom Fersenbeine mit dem Hinterrande des unteren lateralen Fusswurzelknochens bildet, d. h. tritt diese Gelenkverbindung nach aussen winkelig hervor, was man erkennt, wenn man die hintere Fläche des Sprunggelenkes von der Seite ins Auge fasst, so ist Hasenhacke vorhanden; dieselbe beruht auf einer Lockerung des genannten Gelenkes und ist bedingt durch eine übermässige (abnorme) Streckung des Fersenbeines durch den Oberschenkelmuskel (m. gastrocnemius)

desselben, der sich mittelst der sogenannten Achillessehne an den Fersenhöcker festsetzt.

Eine übermässige Ansammlung von Gelenkschmiere oder von Gelenkwasser in dem Schleimbeutel, der den Fersenhöcker bedeckt, bedingt eine weiche Geschwulst daselbst, welche Piephacke genannt wird. Eine ähnliche Ausdehnung des Synovialsackes zwischen Schienbein und Rollbein, welche an dem vorderen medialen Umfange des Sprunggelenkes als weiche Geschwulst vortritt, wird Sprunggelenkgalle genannt.

Unter den erwähnten Gelenkkrankheiten ist der Spat am nachtheiligsten für die Brauchbarkeit des Pferdes. Er entsteht bei etwas schlaffen Gelenkbändern (vorwiegend bei noch jungen Pferden) durch die sich häufig wiederholende Erschütterung des Sprunggelenkes beim Traben, oder durch das Aufhalten des Wagens beim Bergabfahren. Da, in Folge der eigenthümlich schrägen Stellung der Rolle des Rollbeines, das Sprunggelenk bei der Streckung einen stärkeren Druck auf der medialen Seite erleidet, so treten auch hier Gelenkfehler häufiger auf.

Man erkennt das etwaige Vorkommen von Spat am besten, wenn man die mediale Seite der beiden Hinterbeine durch die beiden Vorderbeine hindurch visirt. Ist Spat vorhanden, so ist die gerade Linie, welche den medialen Knöchel mit dem Kopfe des medialen Griffelbeines verbindet, medianwärts vorgewölbt, d. h. sie ist konvex und beim Anfühlen hart. Von den übrigen Gelenkfehlern wirkt die Hasenhacke am meisten störend, weil sie die vollständige Streckung des Sprunggelenkes hindert.

DRITTES BUCH.

Die animalischen Apparate der landwirthschaftlichen Hausthiere.

SECHSTER ABSCHNITT.

Der Bewegungsapparat der landwirthschaftlichen Hausthiere.

Sechzehntes Kapitel.

Allgemeines über die willkürlichen Muskeln.

§. 102. Die Form der willkürlichen Muskeln.

Die willkürlichen Muskeln, welche an das Knochenskelet befestigt sind (Skeletmuskeln), bestehen aus Fleisch und aus Sehnen. Unter Fleisch versteht man den aus (nur mikroskopisch wahrnehmbaren) quergestreiften Muskelfasern zusammengesetzten, verkürzungsfähigen Theil des Muskels, der im Leben die bekannte fleischrothe Farbe hat. Dieser fleischige Theil des Muskels hat vorwiegend eine bauchige oder Spindel-Form; er wird auch Muskelbauch (venter musculi) genannt. Die Sehne bildet die aus geformtem Bindegewebe zusammengesetzten Endtheile des Muskelbauches, und man unterscheidet eine Anfangssehne und eine Endsehne, beziehungsweise eine Ursprungsehne und eine Ansatzsehne. Es gibt indessen auch Muskeln, welche keine Ursprungsehnen besitzen, sondern die mit Fleischzacken von den Knochen entspringen. Muskeln, welche mit Fleichzacken an Knochen enden, kommen nur in geringer Zahl vor. Die Befestigung sowohl des Fleisches, wie der Sehnen an Knochen, geschieht nicht unmittelbar an die Knochensubstanz, sondern an die Beinhaut, in welche die Sehne fast unmerklich übergeht. Den Anfangtheil des Muskels, gleichviel ob er sehnig oder fleischig ist, nennt man seinen Kopf (caput musculi), und den sehnigen Endtheil seinen Schwanz (cauda musculi). Die Bezeichnung

Kopf, Bauch und Schwanz des Muskels stammt her von der Vergleichung desselben mit einer Maus, und der Name „Muskel", lateinisch „musculus", bedeutet eine kleine Maus (Mäuslein).

Ein Muskel kann entweder mit einem oder mit mehreren Köpfen entspringen, und man bezeichnet ihn demnach als einköpfig (uniceps), zweiköpfig (biceps), dreiköpfig (triceps), vielköpfig (multiceps). Es können aber auch von einem Muskelbauche mehrere Endsehnen ausgehen, und man nennt einen solchen Muskel zweischwänzig (bicaudatus), dreischwänzig (tricaudatus) u. s. w. Der Bauch eines Muskels ist entweder einfach oder er ist zweifach; im letzten Falle werden die beiden Bäuche des Muskels durch eine Sehne getrennt. Meistens verlaufen die Fleischfasern des Muskels in gleicher Richtung mit seiner Sehne. Aber es gibt auch Muskeln, deren Fleischfasern in schräger Richtung an die Sehnen treten; solche Muskeln nennt man gefiederte, und man unterscheidet halbgefiederte, wenn die Fleischfasern sich nur an eine Seite der Sehne festsetzen, und doppelt gefiederte (oder kurzweg gefiederte), wenn die Fleischfasern sich mit beiden Seiten der Sehne verbinden.

Man unterscheidet ferner kurze und lange, kreisförmige, dreieckige, viereckige, platte Muskeln, und nach der Form ihres Durchschnittes: runde, dicke, breite u. s. w., welche Formen zum Theil für die Benennung der Muskeln verwendet wurden.

Die in Gruppen vereinigten Muskeln, oder die Muskeln eines Gliedes werden durch bindegewebige Hüllen (Muskelbinden, fasciae) zusammengehalten. Zwischen Muskelbäuchen und Sehnen liegen zur Verminderung der Reibung sogenannte Schleimbeutel; das sind seröse Säcke, die mit einer schleimig-wässerigen Flüssigkeit gefüllt sind. Von gleicher Textur sind die sogenannten Sehnenscheiden, die zwischen Sehnen und Sehnen, oder zwischen Sehnen und Knochen in der Längsrichtung der ersteren liegen.

§. 103. *Die Lage und die Wirkungsweise der Muskeln.*

Die Lage und die Wirkungsweise der Muskeln stehen in engster Beziehung zu einander.

Die durch ein Gelenk verbundenen Knochen oder Knochentheile bilden in den meisten Fällen einen Winkel mit einander;

die Muskeln, welche sich an denselben befestigen, bewirken durch ihre Verkürzung entweder eine Verkleinerung (Schliessung) oder eine Vergrösserung (Oeffnung) des Winkels. Die Verkleinerung des Winkels zweier in einem Gelenke verbundenen Knochen bezeichnet man als Beugung des Gelenkes, die Vergrösserung des Winkels als Streckung des Gelenkes. Die Muskeln, welche die Beugung eines Gelenkes bewirken, heissen Beugemuskeln (musculi flexores), diejenigen, welche die Streckung des Gelenkes bewirken: Streckmuskeln (musculi extensores).

Die Beugemuskeln liegen immer an dem Innenwinkel des Gelenkes, und dieser ist im Ruhezustande stets grösser, als im Zustande der Beugung. Die Streckmuskeln umfassen stets den Aussenwinkel des betreffenden Gelenkes, und indem sie diesen vergrössern bis zu höchstens 180°, vergrössern sie auch den Innenwinkel bis zu höchstens 180°. Die äusserste Streckung stellt also die in einem Gelenke verbundenen Knochen in eine gerade Linie zu einander, und der Aussenwinkel eines Gelenkes ist im Ruhezustande stets kleiner, als im Zustande der Streckung.

Winkelgelenke besitzen nur Beugemuskeln und Streckmuskeln. Freie Gelenke aber haben ausserdem Muskeln, welche die Einwärtsführung, die Auswärtsführung und die Drehung des betreffenden Knochens, beziehungsweise des in dem Gelenke befestigten Körpergliedes bewirken. Unter Einwärtsführung (Anziehung, adductio) versteht man die Näherung eines Gliedes an die Mittellinie des ganzen Körpers und bei den mehrzehigen Thieren: die Näherung der Zehen zur Mittellinie des Fusses. Das Entfernen eines Gliedes von der Mittellinie des Körpers, beziehungsweise der Zehen von der Mittellinie des Fusses, heisst Auswärtsführung (Abziehung, abductio); die Bewegung eines Körpergliedes um seine Längsaxe nennt man Drehung (rotatio). Die Anziehungsmuskeln (musculi adductores) liegen stets an der medialen Seite der Knochen, beziehungsweise an den der Mittellinie des Fusses zugekehrten Zehenrändern; die Abziehungsmuskeln (musculi abductores) liegen an seiner lateralen Seite, beziehungsweise an den der Mittellinie des Fusses abgewandten Zehenrändern.

Die Drehungsmuskeln (musculi rotatores) haben eine verschiedene Lage; sie befestigen sich an die mediale oder an die laterale Seite des Knochens, beziehungsweise des Körper-

gliedes, je nachdem sie denselben einwärts oder auswärts drehen; die Einwärtsdrehung wird auch Pronation genannt, die Auswärtsdrehung: Supination.

An den freien Gelenken, wo Beugung, Streckung, Anziehung, Abziehung und Drehung möglich ist, wirken die Anziehungsmuskeln, Abziehungsmuskeln und Drehungsmuskeln gewöhnlich gemeinsam, entweder mit den Beugemuskeln oder mit den Streckmuskeln. Die Drehungsmuskeln wirken einzeln nur an den Drehgelenken (zu welchen bei den erwachsenen landwirthschaftlichen Haussäugethieren nur das Axengelenk gehört).

Die einzelnen Muskelfasern liegen in den Muskelbäuchen entweder parallel, oder ihre Radien konvergiren, oder sie divergiren, niemals aber durchkreuzen sie sich. In gleicher Weise liegen auch die verschiedenen Muskeln eines Knochens, beziehungsweise eines Gliedes, entweder einander parallel, oder sie divergiren von einer gemeinsamen Ursprungstelle, oder sie entspringen von verschiedenen Stellen und konvergiren zu einer gemeinsamen Ansatzstelle.

Die Stellen des Knochens, wo Muskeln entspringen oder sich ansetzen, sind gekennzeichnet: 1. durch Rauhigkeiten (tuberositates musculares); 2. durch Muskelhöcker oder Kämme (cristae musculares); 3. durch grössere Muskelfortsätze (processus musculares) des Knochens. Muskelrauhigkeiten findet man an jedem Knochen; zu den Muskelkämmen gehört z. B. der Schienbeinkamm, der Kamm am Mantel der Wirbelkörper, der Umdreher des Oberarmes u. s. w.; zu den Muskelfortsätzen gehört z. B. der Fersenbeinhöcker, der Ellenbogenhöcker, die oberen Umdreher des Oberschenkels, die Dornfortsätze und Querfortsätze der Wirbel u. s. w. Die Muskelfortsätze der Knochen haben die physikalische Bedeutung von Hebelarmen; sie wirken stets als Hebelarme der Kraft, während der Haupttheil des betreffenden Knochens als Hebelarm der Last thätig ist. Diese mechanischen Verhältnisse werden im neunzehnten Kapitel ihre Berücksichtigung finden.

Obgleich durch die Muskelwirkung beide in einem Gelenke vereinigten Knochen gegeneinander bewegt werden können und ebensowohl das Glied gegen den Rumpf, wie der Rumpf gegen das festgestellte Glied gezogen werden kann, so ist doch der eine Knochen, und zwar der vom Rumpfe, beziehungsweise von der Mittellinie des ganzen Körpers entferntere, leichter oder freier

beweglich, als der dem Rumpfe, beziehungsweise der Mittellinie des Körpers nähere. Mit Rücksicht auf diese Beziehungen gilt die entferntere Befestigung des Muskels oder der Muskelsehne — als Ansatz (punctum mobile) und die nähere Befestigung als Ursprung (punctum fixum) des Muskels. Bei den Muskeln, die vom Rumpfe zu den Gliedern gehen, liegt der Ursprung des Muskels am Rumpfe, der Ansatz am Gliede; bei den Muskeln der Glieder liegt der Ursprung am oberen Gliede, der Ansatz am unteren Gliede.

§. 104. *Benennung und Eintheilung der Muskeln.*

Die Benennung der Muskeln folgte bisher durchaus keinen festen und allgemein anerkannten Grundsätzen. Einige Muskeln sind benannt nach ihrer Form (langer, kurzer, breiter, pyramidenförmiger, milzförmiger Muskel u. s. w.), andere nach ihrer Lage (vorderer, hinterer, oberflächlicher, tiefer Muskel u. s. w.), andere nach ihrer Wirkung (Zehenbeuger, Zehenstrecker, Einwärtsdreher, Heber u. s. w.), andere endlich nach den Knochen und Knochentheilen, die ihnen zum Ursprunge und zum Ansatze dienen (Nackenwarzenmuskel, Brustbeinmuskel, Zungenbeinmuskel u. s. w.). Die letzterwähnte Benennungsweise wäre wohl die richtigste, wenn die Muskelnamen nicht gar zu lang und zusammengesetzt werden, was der Fall ist, wenn ein Muskel von mehreren Knochenpunkten entspringt und sich an mehrere ansetzt. Wo sich diese Benennung aber mit kurzen Worten durchführen lässt, sollte man ihr vor allen den Vorzug geben. Die Benennung der Muskeln nach ihrer Wirkung ist nur in den wenigsten Fällen durchführbar, weil die Wirkung eines Muskels verschieden ist, je nachdem er allein oder mit anderen zusammenwirkt, je nachdem er das freie Glied gegen den Rumpf zieht, oder diesen gegen das auf dem Boden festgestellte Glied. Bei einfacher Wirkungsweise eines Muskels aber lässt sich gegen die Benennung nach seiner Wirkung nichts einwenden. Schliesslich ist es auch gerechtfertigt, wenn man verschiedene Muskeln von gleicher Wirkung nach ihrer Lage und Form unterscheidet; dagegen sollte die Lage und die Form eines Muskels, ohne Berücksichtigung der ihm zu Grunde liegenden Knochen und seiner besonderen Wirkungsweise, nicht allein massgebend sein für seine Benennung.

Es wird also auch wohl fernerhin eine Benennung der Muskeln nach verschiedenartigen Grundsätzen nicht zu vermeiden sein; wünschenswerth wäre nur eine allgemein angenommene Benennung.

Uebereinstimmender ist die Eintheilung der Muskeln, die vorwiegend mit Rücksicht auf die Körpergegend geschieht.

In der folgenden Beschreibung werden die Muskeln eingetheilt in:

I. Muskeln des Rückens und des Schwanzes;
II. Muskeln des Halses und des Kopfes;
III. Muskeln der Rippen (Respirationsmuskeln);
IV. Muskeln des Vordergliedes;
V. Muskeln des Hintergliedes.

Da fast jeder Veterinär-Anatom seine besondere Benennung hat, so war es mir unmöglich, mit den gangbaren Hand- und Lehrbüchern der Veterinär-Anatomie eine übereinstimmende Benennung herzustellen. Ebensowenig aber ist es thunlich: die in der Anatomie des Menschen üblichen Muskelnamen, sowohl lateinische wie deutsche, auf die Muskeln der Haussäugethiere einfach zu übertragen, da hier die Lage vieler Muskeln eine ganz andere ist, wie dort. Aus den angeführten Gründen habe ich mit der bisherigen Bezeichnungsweise der Muskeln vollständig gebrochen und in diesem Buche ganz neue, und zwar deutsche Muskelnamen angewendet, welche einem einheitlichen Systeme folgen, das sich stützt auf den Verlauf des Muskels, beziehungsweise auf dessen Ursprung und Ansatz. Das Wort „Muskel" ist in meiner Bezeichnung im Nominativfall verbunden mit dem Namen seines Ursprungtheiles, und diesem zusammengesetzten Worte folgt im Genitivfalle der Name des Ansatztheiles. Einige Beispiele werden diese Bezeichnungsweise klar machen. Der Muskel, der vom Brustbeine entspringt und sich an den Unterkiefer ansetzt (musculus sterno-maxillaris), heisst: „der Brustbeinmuskel des Unterkiefers"; der Muskel, der vom Widerriste entspringt und sich an das Schulterblatt ansetzt, heisst: „der Widerristmuskel der Schulter" und ich unterscheide einen „oberflächlichen Widerristmuskel" (musculus cucullaris pars posterior) und einen „tiefen Widerristmuskel" (musculus rhomboideus major); der Muskel, der von der Schläfenbeinschuppe entspringt und sich an den Schnabelfortsatz des Unterkiefers ansetzt, heisst: „der Schläfenmuskel des Unterkiefers" (musculus temporalis) u. s. w.

Ich glaube, dass diese Bezeichnungsweise der Muskeln einfach und rationell ist. Sie nähert sich am meisten der Bezeichnungsweise von Schwab, ist aber kürzer, als die seinige, und vermeidet die schwierigen, in der deutschen Sprache ungewöhnlichen Wortzusammensetzungen.

Den von mir angenommenen deutschen Muskelnamen habe ich meistens auch die lateinischen Namen nachgebildet. Um aber den Vergleich mit den in den Veterinär-Anatomien üblichen Namen zu erleichtern, habe ich meinen Muskelnamen überall auch die ältere lateinische Bezeichnung in Klammern beigesetzt.

Mit Rücksicht auf den praktischen Zweck dieses Buches, das vorzugsweise die Form der Hausthiere ins Auge fasst, habe ich das anatomische Detail der

Myologie möglichst beschränkt und begnüge ich mich im nächsten Kapitel mit einer kurzen übersichtlichen Darstellung der Lage, des Ursprunges, des Ansatzes und der Wirkungsweise der Skeletmuskeln, mit besonderer Berücksichtigung des Pferdes. Dieser kurzen Beschreibung des Muskelsystemes folgt im achtzehnten Kapitel eine eben so kurze Darstellung der Muskel-Topographie.

§. 105. *Uebersicht der willkürlichen Muskeln des Skeletes.*

I. Die Muskeln des Rückens und des Schwanzes.

A. Der Streckmuskel des Rückens.

1. Der gemeinschaftliche Rückgratmuskel, musc. opistothenar *(musc. extensor dorsi communis)*.

B. Der Beugemuskel des Rückens.

2. Der Lendenmuskel des Schambeines, musc. lumbo-pubalis *(musc. psoas parvus)*.

C. Die Muskeln des Schwanzes.

a) Die Heber des Schwanzes.

3. Der äussere laterale und mediale Kreuzbeinmuskel des Schwanzes, musc. sacro-caudalis externus lateralis et medialis *(musc. levator caudae longus et brevis)*.

b) Die Niederzieher des Schwanzes.

4. Der innere laterale und mediale Kreuzbeinmuskel des Schwanzes, musc. sacro-caudalis internus lat. et med. *(musc. depressor caudae longus et brevis)*.

c) Der Seitwärtszieher des Schwanzes.

5. Der Gesässbeinmuskel des Schwanzes, musc. ischio-caudalis *(musc. coccygeus)*.

II. Die Muskeln des Halses und des Kopfes.

A. Die Streckmuskeln des Nackens.

a) Oberflächliche Schicht.

6. Der Widerristmuskel des Nackens, musc. dorso-cervicalis *(musc. splenius cervicis)*.

7. Der mediale Rückgratmuskel des Nackens, musc. opistothenar medialis cervicis *(musc. longissimus capitis)*.

8. Der laterale Rückgratmuskel des Nackens, musc. opistothenar lateralis cervicis *(musc. longissimus s. transversalis cervicis)*.

b) Tiefe Schicht.

9. Der Querdornmuskel des Nackens, musc. transverso-spinalis cervicis *(musc. multifidus colli et complexus major)*.

10. Der Dornmuskel des Nackens, musc. spinalis cervicis.

11. Der Axenmuskel des Hinterhauptes, musc. epistropheo-occipitalis *(musc. rectus capitis posticus major et complexus minor)*.

12. Der mediale Trägermuskel des Hinterhauptes, musc. atlantico-occipitalis medialis *(musc. rectus capitis posticus minor)*.

13. Der Axenmuskel des Trägers, musc. epistropheo-atlanticus *(musc. obliquus capitis inferior)*.

14. Der laterale Trägermuskel des Hinterhauptes, musc. atlantico-occipitalis lateralis *(musc. obliquus capitis superior)*.

B. Die Beugemuskeln des Halses und des Kopfes.

a) Oberflächliche Schicht.

15. Der Brustbeinmuskel des Unterkiefers, musc. sterno-mandibularis *(musc. sterno-maxillaris s. sterno-cleido-mastoideus hominis)*.

b) Tiefe Schicht.

16. Der Rippenmuskel des Nackens, musc. costo-cervicalis *(musc. scalenus)*.

17. Der Brustbeinmuskel des Trägers, musc. sterno-atlanticus *(musc. longus colli)*.

18. Der Halsmuskel des Grundbeines, musc. trachelo-basilaris *(musc. rectus capitis anticus major)*.

19. Der Trägermuskel des Grundbeines, musc. atlantico-basilaris *(musc. rectus capitis anticus minor)*.

20. Der Träger-Drosselmuskel, musc. atlantico-jugularis *(musc. rectus capitis lateralis)*.

C. Die Muskeln des Zungenbeines (mittlere Schicht der Halsmuskeln).

a) Die Kopfmuskeln des Zungenbeines.

21. Der Drosselmuskel des Zungenbeines, musc. jugo-hyoïdeus *(musc. stylo-hyoïdeus)*.

22. Der Unterkiefermuskel des Zungenbeines, musc. mylo-hyoïdeus.

23. Der Kinnmuskel des Zungenbeines, musc. genio-hyoïdeus.

24. Die Zungenbeinmuskeln des Zungenbeines, musc. kerato-hyoïdeus major et minor *(musc. stylo-hyoïdeus hom.)*.

25. Der Quermuskel des Zungenbeines, musc. hyoïdeus transversus.

b) Die Rumpfmuskeln des Zungenbeines.

26. Der Brustbeinmuskel des Zungenbeines, musc. sterno-hyoïdeus.

27. Der Rippenmuskel des Zungenbeines, musc. costo-hyoïdeus *(musc. omo-hyoïdeus)*.

D. Die Muskeln am Schädel.

a) Die äusseren Muskeln des Ohres.

28. Der gemeinschaftliche Muskel der Ohrmuschel, musc. auricularis communis *(musc. attrahens hom.)*.

29. Der Jochmuskel des Schildes, musc. zygomatico-scutarius.

30. Der Ohrdrüsenmuskel der Muschel, musc. parotido-auricularis *(musc. depressor auris)*.

31. Der Scheitelbeinmuskel der Muschel, musc. parieto-auricularis *(musc. attolens hom.)*

32. Der hintere Nackenmuskel der Muschel, musc. cervico-auricularis posterior *(musc. levator auris longus s. retrahens hom.)*.

33. Der mittlere Nackenmuskel der Muschel, musc. cervico-auricularis medius *(musc. abductor auris longus)*.

34. Der tiefe Nackenmuskel der Muschel, musc. cervico-auricularis profundus *(musc. abductor auris brevis)*.

35. Der äussere und innere Schildmuskel der Muschel, musc. scuto-auricularis externus et internus *(musc. rotator longus et brevis)*.

36. Der Gehörgangmuskel, musc. tragicus.

b) Die äusseren Muskeln des Auges.

37. Der Kreismuskel der Augenlider, musc. orbicularis palpebrarum.

38. Der Stirnmuskel der Augenlider, musc. fronto-palpebrarum *(musc. corrugator supercilii hom.)*.

E. Die Muskeln des Gesichtes.

a) Die Muskeln des Nüstern.

39. Der Oberkiefermuskel des Nüstern, musc. maxillo-nasalis *(musc. pyramidalis nasi)*.

40. Der Quermuskel des Nüstern, musc. transversus nasi *(musc. compressor nasi hom.)*.

41. Der Zwischenkiefermuskel des Nüstern, musc. intermaxillo-nasalis *(musc. dilatator nasi posterior)*.

b) Die Muskeln der Lippen.

42. Der Kreismuskel der Lippen, musc. orbicularis oris.

43. Der Jochmuskel der Lippen, musc. zygomatico-labiarum *(musc. zygomaticus major hom.)*.

44. Der Stirn-Nasenbeinmuskel der Oberlippe, musc. fronto-naso-labialis *(musc. levator labii superioris alaeque nasi hom.)*.

45. Der Oberkiefermuskel der Oberlippe, musc. maxillo-labialis *(musc. levator labii superioris proprius)*.

46. Der Unterkiefermuskel der Unterlippe, musc. mandibulo-labialis *(musc. depressor labii inferioris)*.

47. Der Kinnmuskel, musc. mentalis *(musc. levator ment.)*.

c) Die Muskeln der Backen.

48. Der Thränenbeinmuskel der Backe, musc. lacrymo-malaris *(musc. malaris hom.)*.

49. Der Backenmuskel, musc. buccinatorius.

d) Die Kaumuskeln.

50. Der Jochmuskel des Unterkiefers, musc. zygomatico-mandibularis *(musc. masseter)*.

51. Der Flügelmuskel des Unterkiefers, musc. pterygo-mandibularis *(musc. pterygoideus)*.

52. Der Schläfenmuskel des Unterkiefers, musc. temporo-mandibularis *(musc. temporalis)*.

53. Der laterale Drosselmuskel des Unterkiefers, musc. jugo-mandibularis lateralis *(musc. biventer maxillae inf. hom.)*.

54. Der mediale Drosselmuskel des Unterkiefers, musc. jugo-mandibularis medialis.

III. Die Muskeln der Rippen.

(Die Athmungsmuskeln.)

A. Die Rückenmuskeln der Rippen.

a) Obere Schicht.

55. Der obere Rückenmuskel der Rippen, musc. dorso-costalis superior *(musc. serratus posticus)*.

b) Tiefe Schicht.

56. Der gemeinschaftliche Rückenmuskel der Rippen, musc. dorso-costalis communis *(musc. iliocostalis)*.

57. Der tiefe Rückenmuskel der Rippen, musc. dorso-costalis profundus *(musc. levatores costarum)*.

B. Die Zwischenrippenmuskeln.

58. Die äusseren und inneren Zwischenrippenmuskeln, mm. intercostales externi et interni.

59. Der Quermuskel der Rippen, musc. transversus costarum.

C. Die Bauchmuskeln der Rippen.

60. Der laterale Bauchmuskel der Rippen, musc. ventro-costalis lateralis *(musc. obliquus abdominis externus)*.

61. Der mediale Bauchmuskel der Rippen, musc. ventro-costalis medialis *(musc. rectus abdominis)*.

62. Der Darmbeinmuskel der Rippen, musc. ilio-costalis *(musc. obliquus abdominus internus)*.

63. Der quere Bauchmuskel der Rippen, musc. ventro-costalis transversus *(musc. transversus abdominis)*.

D. Die Rippenmuskeln der Brust- und Bauchhöhle.

64. Der Brustbeinmuskel der Rippen, musc. sterno-costalis *(musc. triangularis sterni)*.

65. Das Zwerchfell, musc. lumbo-sterno-costalis *(diaphragma)*.

IV. Die Muskeln des Vordergliedes.

A. Die Halsmuskeln des Vordergliedes.

66. Der Nackenmuskel des Buges, musc. cervico-armalis *(musc. sterno-cleido-mastoideus hom.)*.

67. Der oberflächliche Nackenmuskel der Schulter, musc. cervico-scapularis superficialis *(musc. cucullaris pars anterior)*.

68. Der tiefe Nackenmuskel der Schulter, musc. cervico-scapularis profundus *(musc. levator anguli scapulae)*.

69. Der Halswirbelmuskel der Schulter, musc. trachelo-subscapularis *(musc. serratus anticus superior)*.

B. Die Rückenmuskeln des Vordergliedes.

70. Der oberflächliche Widerristmuskel der Schulter, musc. dorso-scapularis superficialis *(musc. cucullaris pars posterior)*.

71. Der tiefe Widerristmuskel der Schulter, musc. dorso-subscapularis *(musc. rhomboideus major)*.

72. Der Rückenmuskel des Oberarmes, musc. dorso-humeralis *(musc. latissimus dorsi)*.

C. Die Rippen- und Brustmuskeln des Vordergliedes.

a) Der hintere Drehmuskel der Schulter.

73. Der Rippenmuskel der Schulter, musc. costo-subscapularis *(musc. serratus anticus inferior)*.

b) Die Einwärtsführer des Vordergliedes.

74. Der Brustbeinmuskel des Oberarmes, musc. sterno-humeralis *(musc. pectoralis major pars anterior)*.

75. Der Brustbeinmuskel des Unterarmes, musc. sterno-brachialis *(musc. pectoralis major pars posterior)*.

76. Der Brustbeinmuskel des Buges, musc. sterno-armalis *(musc. pectoralis minoris pars inferior)*.

77. Der Brustbeinmuskel der Schulter, musc. sterno-scapularis *(musc. pectoralis minoris pars superior)*.

D. Die Schultermuskeln des Oberarmes.

a) Die Feststeller des Buggelenkes.

78. Der Vordergrätenmuskel, musc. supraspinatus.

79. Der tiefe Hintergrätenmuskel, musc. infraspinatus profundus *(musc. infraspinatus hom.)*.

80. Der Unterschultermuskel, musc. subscapularis.

81. Der Schulterhakenmuskel, musc. coraco-humeralis *(musc. coraco-brachialis)*.

b) Die Auswärtsführer des Vordergliedes.

82. Der oberflächliche Hintergrätenmuskel, musc. infraspinatus superficialis *(musc. deltoïdei pars posterior)*.

83. Der hintere obere Schultermuskel des Oberarmes, musc. omo-humeralis posticus superior *(musc. teres major)*.

84. Der hintere untere Schultermuskel des Oberarmes, musc. omo-humeralis posticus inferior *(musc. teres minor)*.

E. Die Muskeln des Unterarmes.

a) Die Beuger des Unterarmes.

85. Der Schultermuskel der Speiche, musc. omo-radialis *(musc. biceps brachii)*.

86. Der Oberarmmuskel der Speiche, musc. humero-radialis *(musc. brachialis internus)*.

b) Die Strecker des Unterarmes.

87. Der grosse Schultermuskel des Ellenbogens, musc. omo-anconaeus magnus *(musc. anconaeus longus)*.

88. Der laterale Oberarmmuskel des Ellenbogens, musc. humero-anconaeus lateralis *(musc. anconaeus externus)*.

89. Der mediale Oberarmmuskel des Ellenbogens, musc. humero-anconaeus medialis *(musc. anconaeus internus)*.

90. Der hintere Oberarmmuskel des Ellenbogens, musc. humero-anconaeus posterior *(musc. anconaeus parvus)*.

91. Der lange Schultermuskel des Ellenbogens, musc. omo-anconaeus longus *(musc. extensor cubiti longus)*.

F. Die Muskeln des Vorderkniegelenkes.

a) Die Beuger des Vorderkniegelenkes.

92. Der laterale Oberarmmuskel des Hakenbeines, musc. humero-carpalis lateralis *(musc. extensor carpi ulnaris)*.

93. Der mediale Oberarmmuskel des Hakenbeines, musc. humero-carpalis medialis *(musc. flexor carpi ulnaris)*.

94. Der mediale Oberarmmuskel des Mittelfusses, musc. humero-metacarpalis medialis *(musc. flexor carpi radialis)*.

b) Die Strecker des Vorderkniegelenkes.

95. Der vordere Oberarmmuskel des Mittelfusses, musc. humero-metacarpalis anterior *(musc. extensor carpi radialis longus)*.

96. Der Unterarmmuskel des Mittelfusses, musc. brachio-metacarpalis medius *(musc. abductor pollicis longus)*.

G. Die Muskeln der Vorderzehen.

a) Die Beuger der Vorderzehen.

97. Der hintere oberflächliche Armmuskel der Zehen, musc. brachio-phalangeus posticus superficialis (der oberflächliche Zehenbeuger, *musc. flexor digitorum sublimis)*.

98. Der hintere tiefe Armmuskel der Zehen, musc. brachio-phalangeus posticus profundus (der tiefe Zehenbeuger, *musc. flexor digitorum profundus)*.

98.* Der Vorder-Mittelfussmuskel der Sesambeine, musc. metacarpo-sesamoidalis *(musc. interosseus medius hom.)*.

b) Die Strecker der Vorderzehen.

99. Der laterale Ellenbogenmuskel der Zehen, musc. cubito-phalangeus lateralis *(musc. extensor digiti minimi hom.)*.

100. Der vordere Armmuskel der Zehen, musc. brachio-phalangeus anterior *(musc. extensor digitorum communis)*.

V. Die Muskeln des Hintergliedes.

A. Die äusseren und die lateralen Hüftbeinmuskeln des Hintergliedes (die Streckmuskeln des Schenkels).

a) Der Spanner der Oberschenkelbinde.

101. Der laterale Darmbeinmuskel des Oberschenkels, musc. ilio-femoralis lateralis *(musc. tensor fasciae latae)*.

b) Die Kruppenmuskeln.

102. Der Rücken-Darmbeinmuskel des Oberschenkels, musc. dorso-ilio-femoralis *(musc. glutaeus medius)*.

103. Der obere Darmbeinmuskel des Oberschenkels, musc. ilio-femoralis superior *(musc. glutaeus maximus)*.

104. Der untere Darmbeinmuskel des Oberschenkels, musc. ilio-femoralis inferior *(musc. glutaeus minimus)*.

c) Die Hosenmuskeln.

105. Der laterale Kreuz-Sitzbeinmuskel des Schenkels, musc. sacro-ischio-cruralis lateralis *(musc. biceps femoris)*.

106. Der mediale Kreuz-Sitzbeinmuskel des Schenkels, musc. sacro-ischio-cruralis medialis *(musc. semitendinosus)*.

107. Der hintere Gesässbeinmuskel des Schenkels, musc. ischio-cruralis posterior *(musc. semimembranosus)*.

108. Der tiefe Gesässbeinmuskel des Oberschenkels, musc. ischio-femoralis profundus *(musc. quadratus femoris)*.

B. Die inneren und die medialen Hüftbeinmuskeln des Hintergliedes.

a) Die Einwärtsführer des Hintergliedes.

109. Der Lendenmuskel des Schenkels, musc. lumbo-cruralis *(musc. sartorius)*.

110. Der Scham-Sitzbeinmuskel des Schenkels, musc. pubo-ischio-cruralis *(musc. gracilis)*.

111. Der vordere Schambeinmuskel des Oberschenkels, musc. pubo-femoralis anterior *(musc. pectineus)*.

112. Der hintere Schambeinmuskel des Oberschenkels, musc. pubo-femoralis posterior *(musc. adductor longus)*.

113. Der vordere Gesässbeinmuskel des Schenkels, musc. ischio-cruralis anterior *(musc. adductor magnus)*.

b) Die Auswärtsführer des Hintergliedes.

114. Der äussere Verstopfungsmuskel des Oberschenkels, musc. obturator externus.

115. Der Kreuzbeinmuskel des Oberschenkels, musc. sacro-femoralis *(musc. pyriformis)*.

116. Der innere Verstopfungsmuskel des Oberschenkels, musc. obturator internus.

c) Der Beuger des Oberschenkels.

117. Der Bauch-Darmbeinmuskel des Oberschenkels, musc. ventro-ilio-femoralis *(musc. iliopsoas)*.

C. Die Muskeln des Hinterkniegelenkes.

a) Der Strecker des Hinterkniegelenkes.

118. Der Oberschenkelmuskel der Kniescheibe, musc. femoro-patellaris *(musc. extensor cruris quadriceps)*.

b) Der Beuger des Hinterkniegelenkes.

119. Der Kniekehlenmuskel, musc. popliteus.

D. Die Muskeln des Sprunggelenkes.

a) Der Beuger des Sprunggelenkes.

120. Der Schenkelmuskel des Mittelfusses, musc. cruro-metatarsalis *(musc. tibialis anticus)*.

b) Die Strecker des Sprunggelenkes.

121. Der Oberschenkelmuskel des Fersenbeines, musc. femoro-calcaneus *(musc. gastrocnemius)*.

122. Der Wadenbeinmuskel des Fersenbeines, musc. fibulo-calcaneus *(musc. soleus)*.

E. Die Muskeln der Hinterzehen.

a) Die Beuger der Hinterzehen.

123. Der hintere Oberschenkelmuskel der Zehen, musc. femoro-phalangeus posterior (der oberflächliche Zehenbeuger, *musc. flexor digitorum sublimis)*.

124. Der hintere Unterschenkelmuskel der Zehen, musc. cruro-phalangeus posterior (der tiefe Zehenbeuger, *musc. flexor digitorum profundus)*.

124.* Der Hinter-Mittelfussmuskel der Sesambeine, musc. metatarso-sesamodalis *(musc. interosseus medius hom.)*.

b) Die Strecker der Hinterzehen.

125. Der vordere Oberschenkelmuskel der Zehen, musc. femoro-phalangeus anterior (der vordere Zehenstrecker, *musc. extensor digitorum longus)*.

126. Der laterale Unterschenkelmuskel der Zehen, musc. cruro-phalangeus lateralis (der laterale Zehenstrecker, *musc. peronaeus longus)*.

127. Der Rollbeinmuskel der Zehen, musc. talo-phalangeus (der kurze Zehenstrecker, *musc. extensor digitorum brevis)*.

Siebenzehntes Kapitel.

Das Muskelsystem.

I. Die Muskeln des Rückens und des Schwanzes.

§. 106. Die Muskeln des Rückens.

A. Der Streckmuskel des Rückens.

1. Der gemeinschaftliche Rückgratmuskel, musc. opistothenar *(musc. extensor dorsi communis)*.

Lage: dieser lange und dicke Muskel liegt auf den Querfortsätzen des Kreuzbeines, der Lendenwirbel und der Rückenwirbel, zu beiden Seiten ihrer Dornfortsätze, zum Theile auch auf den Wirbelenden der Rippen. Man unterscheidet eine oberflächliche Schicht dieses Muskels, der als langer Rückenmuskel *(musc.*

longissimus dorsi) unterschieden wird, und eine tiefe Schicht, die aus dem Dornmuskel *(musc. spinalis-dorsi)* und dem Querdornmuskel *(musc. transverso-spinalis)* besteht. In der That bilden diese drei unterschiedenen Muskeln eine einzige Masse, die nur nach künstlicher Trennung verschiedene Schichten erkennen lässt.

Ursprung: von den Dornfortsätzen und den Flügelfortsätzen des Kreuzbeines, vom Vorderrande des Darmbeines, von den Muskelfortsätzen der Lendenwirbel und Rückenwirbel, sowie zum Theile von den Winkeln der Rippen. Von der Ursprungstelle beginnt der Muskel mit einem starken Sehnenblatte, das zu beiden Seiten der Dornfortsätze des Kreuzbeines und der Lendenwirbel befestigt ist.

Ansatz: an die Querfortsätze und die Dornfortsätze fast sämmtlicher Lendenwirbel und Rückenwirbel, sowie der unteren Halswirbel; der Muskel setzt sich an dieselben Theile der vorderen Wirbel an, von welchen er an den hinteren Wirbeln entspringt.

Wirkung: er streckt den Rücken und hebt bei festgestellten Hintergliedern das Vordertheil des Rumpfes (beim Bäumen und Galopiren), bei festgestellten Vordergliedern und gesenktem Halse das Hintertheil des Rumpfes (beim Hintenausschlagen); bei einseitiger Wirkung krümmt er den Rücken seitwärts.

Die Fortsetzung dieses Muskels am Nacken bilden die Strecker des Nackens (§. 108).

B. Der Beugemuskel des Rückens.

2. Der Lendenmuskel des Schambeines, musc. lumbopubalis *(musc. psoas parvus)*.

Lage: er liegt in der Bauchhöhle, unmittelbar an den Körpern des letzten Brustwirbels bis letzten Lendenwirbels, bedeckt vom Bauchfell.

Ursprung: vom Körper des vorletzten oder drittletzten Brustwirbels und des ersten bis vorletzten Lendenwirbels.

Ansatz: mit einer starken Sehne an das laterale Ende des Schambeinkammes.

Wirkung: er beugt den Rücken, indem er die Lendenwirbelsäule nach abwärts zum Becken und dieses nach aufwärts zur Lende zieht. Der Muskel tritt beim Erheben des Thieres vom Boden in Wirkung.

§. 107. *Die Muskeln des Schwanzes.*

a) Die Heber des Schwanzes.

3. Der äussere laterale und mediale Kreuzbeinmuskel des Schwanzes, musc. sacro-caudalis externus lateralis et medialis *(musc. levator caudae longus et brevis)*.

Lage: sie bedecken die Rückenfläche des Schwanzes; der kürzere Muskel liegt medianwärts, der längere lateralwärts.

Ursprung: von den Querfortsätzen und Dornfortsätzen des Kreuzbeines (wo er in Verbindung steht mit dem gemeinschaftlichen Rückenstrecker) und von den oberen Schwanzwirbeln.

Ansatz: an den fünften bis letzten Schwanzwirbel.

Wirkung: sie heben den Schwanz; durch ihre Verbindung mit dem gemeinschaftlichen Rückenstrecker wird, wenn dieser in Wirkung tritt, der Schwanz getragen. Das geschieht bei Pferden mit kräftig entwickelten Rückenstreckmuskeln schon bei rascheren Gangarten; man bezeichnet solche Pferde als „Schweifträger", und ist die gehobene Haltung des Schweifes ein Zeichen für die kräftige Entwicklung der Rückenstreckmuskeln.

b) Die Niederzieher des Schwanzes.

4. Der innere laterale und mediale Kreuzbeinmuskel des Schwanzes, musc. sacro-caudalis internus lateralis et medialis *(musc. depressor caudae longus et brevis)*.

Lage: sie liegen an der Bauchfläche der Schwanzwurzel, der längere lateralwärts, der kürzere medianwärts.

Ursprung: von der Bauchfläche des zweiten bis letzten Kreuzwirbels und des ersten bis vierten Schwanzwirbels.

Ansatz: an die Bauchfläche jedes Schwanzwirbels bis zur Spitze des Schwanzes.

Wirkung: sie ziehen den Schwanz abwärts, bei einseitiger Wirkung seitwärts.

c) Der Seitwärtszieher des Schwanzes.

5. Der Gesässbeinmuskel des Schwanzes, musc. ischio-caudalis *(musc. coccygeus)*.

Lage: zu beiden Seiten der Schwanzwurzel.

Ursprung: von der Innenfläche des breiten Beckenbandes und vom Gesässbein.

Ansatz: an die Querfortsätze des ersten bis vierten Schwanzwirbels.

Wirkung: bei einseitiger Wirkung zieht er den Schwanz seitwärts, bei beiderseitiger Wirkung drückt er ihn an den After.

II. Die Muskeln des Halses und des Kopfes.

§. 108. Die Streckmuskeln des Nackens.

a) Oberflächliche Schicht der Nackenstrecker.

6. Der Widerristmuskel des Nackens, musc. dorsocervicalis *(musc. splenius cervicis)*.

Lage: auf der Nackenfläche des Halses zu beiden Seiten des Nackenbandes; er ist nach unten-hinten bedeckt vom Nackenmuskel der Schulter, vom Halsmuskel der Schulter und vom oberflächlichen Widerristmuskel der Schulter.

Ursprung: von den Dornfortsätzen der 5 ersten Rückenwirbel und vom Nackenbande.

Ansatz: an die Querfortsätze des 5., 4. und 3. Halswirbels und mit breitem Sehnenbande an die untere Nackenlinie, sowie an die Nackenfläche der Hinterhauptschuppe.

Wirkung: er streckt den Nacken; bei einseitiger Wirkung krümmt er den Hals seitwärts.

7. Der mediale Rückgratmuskel des Nackens, musc. opistothenar medialis cervicis *(musc. longissimus capitis)*.

Lage: unter dem vorigen und etwas lateralwärts.

Ursprung: von den Rauhigkeiten des 3. Rückenwirbels bis 3. Halswirbels.

Ansatz: an den Warzenfortsatz des Felsenbeines.

Wirkung: wie der folgende.

8. Der laterale Rückgratmuskel des Nackens, musc. opistothenar lateralis cervicis *(musc. longissimus s. transversalis cervicis)*.

Lage: lateralwärts vom vorigen.

Ursprung: von den Rauhigkeiten der 7 ersten Rückenwirbel.

Ansatz: an die Querfortsätze der Halswirbel.

Beide Muskeln bilden die Fortsetzung der oberflächlichen Schicht *(musc. longissimus dorsi)* des gemeinschaftlichen Rückgratmuskels.

b) Tiefe Schicht der Nackenstrecker.

9. Der Querdornmuskel des Nackens, musc. transverso-spinalis cervicis *(musc. multifidus colli et complexus major)*.

Lage: unter dem Widerristmuskel des Nackens, zu beiden Seiten des Nackenbandes; er bildet die Fortsetzung der tiefen Schicht *(musc. transverso-spinalis dorsi)* des gemeinschaftlichen Rückgratmuskels.

Ursprung: von den Rauhigkeiten der 7 ersten Rückenwirbel und der 6 letzten Halswirbel.

Ansatz: zu beiden Seiten der medianen Nackenlinie der Hinterhauptschuppe.

Wirkung: er streckt Nacken und Kopf; bei einseitiger Wirkung zieht er beide seitwärts.

10. Der Dornmuskel des Nackens, musc. spinalis cervicis.

Lage: auf den oberen Bögen der Halswirbel, zu beiden Seiten des Nackenbandes, bedeckt von dem vorigen; er bildet die Fortsetzung der tiefen Schicht *(musc. spinalis dorsi)* des gemeinschaftlichen Rückgratmuskels.

Ursprung: von dem Sehnenblatte des gemeinschaftlichen Rückgratmuskels und von den Dornfortsätzen der Rückenwirbel.

Ansatz: an die Dornfortsätze (dorsale Kämme) des 7. bis 3. Halswirbels.

Wirkung: er streckt den Nacken.

11. Der Axenmuskel des Hinterhauptes, musc. epistropheo-occipitalis *(musc. rectus capitis posticus major et complexus minor)*.

Lage: auf der Nackenfläche des Kopfes und der Rückenfläche des 1. und 2. Halswirbels.

Ursprung: vom Kamme des 2. Halswirbels (der Axe).

Ansatz: an die Nackenfläche des Kopfes, seitwärts der medianen Nackenlinie.

Wirkung: er streckt den Kopf.

12. Der mediale Trägermuskel des Hinterhauptes, musc. atlantico-occipitalis medialis *(musc. rectus capitis posticus minor)*.

Lage: unter dem vorigen.

Ursprung: vom oberen Bogen des 1. Halswirbels (des Trägers).

Ansatz: oberhalb des Gelenkfortsatzes vom Hinterhauptbeine.

Wirkung: er streckt den Kopf und spannt das Kapselband.

13. Der Axenmuskel des Trägers, musc. epistropheo-atlanticus *(musc. obliquus capitis inferior)*.

Lage: lateralwärts von den vorigen.

Ursprung: vom Kamme und von den hinteren Gelenkfortsätzen des 2. Halswirbels.

Ansatz: an den lateralen Rand des Flügelfortsatzes vom 1. Halswirbel.

Wirkung: er bewegt den Hals seitwärts und bewirkt die Drehung zwischen dem 1. und 2. Halswirbel.

14. Der laterale Trägermuskel des Hinterhauptes, musc. atlantico-occipitalis lateralis *(musc. obliquus capitis superior)*.

Lage: lateralwärts vom medialen Trägermuskel des Hinterhauptes, über den vorigen.

Ursprung: vom vorderen oberen Rande des Flügelfortsatzes vom 1. Halswirbel.

Ansatz: an den lateralen Umfang des Seitentheiles vom Hinterhauptbeine.

Wirkung: er bewegt den Hals seitwärts.

§. 109. Die Beugemuskeln des Halses und des Kopfes.

a) Die oberflächliche Schicht der Hals- und Kopfbeuger.

15. Der Brustbeinmuskel des Unterkiefers, musc. sterno-mandibularis *(musc. sterno-maxillaris s. sterno-cleido-mastoideus hominis)*.

Lage: am vorderen lateralen Umfange des Halses, lateralwärts der Luftröhre und medianwärts vom Nackenmuskel des Buges, der ihn nach unten bedeckt.

Ursprung: gemeinsam mit dem der anderen Seite vom Schnabelknorpel des Brustbeines.

Ansatz: an den Ganaschenwinkel des Unterkiefers, mit langer Sehne, die von der Ohrspeicheldrüse bedeckt wird.

Wirkung: bei festgestelltem Unterkiefer beugt er Kopf und Hals; er zieht den Unterkiefer nach abwärts und bei einseitiger Wirkung seitwärts.

b) Die tiefe Schicht der Hals- und Kopfbeuger.

16. Der Rippenmuskel des Nackens, musc. costo-cervicalis *(musc. scalenus)*.

Lage: zwischen der ersten Rippe und den Seiten des Halses, bedeckt vom Nackenmuskel des Buges.

Ursprung: von der ersten Rippe.

Ansatz: mit einem grösseren lateralen Muskelbauche an die Querfortsätze des 6. bis 4. Halswirbels, mit einem kleineren medialen Muskelbauche an den Querfortsatz des 7. Halswirbels.

Wirkung: er beugt den Hals, bei festgestelltem Halse hebt er die erste Rippe; bei einseitiger Wirkung bewegt er den Hals seitwärts.

17. Der Brustbeinmuskel des Trägers, musc. sterno-atlanticus *(musc. longus colli)*.

Lage: an der unteren Fläche der ersten 5 Brustwirbel und an der unteren vorderen Fläche sämmtlicher Halswirbel.

Ursprung: von den Körpern des 5. und 6. Brustwirbels und den Querfortsätzen der Halswirbel; die Muskelbündel beider Seiten vereinigen sich in der Mittellinie des Halses.

Ansatz: an die Beule des 1. Halswirbels.

Wirkung: er beugt den Hals.

18. Der Halsmuskel des Grundbeines, musc. trachelo-basilaris *(musc. rectus capitis anticus major)*.

Lage: oberwärts und lateralwärts vom vorigen.

Ursprung: von den Querfortsätzen des 4. bis 2. Halswirbels.

Ansatz: an den Muskelhöcker des Körpers vom Hinterhauptbeine (des Grundbeines).

Wirkung: er und der folgende beugen den Kopf.

19. Der Trägermuskel des Grundbeines, musc. atlantico-basilaris *(musc. rectus capitis anticus minor)*.

Lage: über dem vorigen, dessen Ursprungsverlängerung er bildet.

Ursprung: vom unteren Bogen des 1. Halswirbels.

Ansatz: an dieselbe Stelle wie der vorige.

20. Der Träger-Drosselmuskel, musc. atlantico-jugularis *(musc. rectus capitis lateralis)*.

Lage: lateralwärts vom vorigen.

Ursprung: vom Querfortsatze des 1. Halswirbels.

Ansatz: an den Drosselfortsatz des Hinterhauptbeines.

Wirkung: er beugt den Kopf und zieht ihn seitwärts.

§. 110. *Die Zungenbeinmuskeln (mittlere Schicht der Halsmuskeln).*

a) Die Kopfmuskeln des Zungenbeines.

21. Der Drosselmuskel des Zungenbeines, musc. jugo-hyoïdeus *(musc. stylo-hyoïdeus)*.

Lage: zwischen dem Drosselfortsatze des Hinterhauptbeines und dem Zungenbeine.

Ursprung: vom Drosselfortsatze des Hinterhauptbeines.

Ansatz: an den Winkel des grossen Zungenbeinastes.

Wirkung: er zieht das Zungenbein nach rückwärts und aufwärts.

22. Der Unterkiefermuskel des Zungenbeines, musc. mylo-hyoïdeus.

Lage: im hinteren Theile des Kehlganges, zwischen beiden Zahnfachästen des Unterkiefers.

Ursprung: beiderseits von den Zahnfachästen des Unterkiefers; die Fasern vereinigen sich in einem medianen Sehnenstreifen.

Ansatz: an den Körper und den Gabelgriff des Zungenbeines.

Wirkung: er hebt das Zungenbein gegen den Kehlgang.

23. Der Kinnmuskel des Zungenbeines, musc. genio-hyoïdeus.

Lage: zwischen dem Kinnwinkel und dem Zungenbeine.

Ursprung: vom Kinnwinkel.

Ansatz: an den Gabelgriff des Zungenbeines.

Wirkung: er zieht das Zungenbein nach vorn.

24. Die Zungenbeinastmuskeln des Zungenbeines, musc. kerato-hyoïdeus major et minor *(musc. stylo-hyoïdeus hom.)*.

Lage: zwischen dem Winkel des grossen und kleinen Zungenbeinastes und den Gabelästen des Zungenbeinkörpers.

Ursprung: vom Winkel des grossen und kleinen Zungenbeinastes.

Ansatz: an die Gabeläste des Zungenbeinkörpers.

Wirkung: sie heben den Zungenbeinkörper.

25. Der Quermuskel des Zungenbeines, musc. hyoïdeus transversus.

Lage, Ursprung und Ansatz: zwischen beiden kleinen Aesten des Zungenbeines.

Wirkung: er hebt den Zungengrund.

b) Die Rumpfmuskeln des Zungenbeines.

26. Der Brustbeinmuskel des Zungenbeines, musc. sterno-hyoïdeus.

Lage: an dem vorderen Umfange der Luftröhre, bedeckt vom Brustbeinmuskel des Unterkiefers.

Ursprung: vom Schnabelknorpel des Brustbeines, beiderseits mit gemeinsamem Kopf; nach kurzem Verlaufe theilt sich der Muskel in einen medialen und einen lateralen Bauch.

Ansatz: die mediale Hälfte setzt sich in der Höhe des 3. Halswirbels jederseits an den Schildknorpel der Luftröhre (Brustbein-Schildmuskel, musc. sterno-thyreoïdeus), die andere Hälfte setzt sich an den Körper des Zungenbeines.

Wirkung: er zieht das Zungenbein abwärts (nach vollbrachtem Schlingen).

27. Der Rippenmuskel des Zungenbeines, musc. costo-hyoïdeus *(musc. omo-hyoïdeus)*.

Lage: lateralwärts vom vorigen; er ist bis zur Höhe des 3. Halswirbels bedeckt vom Nackenmuskel des Buges.

Ursprung: von der 1. Rippe und der Unterschulterblattbinde.

Ansatz: an den Körper und den Gabelgriff des Zungenbeines.

Wirkung: er zieht das Zungenbein und den Schlundkopf nach vollbrachtem Schlingen abwärts.

Die Muskeln, welche vom Zungenbeine zur Zunge verlaufen (die Zungenbeinmuskeln der Zunge) werden in §. 188 beschrieben.

§. 111. *Die Muskeln am Schädel.*

a) Die äusseren Muskeln des Ohres.

28. Der gemeinschaftliche Muskel der Ohrmuschel, musc. auricularis communis *(musc. attrahens hom.)*.

Lage: auf der Stirnplatte und den Scheitelbeinen zwischen beiden Ohren.

Ursprung: vom Scheitelbeinkamme und von der Medianlinie des Stirnbeines.

Ansatz: an den medialen Rand des Ohr-Schildknorpels und an den medialen Umfang der Muschel.

Wirkung: er zieht die Muschel medianwärts und vorwärts und erweitert die Ohrspalte.

Der Schildknorpel des Ohres (cartilago scutiformis) ist eine kleine dreieckige Knorpelplatte, welche dem Schläfenmuskel des Unterkiefers aufliegt; er liegt zwischen den Fasern der Muskeln Nr. 28 und 29 und dient dem Muskel Nr. 35 zum Ursprunge.

29. Der Jochmuskel des Schildes, musc. zygomatico-scutarius.

Lage: vorwärts und abwärts der Ohrmuschel.

Ursprung: vom oberen Rande des Jochbogens.

Ansatz: an den lateralen Rand des Schildknorpels.

Wirkung: er zieht die Ohrmuschel vorwärts, mit auswärts gerichteter Spalte.

30. Der Ohrdrüsenmuskel der Muschel, musc. parotido-auricularis *(musc. depressor auris)*.

Lage: unterhalb der Ohrmuschel auf der Ohrspeicheldrüse.

Ursprung: von der Binde der Ohrspeicheldrüse.

Ansatz: an den Grund der Ohrmuschel.

Wirkung: er zieht die Ohrmuschel abwärts.

31. Der Scheitelbeinmuskel der Muschel, musc. parieto-auricularis *(musc. attollens hom.)*.

Lage: auf dem Scheitelbeine, bedeckt vom gemeinschaftlichen Ohrmuskel.

Ursprung: vom Scheitelkamme.

Ansatz: an den medialen Rand der Muschel.

Wirkung: er zieht die Muschel medianwärts und rückwärts, mit nach auswärts gerichteter Ohrspalte.

32. Der hintere Nackenmuskel der Muschel, musc. cervico-auricularis posterior *(musc. levator auris longus s. retrahens hominis)*.

Lage: auf der Scheitelfläche der Hinterhauptschuppe und auf dem Scheitelbeine.

Ursprung: vom Kamme der Hinterhauptschuppe und vom Nackenbande.

Ansatz: an den medialen hinteren Umfang der Muschel.

Wirkung: er zieht die Ohrmuschel rückwärts, mit nach aussen gerichteter Spalte.

33. Der mittlere Nackenmuskel der Muschel, musc. cervico-auricularis medius *(musc. abductor auris longus)*.

Lage: auf dem Scheitelbeine, zwischen dem vorigen und dem gemeinschaftlichen Ohrmuskel.

Ursprung: vom Kamme des Scheitelbeines, hinter dem gemeinschaftlichen Ohrmuskel.

Ansatz: an den medialen, hinteren Umfang der Muschel.

Wirkung: er zieht die Ohrmuschel rückwärts, mit nach aussen gerichteter Spalte.

34. Der tiefe Nackenmuskel der Muschel, musc. cervico-auricularis profundus *(musc. abductor auris brevis)*.

Lage: unter dem vorigen.

Ursprung, Ansatz und Wirkung: wie der vorige.

35. Der äussere und innere Schildmuskel der Muschel, musc. scuto-auricularis externus et internus *(musc. rotator longus et brevis)*.

Lage: vor der Ohrmuschel.

Ursprung: vom lateralen Rande des Schildknorpels.

Ansatz: an den lateralen Umfang der Ohrmuschel.

Wirkung: er zieht die Ohrmuschel vorwärts und medianwärts.

36. Der Gehörgangmuskel, musc. tragicus.

Lage: an der medialen Seite des äusseren Gehörganges.

Ursprung: vom knöchernen Gehörgange.

Ansatz: an den Grund der Muschel.

Wirkung: er erweitert den äusseren Gehörgang.

b) Die äusseren Muskeln des Auges.

37. Der Kreismuskel der Augenlider, musc. orbicularis palpebrarum.

Lage: er umgibt kreisförmig die Augenhöhle.

Ursprung: vom medialen und lateralen Augenlidbande.

Ansatz: ebendort.

Wirkung: er schliesst die Augenlider.

38. Der Stirnmuskel der Augenlider, musc. fronto-palpebrarum *(musc. corrugator supercilii hom.)*.

Lage: unter der Stirnhaut.

Ursprung: von der Stirnplatte, oberhalb und medianwärts der Augenhöhle.

Ansatz: an den Kreismuskel der Augenlider.

Wirkung: er hebt das obere Augenlid.

§. 112. *Die Muskeln des Gesichtes.*

a) Die Muskeln des Nüstern.

39. Der Oberkiefermuskel des Nüstern, musc. maxillo-nasalis *(musc. pyramidalis nasi)*.

Lage: an der lateralen Wand des Oberkiefers, hinter dem Nüstern; tritt zwischen die beiden Bäuche vom Nasenmuskel der Oberlippe hindurch.

Ursprung: von der Jochleiste des Oberkiefers.

Ansatz: an die Haut des Nüstern und an den Kreismuskel der Lippen.

Wirkung: er erweitert den Nüstern.

40. Der Quermuskel des Nüstern, musc. transversus nasi *(musc. compressor nasi hom.)*.

Lage: zwischen beiden x-förmigen Knorpeln, etwas oberhalb des Nüstern, unter der Ansatzsehne von beiden Oberkiefermuskeln der Oberlippe.

Ursprung: von den konkaven Rändern der beiden x-förmigen Nasenknorpel.

Ansatz: die beiderseitigen Muskelfasern vereinigen sich in der Medianlinie des Gesichtes und setzen sich zum Theile an den Kreismuskel der Lippen.

Wirkung: er erweitert den Nüstern, indem er die beiden x-förmigen Knorpel einander nähert.

41. Der Zwischenkiefermuskel des Nüstern, musc. intermaxillo-nasalis *(musc. dilatator nasi posterior)*.

Lage: auf dem Nasenfortsatze des Zwischenkiefers.

Ursprung: vom genannten Knochen und von der vorderen Spitze des Oberkiefers.

Ansatz: an den Knorpel der oberen und unteren Nasenmuschel.

Wirkung: er erweitert den Nüstern.

b) Die Muskeln der Lippen.

42. Der Kreismuskel der Lippen, musc. orbicularis oris.

Lage: er umgibt die Maulöffnung kreisförmig; bei Schaf und Ziege ist der Muskel in der Medianlinie der Oberlippe gespalten.

Ursprung und Ansatz: mit einer oberen Wurzel vom Nasenfortsatze des Zwischenkiefers, mit einer unteren Wurzel vom Zahnfachrande des Unterkiefers; beide Wurzeln gehen in die kreisförmigen Muskelfasern über, welche sich beiderseits in der Medianlinie vereinigen.

Wirkung: er schliesst und öffnet das Maul und unterstützt das Fassen des Futters.

43. Der Jochmuskel der Lippen, musc. zygomatico-labiarum *(musc. zygomaticus major hom.)*.

Lage: zwischen dem Jochbogen und dem Maulwinkel, unter der Haut der Backe.

Ursprung: vom Vordertheile des Jochbogens und von der Wangenleiste des Oberkiefers.

Ansatz: an die Winkel beider Lippen.

Wirkung: er hebt den Lippenwinkel.

44. Der Stirn-Nasenbeinmuskel der Oberlippe, musc. fronto-naso-labialis *(musc. levator labii superioris alaeque nasi hom.)*.

Lage: zwischen Stirnbein, Nasenbein und Thränenbein und dem Maulwinkel.

Ursprung: vom Nasenfortsatze des Stirnbeines und vom lateralen Rande des Nasenbeines, am inneren Winkel des Kreismuskels der Augenlider.

Ansatz: mit zwei Bäuchen, welche den Oberkiefermuskel des Nüstern zwischen sich fassen, an die Oberlippe, in der Nähe des Maulwinkels.

Wirkung: er hebt die Maulwinkel und die Oberlippe.

45. Der Oberkiefermuskel der Oberlippe, musc. maxillo-labialis *(musc. levator labii superioris proprius)*.

Lage: am Nasenfortsatze des Oberkiefers.

Ursprung: vom Thränenbeinwinkel des Oberkiefers.

Ansatz: mit einer gemeinschaftlichen Sehne, welche über den Quermuskel des Nüstern hinweggeht, an die Oberlippe, unterhalb des Nüstern, beziehungsweise an den Oberrand des Flozmaules bei den Wiederkäuern.

Wirkung: er hebt die Oberlippe gerade aufwärts.

46. Der Unterkiefermuskel der Unterlippe, musc. mandibulo-labialis *(musc. depressor labii inferioris)*.

Lage: in der Fleischwand der Backen, zur Seite der Backenzähne des Unterkiefers.

Ursprung: vom Schnabelfortsatze des Unterkiefers hinter dem letzten Backzahne des Oberkiefers und des Unterkiefers.

Ansatz: an den Kinnmuskel, wo sich mittelst eines Sehnenblattes die beiderseitigen Muskeln vereinigen.

Wirkung: er zieht die Unterlippe abwärts und hinterwärts.

47. Der Kinnmuskel, musc. mentalis *(musc. levator menti)*.

Lage, Ursprung und Ansatz: an der Kinnfläche des Unterkiefers, wo er mit dem Kreismuskel der Lippe sich vereinigt.

Wirkung: er faltet das Kinn und zieht es abwärts.

c) Die Muskeln der Backen.

48. Der Thränenbeinmuskel der Backe, musc. lacrymomalaris *(musc. malaris hom.)*.

Lage: er bildet den oberen hinteren Theil der Backe.

Ursprung: vom Thränenbeine und vom unteren Umfange des Augen-Kreismuskels.

Ansatz: an die Muskelbinde der Backen.

Wirkung: er hebt die Backen und wirkt dem Brustbeinmuskel des Unterkiefers entgegen.

49. Der Backenmuskel, musc. buccinatorius.

Lage: an der Seitenwand der Backe; er bildet den Seitenverschluss der Maulhöhle.

Ursprung: mit einer oberflächlichen Schicht vom Zwischenzahnrande des Ober- und Unterkiefers, mit einer tiefen Schicht oberhalb des letzten Backzahnes vom Ober- und Unterkiefer.

Ansatz: beide Schichten vereinigen sich am Maulwinkel und verschmelzen dort mit dem Kreismuskel der Lippen.

Wirkung: er schiebt das zwischen die Zahnreihen und die Backen gelangte Futter in die Maulhöhle zurück und wirkt pressend auf die Backendrüsen.

d) Die Kaumuskeln.

50. Der Jochmuskel des Unterkiefers, musc. zygomatico-mandibularis *(musc. masseter)*.

Lage: auf der lateralen Fläche des Schläfenastes vom Unterkiefer.

Ursprung: vom unteren Rande des Jochbogens und von der Jochleiste des Oberkiefers.

Ansatz: an den Ganaschenwinkel des Unterkiefers.

Wirkung: er presst beim Kauen beide Kiefer zusammen.

51. Der Flügelmuskel des Unterkiefers, musc. pterygo-mandibularis *(musc. pterygoideus)*.

Lage: in der Keilbein-Gaumengrube an der medialen Fläche des Schläfenastes vom Unterkiefer.

Ursprung: vom Nasenflügel des Gaumenbeines und vom Gaumenflügel des Keilbeines.

Ansatz: an den Ganaschenwinkel und den Hinterrand des Schläfenastes vom Unterkiefer.

Wirkung: beiderseitig wirkend schiebt er die Kiefer in der Längsrichtung über einander (Schlittenbewegung), einseitig wirkend schiebt er die Kiefer seitwärts über einander (Mahlbewegung).

52. Der Schläfenmuskel des Unterkiefers, musc. temporo-mandibularis *(musc. temporalis)*.

Lage: er füllt die Oberschläfengrube aus.

Ursprung: von der lateralen Fläche der Schläfenbeinschuppe und von der Innenfläche des Jochbogens.

Ansatz: an den Schnabelfortsatz des Unterkiefers.

Wirkung: er unterstützt den Jochmuskel des Unterkiefers bei der Kaubewegung.

53. Der laterale Drosselmuskel des Unterkiefers, musc. jugo-mandibularis lateralis *(musc. biventer maxillae inferioris hom.)*.

Lage: es ist der oberflächliche, der Haut zunächst liegende zweibauchige Muskel des Kehlganges, der unter dem Drosselmuskel des Zungenbeines liegt. Die beiden Bäuche des Muskels sind in der Längsrichtung durch eine Sehne unterbrochen.

Ursprung: vom Drosselfortsatze des Hinterhauptbeines; die Zwischensehne durchbohrt die Ansatzsehne vom grossen Zungenbeinastmuskel.

Ansatz: mit seinem vorderen Muskelbauche an den unteren Rand des Zahnfachastes vom Unterkiefer.

Wirkung: er zieht den Unterkiefer nach hinten.

54. Der mediale Drosselmuskel des Unterkiefers, musc. jugo-mandibularis medialis (nur beim Pferde).

Lage: medianwärts vom vorigen.

Ursprung: zusammen mit dem vorigen vom Drosselfortsatze des Hinterhauptbeines.

Ansatz: an den Ganaschenwinkel des Unterkiefers.

Wirkung: er zieht den Unterkiefer nach hinten und unterstützt den vorigen.

III. Die Muskeln der Rippen.

§. 113. *Die Athmungsmuskeln.*

A. Die Rückenmuskeln der Rippen.

a) Obere Schicht.

55. Der obere Rückenmuskel der Rippen, musc. dorso-costalis superior *(musc. serratus posticus)*.

Lage: zwischen den Dornfortsätzen der Rückenwirbel und den Rippenwinkeln; er bedeckt den gemeinschaftlichen Rückgratmuskel.

Ursprung: vom äusseren Blatte der Rückenbinde.

Ansatz: mit der vorderen Schicht an den Vorderrand des Wirbelendes der 5. bis 12. Rippe, mit der hinteren Schicht an den Hinterrand des Wirbelendes der 12. bis 18. Rippe (beim Pferde).

Wirkung: er hebt die Rippen und wirkt als Einathmungsmuskel.

b) Tiefe Schicht.

56. Der gemeinschaftliche Rückenmuskel der Rippen, musc. dorso-costalis communis *(musc. iliocostalis)*.

Lage: auf den Rippenwinkeln.

Ursprung: von den Querfortsätzen der Lendenwirbel, zuweilen vom lateralen Darmbeinwinkel und von den Rippenwinkeln.

Ansatz: an die Rippenwinkel (die an den Rippenwinkeln entspringende Muskelzacke befestigt sich wieder an die zweitvordere Rippe) und an die Querfortsätze des 7. und 6. Halswirbels.

Wirkung: er hebt die Rippen und wirkt als Einathmungsmuskel.

57. Der tiefe Rückenmuskel der Rippen, musc. dorso-costalis profundus *(musc. levatores costarum)*.

Lage: zwischen den Rippenwinkeln, bedeckt vom vorigen und dem gemeinschaftlichen Rückgratmuskel.

Ursprung: von den Querfortsätzen der Rückenwirbel.

Ansatz: an den Vorderrand des Winkels der nächsten Rippen.

Wirkung: er hebt die Rippen und wirkt als Einathmungsmuskel.

B. Die Zwischenrippenmuskel.

58. Die äusseren und inneren Zwischenrippenmuskeln, mm. intercostales externi et interni.

Lage: zwischen den Rippen; die äusseren stärkeren verlaufen von vorn-oben nach hinten-unten, die inneren schwächeren von unten-vorn nach oben-hinten.

Ursprung: vom Hinterrande der Rippen.

Ansatz: an den Vorderrand der je nächsten Rippe.

Wirkung: sie nähern die Rippen einander, erweitern den Brustraum und wirken als Einathmungsmuskeln.

59. Der Quermuskel der Rippen, musc. transversus costarum.

Lage: zwischen den Knorpeln der 1. bis 4. Rippe.

Ursprung: von der ersten Rippe hinter dem Rippenmuskel des Nackens.

Ansatz: an die Knorpel der 2. bis 4. Rippe.

Wirkung: er erweitert den Brustraum.

C. Die Bauchmuskeln der Rippen.

60. Der laterale Bauchmuskel der Rippen, musc. ventro-costalis lateralis *(musc. obliquus abdominis externus)*.

Lage: an der unteren Seitenwand der Rippen.

Ursprung: von der Bauchbinde, vom Schambeinkamme und von der Schenkelbinde.

Ansatz: mit den nach vorwärts und aufwärts verlaufenden Fasern an die Seitenwand sämmtlicher falschen Rippen bis zur 6. wahren Rippe; die vorderen Zacken greifen an der 9. bis 6. Rippe zwischen die Zacken des Rippenmuskels der Schulter.

Wirkung: er zieht die Rippen nach auswärts und hinterwärts und erweitert den Brustraum; bei stärkerer Zusammenziehung verengert er die Bauchhöhle, wodurch das Zwerchfell in

die Brusthöhle vorgetrieben und dadurch die Ausathmung befördert wird; durch die Pressung der Bauchmuskeln wird die Entleerung von Harn und Koth, sowie bei weiblichen Thieren die Austreibung der Leibesfrucht bewirkt.

61. Der mediale Bauchmuskel der Rippen, musc. ventro-costalis medialis *(musc. rectus abdominis)*.

Lage: am unteren Umfange des Bauches, zu beiden Seiten der weissen Bauchlinie.

Ursprung: vom Vorderrande des Schambeines; beim Pferde entspringt eine Sehne vom Ausschnitte der Hüftgelenkpfanne (Verstärkungsast des runden Bandes).

Ansatz: an die Knorpeln der 9. bis 4. Rippe und an die untere Fläche des Brustbeines, sowie an dessen Schaufelknorpel.

Wirkung: er zieht den Brustkorb nach hinten abwärts und erweitert den Brustraum; er wirkt ferner in gleicher Weise wie der vorige als Ausathmungsmuskel.

62. Der Darmbeinmuskel der Rippen, musc. ilio-costalis *(musc. obliquus abdominis internus)*.

Lage: in dem Dreieck zwischen dem lateralen Darmbeinhöcker, der hinteren Rippe und der weissen Bauchlinie, grösstentheils bedeckt vom lateralen Bauchmuskel der Rippen.

Ursprung: vom lateralen Darmbeinhöcker.

Ansatz: an die Bauchfläche der letzten fünf Rippen und an die Bauchbinde bis zur weissen Linie.

Wirkung: er zieht den Brustkorb nach hinten und wirkt als Ein- und Ausathmungsmuskel, wie die beiden vorigen.

63. Der quere Bauchmuskel der Rippen, musc. ventro-costalis transversus *(musc. transversus abdominis)*.

Lage: er bildet die Fleischwand zwischen den Rippen und dem Darmbeine und liegt mit seinen querverlaufenden Fasern dem Bauchfelle unmittelbar an.

Ursprung: von der Bauchbinde bis zur weissen Bauchlinie und zum Theile vom Darm- und Schambein.

Ansatz: an die Bauchfläche der Knorpel der letzten wahren und falschen Rippen, an den Schaufelknorpel des Brustbeines und an die Rippenfortsätze der Lendenwirbel.

Wirkung: wie die vorigen Bauchmuskeln; er ist hauptsächlich der pressende Muskel für die Baucheingeweide.

D. Die Rippenmuskeln der Brust- und Bauchhöhle.

64. Der Brustbeinmuskel der Rippen, musc. sterno-costalis *(musc. triangularis sterni)*.

Lage: auf der Brusthöhlenfläche des Brustbeines.

Ursprung: vom medialen inneren Brustbeinbande.

Ansatz: an das laterale Ende der Knorpel der wahren Rippe.

Wirkung: er zieht die wahren Rippen medianwärts und verengert etwas den Brustraum, wirkt also als Ausathmungsmuskel.

65. Das Zwerchfell, musc. lumbo-sterno-costalis *(diaphragma)*.

Lage: zwischen der Brust- und Bauchhöhle, die Scheidewand beider bildend; es besteht aus einem peripherischen fleischigen Theile und einem grösseren zentralen, sehnigen Theile (Zwerchfellspiegel); im Zwerchfelle befinden sich zwei Oeffnungen: die obere, im fleischigen Theile etwas links der Medianlinie gelegen, ist für das Schlundrohr, die untere, im sehnigen Theile etwas rechts der Medianlinie gelegen, ist für die hintere Hohlvene.

Ursprung: das Zwerchfell entspringt von den Körpern der Lendenwirbel mit zwei Muskelpfeilern, welche bis zu ihrer Vereinigung einen Schlitz bilden, durch den die Aorta aus der Brusthöhle in die Bauchhöhle tritt (bei Schweinen auch das Schlundrohr).

Ansatz: mit dem Rippentheile setzt sich das Zwerchfell an die Innenfläche der letzten Rippen, beziehungsweise an die Knorpel der falschen und der letzten wahren Rippen; mit dem Brusttheile: an die Innenfläche des Schaufelknorpels vom Brustbein.

Wirkung: bei seiner Zusammenziehung verflacht sich das Zwerchfell, rückt nach hinterwärts und vergrössert so den Brustraum, wirkt also als Einathmungsmuskel und als Presse auf die Baucheingeweide; bei der Erschlaffung nimmt das Zwerchfell wieder seine in die Brusthöhle vorgewölbte Lage ein, verkleinert so den Brustraum und befördert auf diese Weise passiv die Ausathmung.

IV. Die Muskeln des Vordergliedes.

§. 114. *Die Hals- und Rückenmuskeln des Vordergliedes.*

66. Der Nackenmuskel des Buges, musc. cervico-armalis *(musc. sterno-cleido-mastoideus* des Menschen).

Lage: an der Nackenfläche des Hinterhauptes und an der Seitenfläche des Halses bis zum Buge *(armus);* in seinem Verlaufe liegt er unmittelbar unter dem Hautmuskel.

Ursprung: vom Warzenfortsatze des Felsenbeines und von den Querfortsätzen des 1. bis 4. Halswirbels.

Ansatz: an den äusseren Bugwinkel und den Umdreher des Oberarmbeines.

Wirkung: bei festgestelltem Vordergliede streckt er Hals und Kopf und einseitig wirkend bewegt er beide seitwärts; bei festgestelltem Halse führt er das Buggelenk vorwärts und hebt das Vorderglied.

67. Der oberflächliche Nackenmuskel der Schulter, musc. cervico-scapularis superficialis *(musc. cucullaris pars anterior).*

Lage: unmittelbar unter dem Hautmuskel bildet er ein dreieckiges dünnes Muskelblatt zwischen dem Nacken und dem Schulterkamm.

Ursprung: vom Nackenbande in der Höhe des 2. Halswirbels bis zum 3. Rückenwirbel.

Ansatz: an den Kamm des Schulterblattes und an die Schulterbinde.

Wirkung: er hebt das Schulterblatt nach oben-vorn.

68. Der tiefe Nackenmuskel der Schulter, musc. cervico-scapularis profundus *(musc. levator anguli scapulae).*

Lage: zu beiden Seiten des Nackenbandes, unter dem vorigen.

Ursprung: vom Nackenbande in der Höhe des 2. Halswirbels.

Ansatz: an die mediale Fläche des Schulterblattknorpels und an dessen Nackenwinkel.

Wirkung: bei festgestelltem Nacken zieht er den Nackenwinkel des Schulterblattes nach vorn-oben; bei festgestelltem Vordergliede streckt er den Hals, und bei einseitiger Wirkung dreht er ihn seitwärts.

69. Der Halswirbelmuskel der Schulter, musc. trachelo-subscapularis *(musc. serratus anticus superior)*.

Lage: an der Seitenfläche des Halses, zwischen dem Nackenmuskel des Buges und dem vorigen, zum Theile bedeckt vom oberflächlichen Nackenmuskel der Schulter.

Ursprung: von den Querfortsätzen des 3. bis 7. Halswirbels.

Ansatz: an das vordere obere Dreieck der medialen Fläche des Schulterblattes.

Wirkung: bei festgestelltem Nacken zieht er den Nackenwinkel des Schulterblattes nach vorn und schiebt dadurch den Oberarm nach rückwärts, bei festgestelltem Vordergliede wirkt er wie der vorige; er ist der vordere Drehmuskel der Schulter und der Antagonist des Rippenmuskels der Schulter (Nr. 73).

70. Der oberflächliche Widerristmuskel der Schulter, musc. dorso-scapularis superficialis *(musc. cucullaris pars posterior)*.

Lage: seitwärts vom Widerriste; er stellt den hinteren Theil dar des oberflächlichen Nackenmuskels der Schulter (beide zusammen bilden den sogenannten Kapuzenmuskel).

Ursprung: von der Rückenbinde am Widerriste.

Ansatz: an den oberen Theil des Schulterkammes.

Wirkung: er hebt die Schulter und zieht sie etwas rückwärts.

71. Der tiefe Widerristmuskel der Schulter, musc. dorso-subscapularis *(musc. rhomboideus major)*.

Lage: unter dem vorigen, hinter dem tiefen Nackenmuskel der Schulter.

Ursprung: von der Rückenbinde am Widerriste.

Ansatz: an die mediale Fläche des Schulterblattknorpels.

Wirkung: wie der vorige.

72. Der Rückenmuskel des Oberarmes, musc. dorso-humeralis *(musc. latissimus dorsi)*.

Lage: am Rücken und an der oberen Seitenwand der Rippen bis zum Oberarme unmittelbar unter dem Hautmuskel.

Ursprung: von der Rückenbinde in der Höhe der 13. Rippe.

Ansatz: an den medialen Umfang des Oberarmbeines.

Wirkung: bei festgestelltem Rücken führt er den Oberarm und das Buggelenk nach rückwärts; bei festgestelltem Vordergliede zieht er den Rumpf zwischen die Vorderbeine.

§. 115. *Die Rippen- und Brustmuskeln des Vordergliedes.*

a) Der hintere Drehmuskel der Schulter.

73. Der Rippenmuskel der Schulter, musc. costo-subscapularis *(musc. serratus anticus inferior)*.

Lage: an der Seitenwand der wahren Rippen bis zum Nackenwinkel des Schulterblattes.

Ursprung: von den ersten 8 Rippen; die Ursprungzacken greifen zwischen die Ansatzzacken des lateralen Bauchmuskels der Rippen ein.

Ansatz: an das Dreieck auf der medialen Fläche des Schulterblattes am Rückenwinkel.

Wirkung: er zieht den Rückenwinkel des Schulterblattes nach hinten-abwärts und bei festgestelltem Vordergliede kann er die Rippen heben und so den Brustraum erweitern; er ist der hintere Drehmuskel der Schulter und Antagonist des Halswirbelmuskels der Schulter (Nr. 69).

b) Die Einwärtsführer des Vordergliedes.

74. Der Brustbeinmuskel des Oberarmes, musc. sternohumeralis *(musc. pectoralis major pars anterior)*.

Lage und Ursprung: zu beiden Seiten des Brustbeinschnabels, unmittelbar unter dem Hautmuskel; zwischen ihm und dem Nackenmuskel des Buges bleibt die sogenannte Brustgrube, in welcher Blutgefässe und Lymphdrüsen liegen.

Ansatz: oberhalb des Umdrehers, an die Ansatzstelle des Nackenmuskels des Buges.

Wirkung: er führt das Vorderglied nach einwärts.

75. Der Brustbeinmuskel des Unterarmes, musc. sternobrachialis *(musc. pectoralis majoris pars posterior)*.

Lage und Ursprung: hinter dem vorigen, zu beiden Seiten des Brustbeinkammes.

Ansatz: an die Unterarmbinde unter dem Ellenbogengelenk.

Wirkung: er führt das Vorderglied nach einwärts.

76. Der Brustbeinmuskel des Buges, musc. sternoarmalis *(musc. pectoralis minoris pars inferior)*.

Lage: an der unteren und seitlichen Brustwand bis zum Buggelenk.

Ursprung: vom Schaufelknorpel des Brustbeines und von beiden Seiten des Brustbeinkammes.

Ansatz: an die mediale Seite des Buggelenkes und an die mediale Rolle des Oberarmbeines.

Wirkung: er führt das Vorderglied medianwärts und rückwärts; bei festgestelltem Vordergliede zieht er den Rumpf zwischen die Vorderbeine.

77. Der Brustbeinmuskel der Schulter, musc. sternoscapularis *(musc. pectoralis minoris pars superior)*.

Lage: am Vorderrande des Schulterblattes.

Ursprung: von der unteren Fläche des Brustbeines und von den Knorpeln der 1. bis 4. Rippe.

Ansatz: an den Vorderrand des Schulterblattes unter dessen Nackenwinkel.

Wirkung: er zieht die Schulter vorwärts, abwärts und etwas einwärts.

§. 116. *Die Schultermuskeln des Oberarmes.*

a) Die Feststeller des Buggelenkes.

78. Der Vordergrätenmuskel, musc. supraspinatus.

Lage und Ursprung: in der vorderen Grätengrube des Schulterblattes.

Ansatz: an den medialen und lateralen Rollfortsatz des Oberarmbeines mit zwei Aesten, welche die Sehne vom Schultermuskel der Speiche zwischen sich fassen.

Wirkung: er stellt das Buggelenk fest und zieht es beim Rückwärtstreten nach hinten.

79. Der tiefe Hintergrätenmuskel, musc. infraspinatus profundus *(musc. infraspinatus hom.)*.

Lage und Ursprung: in der hinteren Grätengrube des Schulterblattes.

Ansatz: mit zwei Aesten an den lateralen Rollfortsatz und den lateralen Muskelhöcker des Oberarmbeines.

Wirkung: wie der vorige.

80. Der Unterschultermuskel, musc. subscapularis.

Lage und Ursprung: an der medialen Fläche des Schulterblattes (Unterschulterblattgrube).

Ansatz: an den medialen Muskelhöcker des Oberarmbeines.

Wirkung: wie die vorigen.

81. Der Schulterhakenmuskel des Oberarmes, musc. coraco-humeralis *(musc. coraco-brachialis)*.

Lage und Ursprung: am Schulterhaken zwischen dem Vordergräten- und dem Unterschultermuskel.

Ansatz: an die Vorderfläche des Oberarmbeines.

Wirkung: er stellt das Buggelenk fest und zieht den Bug vorwärts und medianwärts.

b) Die Auswärtsführer des Vordergliedes.

82. Der oberflächliche Hintergrätenmuskel, musc. infraspinatus superficialis *(musc. deltoïdei pars posterior)*.

Lage: er bedeckt den tiefen Hintergrätenmuskel.

Ursprung: vom Hinterrande des Schulterkammes.

Ansatz: an den Umdreher des Oberarmbeines.

Wirkung: er führt den Bug nach auswärts.

83. Der hintere obere Schultermuskel des Oberarmes, musc. omo-humeralis posticus superior *(musc. teres major)*.

Lage und Ursprung: am hinteren Rande des Schulterblattes unter dem Rückenwinkel und zum Theile an der Unterschulterfläche.

Ansatz: an die Narbe oberhalb des Umdrehers vom Oberarmbein.

Wirkung: wie der vorige.

84. Der hintere untere Schultermuskel des Oberarmes, musc. omo-humeralis posticus inferior *(musc. teres minor)*.

Lage und Ursprung: unter dem vorigen am hinteren Rande des Schulterblattes, bedeckt vom oberflächlichen Hintergrätenmuskel.

Ansatz: oberhalb des Umdrehers vom Oberarmbein.

Wirkung: wie die vorigen.

§. 117. *Die Muskeln des Unterarmes.*

a) Die Beuger des Unterarmes.

85. Der Schultermuskel der Speiche, musc. omo-radialis *(musc. biceps brachii)*.

Lage: auf der Vorderfläche des Oberarmbeines.

Ursprung: von der Beule und vom Haken des Schulterblattes, bedeckt vom Nackenmuskel des Buges.

Ansatz: an die Beule der Speiche.

Wirkung: er beugt das Ellenbogengelenk.

86. Der Oberarmmuskel der Speiche, musc. humero-radialis *(musc. brachialis internus)*.

Lage: er windet sich von der Hinterfläche des Oberarmbeines um den lateralen Rand auf die Vorderfläche desselben.

Ursprung: vom medialen Umfange des Halses vom Oberarmbein.

Ansatz: an den medialen Rand der Speiche, unterhalb des Ellenbogengelenkes.

Wirkung: wie der vorige.

b) Die Strecker des Unterarmes.

87. Der grosse Schultermuskel des Ellenbogens, musc. omo-anconaeus magnus *(musc. anconaeus longus)*.

Lage: er erfüllt grösstentheils den dreieckigen Raum zwischen dem Hinterrande des Schulterblattes und dem Oberarmbein.

Ursprung: von der lateralen Fläche (Hintergrätengrube) und vom Hinterrande des Schulterblattes, bedeckt vom oberflächlichen Hintergrätenmuskel.

Ansatz: an die Spitze des Ellenbogenhöckers.

Wirkung: er streckt das Ellenbogengelenk.

88. Der laterale Oberarmmuskel des Ellenbogens, musc. humero-anconaeus lateralis *(musc. anconaeus externus)*.

Lage: am lateralen Umfange des Oberarmes.

Ursprung: vom lateralen Gelenkhöcker des Oberarmbeines.

Ansatz: an den lateralen Umfang des Ellenbogenhöckers.

Wirkung: wie der vorige.

89. Der mediale Oberarmmuskel des Ellenbogens, musc. humero-anconaeus medialis *(musc. anconaeus internus)*.

Lage und Ursprung: am medialen Umfange des Oberarmes.

Ansatz: an den medialen Umfang des Ellenbogenhöckers.

Wirkung: wie die vorigen.

90. Der hintere Oberarmmuskel des Ellenbogens, musc. humero-anconaeus posterior *(musc. anconaeus parvus)*.

Lage und Ursprung: über der Ellenbogengrube des Oberarmbeines.

Ansatz: an den vorderen Umfang des Ellenbogenhöckers.

Wirkung: wie die vorigen.

91. Der lange Schultermuskel des Ellenbogens, musc. omo-anconaeus longus *(musc. extensor cubiti longus)*.

Lage: medianwärts vom grossen Schultermuskel des Ellenbogens.

Ursprung: vom hinteren Rande des Schulterblattes, unter dessen Rückenwinkel, zum Theile verbunden mit der Sehne vom Rückenmuskel des Oberarmes.

Ansatz: an den medialen Umfang des Ellenbogenhöckers.

Wirkung: wie die vorigen.

§. *118. Die Muskeln des Vorderkniegelenkes.*

a) Die Beuger des Vorderkniegelenkes.

92. Der laterale Oberarmmuskel des Hakenbeines, musc. humero-carpalis lateralis *(musc. extensor carpi ulnaris)*.

Lage: an der lateralen und hinteren Seite des Unterarmes.

Ursprung: vom lateralen Gelenkhöcker des Oberarmbeines.

Ansatz: an das hintere Ende des Hakenbeines.

Wirkung: er beugt das Vorderkniegelenk.

93. Der mediale Oberarmmuskel des Hakenbeines, musc. humero-carpalis medialis *(musc. flexor carpi ulnaris)*.

Lage: an der medialen Seite des Unterarmes.

Ursprung: mit zwei Köpfen vom medialen Gelenkhöcker des Oberarmbeines und von der medialen Fläche des Ellenbogenhöckers.

Ansatz: an die mediale Fläche des Hakenbeines und die mediale Seite des Vorderkniegelenkes.

Wirkung: wie der vorige.

94. Der mediale Oberarmmuskel des Mittelfusses, musc. humero-metacarpalis medialis *(musc. flexor carpi radialis)*.

Lage: an der medialen Seite des Unterarmes.

Ursprung: vom medialen Gelenkhöcker des Oberarmbeines.

Ansatz: an den Kopf des medialen Griffelbeines.

Wirkung: wie die vorigen.

b) Die Strecker des Vorderkniegelenkes.

95. Der vordere Oberarmmuskel des Mittelfusses, musc. humero-metacarpalis anterior *(musc. extensor carpi radialis longus)*.

Lage: an der Vorderfläche des Unterarmes.

Ursprung: vom lateralen Gelenkhöcker des Oberarmbeines.

Ansatz: an den Muskelhöcker der Vorderfläche des Röhrenbeines.

Wirkung: er streckt das Vorderkniegelenk.

96. Der Unterarmmuskel des Mittelfusses, musc. brachio-metacarpalis medius *(musc. abductor pollicis longus)*.

Lage: er windet sich von der lateralen zur medialen Seite um die Vorderfläche des Unterarmes.

Ursprung: vom Körper des Ellenbogenbeines und von der Vorderfläche der Speiche.

Ansatz: mit langer Sehne an den Kopf des medialen Griffelbeines.

Wirkung: wie der vorige.

§. 119. Die Muskeln der Vorderzehen.

a) Die Beuger der Vorderzehen.

97. Der hintere oberflächliche Armmuskel der Zehen, musc. brachio-phalangeus posticus superficialis (der oberflächliche Zehenbeuger, *musc. flexor digitorum sublimis)*.

Lage: an der Hinterfläche des Unterarmes und des Mittelfusses, oberwärts bedeckt vom lateralen und medialen Oberarmmuskel des Hakenbeines.

Ursprung: mit zwei Köpfen vom medialen Gelenkhöcker des Oberarmes und vom medialen Rande der Speiche.

Ansatz: mit langer Sehne an die Hinterfläche des 2. Zehengliedes.

Wirkung: er beugt das 1. und 2. Zehenglied.

98. Der hintere tiefe Armmuskel der Zehen, musc. brachio-phalangeus posticus profundus (der tiefe Zehenbeuger, *musc. flexor digitorum profundus).*

Lage: an der Hinterfläche des Unterarmes und des Mittelfusses, unmittelbar am Knochen, bedeckt vom vorigen.

Ursprung: vom medialen Gelenkhöcker des Oberarmbeines, von der medialen Seite des Ellenbogenbeines und vom medialen Rande der Speiche.

Ansatz: mit langer Sehne an die Sehnenfläche der Bodenfläche des 3. Zehengliedes (Hufbeines); bei den Wiederkäuern theilt sich die Sehne in 2 Aeste, bei den Schweinen in 4 Aeste.

Wirkung: er beugt das 3. Zehenglied (Hufbein).

98*. Der Vorder-Mittelfussmuskel der Sesambeine, musc. metacarpo-sesamoidalis *(musc. interosseus medius hom.).*

Lage: in der Furche zwischen den Mittelfussknochen, unmittelbar am hinteren Umfange der Knochen.

Ursprung: vom hinteren Bande des Vorderkniegelenkes.

Ansatz: mit zwei oder mehreren Aesten an die Hinterfläche der Sesambeine.

Wirkung: er stellt das 1. Zehengelenk (Fesselgelenk) fest, und ist bei dem Pferde und den Wiederkäuern fast ganz sehnig und nur als Aufhängeband der Sesambeine anzusehen; beim Schweine hat dieser Muskel mehr Fleischfasern.

b) Die Strecker der Vorderzehen.

99. Der laterale Ellenbogenmuskel der Zehen, musc. cubito-phalangeus lateralis *(musc. extensor digiti minimi hom.).*

Lage: an der lateralen Seite des Unterarmes und des Mittelfusses.

Ursprung: vom Körper des Ellenbogenbeines und von dessen lateralem Seitenbande.

Ansatz: mit langer Sehne an die vordere Fläche des Fesselbeines beim Pferde und an die laterale Klaue bei den Wiederkäuern und beim Schweine.

Wirkung: er streckt das 1. Zehenglied und mittelbar auch das 2. und 3.

100. Der vordere Armmuskel der Zehen, musc. brachio-phalangeus anterior (der gemeinschaftliche Zehenstrecker, *musc. extensor digitorum communis).*

Lage: an der lateralen Seite des Unterarmes und an der Vorderfläche des Mittelfusses.

Ursprung: vom lateralen Gelenkhöcker des Oberarmbeines und vom lateralen Seitenbande des Ellenbogengelenkes.

Ansatz: mit langer Sehne an die Vorderfläche der drei Zehenglieder; bei den Wiederkäuern und dem Schweine spaltet sich die Sehne in 2 Aeste für jede Hauptklaue.

Wirkung: er streckt die Zehen.

Die Wiederkäuer und das Schwein besitzen noch einen medialen Armmuskel der Zehen, der sich an die mediale Hauptklaue ansetzt und sie streckt.

V. Die Muskeln des Hintergliedes.

§. 120. *Die äusseren und die lateralen Hüftbeinmuskeln des Hintergliedes (die Streckmuskeln des Schenkels).*

a) Der Spanner der Oberschenkelbinde.

Sämmtliche Muskeln des Hintergliedes sind von einer Binde überzogen, die mit der Rückenbinde im Zusammenhange steht, und die der Gegend entsprechend, verschiedene Namen führt, als: Kruppenbinde, Oberschenkelbinde, Unterschenkelbinde. (Siehe §. 126.)

Die Oberschenkelbinde *(fascia lata)* besitzt einen besonderen sie spannenden Muskel:

101. den lateralen Darmbeinmuskel des Oberschenkels, musc. ilio-femoralis lateralis *(musc. tensor fasciae latae)*.

Lage: unmittelbar unter der Kruppenbinde in dem dreieckigen Raume zwischen dem lateralen Darmbeinhöcker und dem Hinterknie; mit seinem medialen oberen Rande ist er mit dem oberen Darmbeinmuskel des Oberschenkels verbunden.

Ursprung: vom lateralen Darmbeinhöcker.

Ansatz: an die Oberschenkelbinde; bei den Wiederkäuern und beim Schweine reicht dieser Muskel weiter abwärts zum Knie und ist mit der Sehnenhaut des lateralen Bauchmuskels der Rippen verwachsen.

Wirkung: er spannt die Oberschenkelbinde und unterstützt die Beugemuskeln des Kniegelenkes; auch vermag er den Schenkel nach vorwärts und auswärts zu führen, beziehungsweise abzuziehen.

b) Die Kruppenmuskeln.

102. Der Rücken-Darmbeinmuskel des Oberschenkels, musc. dorso-ilio-femoralis *(musc. glutaeus medius)*.

Lage: er bedeckt die laterale Fläche des Darmbeines.

Ursprung: vom Sehnenblatte des gemeinschaftlichen Rückgratmuskels, sowie von dem Vorderrande und der lateralen Fläche des Darmbeines.

Ansatz: an die drei lateralen Umdreher des Oberschenkels.

Wirkung: er streckt den Oberschenkel; bei feststehendem Hintergliede erhebt er den Rumpf auf das Hintertheil, indem er sich gleichzeitig verkürzt mit dem gemeinschaftlichen Rückgratmuskel.

103. Der obere Darmbeinmuskel des Oberschenkels, musc. ilio-femoralis superior *(musc. glutaeus maximus)*.

Lage: am lateralen Umfange der Kruppe, medianwärts vom lateralen Darmbeinmuskel des Oberschenkels.

Ursprung: von der Kruppenbinde, über der Darmbeinlage des vorigen.

Ansatz: an den lateralen unteren Umdreher des Oberschenkelbeines.

Wirkung: wie der vorige.

104. Der untere Darmbeinmuskel des Oberschenkels, musc. ilio-femoralis inferior *(musc. glutaeus minimus)*.

Lage und Ursprung: am Kamme der Hüftgelenkpfanne.

Ansatz: an den lateralen mittleren Umdreher des Oberschenkelbeines.

Wirkung: er streckt den Oberschenkel.

c) Die Hosenmuskeln.

105. Der laterale Kreuz-Sitzbeinmuskel des Schenkels, musc. sacro-ischio-cruralis lateralis *(musc. biceps femoris)*.

Lage: an der lateralen Fläche des Oberschenkels, hinter dem oberen Darmbeinmuskel des Oberschenkels.

Ursprung: mit zwei Köpfen von den letzten Dornfortsätzen des Kreuzbeines und von den Querfortsätzen der ersten Schwanzwirbel, sowie vom Gesässbeinhöcker.

Ansatz: mit drei Bäuchen an das laterale Seitenband der Kniescheibe und an den Kamm des Schienbeines.

Wirkung: er streckt den Oberschenkel, führt ihn auswärts und beugt das Hinterkniegelenk.

106. Der mediale Kreuz-Sitzbeinmuskel des Schenkels, musc. sacro-ischio-cruralis medialis *(musc. semitendinosus)*.

Lage: am Kreuzbeine und am Gesässbeinhöcker, hinter dem vorigen.

Ursprung: er entspringt daselbst mit zwei Köpfen; in der Höhe des Kniegelenkes wendet er sich medianwärts, so dass ein dreieckiger Raum zwischen ihm und dem vorigen Muskel entsteht, der von dem starken Bauche vom Oberschenkelmuskel des Fersenbeines *(musc. gastrocnemius)* ausgefüllt wird.

Ansatz: an das mediale Seitenband der Kniescheibe und den Kamm des Schienbeines.

Wirkung: er streckt den Oberschenkel, führt ihn einwärts und beugt das Hinterkniegelenk.

107. Der hintere Gesässbeinmuskel des Schenkels, musc. ischio-cruralis posterior *(musc. semimembranosus)*.

Lage: am hinteren medialen Umfange des Oberschenkels, bedeckt vom Schambeinmuskel des Oberschenkels.

Ursprung: vom Hinterrande des Gesässbeines.

Ansatz: an das mediale Seitenband des Hinterkniegelenkes.

Wirkung: er streckt den Oberschenkel und führt ihn einwärts.

108. Der tiefe Gesässbeinmuskel des Oberschenkels, musc. ischio-femoralis profundus *(musc. quadratus femoris)*.

Lage und Ursprung: am Gesässbeinhöcker.

Ansatz: unter den lateralen unteren Umdreher des Oberschenkelbeines.

Wirkung: wie der vorige.

§. 121. Die inneren und die medialen Hüftbeinmuskeln des Hintergliedes.

a) Die Einwärtsführer des Hintergliedes.

109. Der Lendenmuskel des Schenkels, musc. lumbo-cruralis *(musc. sartorius)*.

Lage: am medialen vorderen Umfange des Schenkels.

Ursprung: von der inneren Lendenbinde, über dem Bauch-Darmbeinmuskel des Oberschenkels.

Ansatz: an das mediale Seitenband des Hinterkniegelenkes.

Wirkung: er führt den Schenkel einwärts und vorwärts.

110. Der Scham-Sitzbeinmuskel des Schenkels, musc. pubo-ischio-cruralis *(musc. gracilis)*.

Lage: an der medialen Fläche des Oberschenkels.

Ursprung: von der Scham-Sitzbeinfuge.

Ansatz: an das mediale Seitenband des Hinterkniegelenkes und an den Kamm des Schienbeines.

Wirkung: er führt den Schenkel einwärts.

111. Der vordere Schambeinmuskel des Oberschenkels, musc. pubo-femoralis anterior *(musc. pectineus)*.

Lage und Ursprung: am Vorderrande des Schambeines und an der Ursprungsehne vom medialen Bauchmuskel der Rippen.

Ansatz: an den medialen Rand vom Körper des Oberschenkelbeines.

Wirkung: wie der vorige.

112. Der hintere Schambeinmuskel des Oberschenkels, musc. pubo-femoralis posterior *(musc. adductor longus)*.

Lage und Ursprung: hinter dem vorigen.

Ansatz und Wirkung: wie der vorige.

113. Der vordere Gesässbeinmuskel des Schenkels, musc. ischio-cruralis anterior *(musc. adductor magnus)*.

Lage und Ursprung: zu beiden Seiten der Gesässbeinfuge und an der Unterfläche des Gesässbeines.

Ansatz: oberhalb des medialen Gelenkhöckers vom Oberschenkelbeine und an das mediale Seitenband des Hinterkniegelenkes.

Wirkung: wie der vorige.

b) Die Auswärtsführer des Hintergliedes.

114. Der äussere Verstopfungsmuskel des Oberschenkels, musc. obturator externus.

Lage und Ursprung: am äusseren Umkreise des ovalen Loches.

Ansatz: an das untere Ende der Umdrehergrube.

Wirkung: er streckt den Oberschenkel und führt ihn auswärts.

115. Der Kreuzbeinmuskel des Oberschenkels, musc. sacro-femoralis *(musc. pyriformis)*.

Lage und Ursprung: am Flügelfortsatze des Kreuzbeines.

Ansatz: an die Sehne des folgenden.

Wirkung: wie der vorige.

116. Der innere Verstopfungsmuskel des Oberschenkels, musc. obturator internus.

Lage und Ursprung: am inneren Umkreise des ovalen Loches.

Ansatz: zusammen mit der Sehne des vorigen in die Umdrehergrube des Oberschenkels.

Wirkung: wie die vorigen.

c) Der Beuger des Oberschenkels.

117. Der Bauch-Darmbeinmuskel des Oberschenkels, musc. ventro-ilio-femoralis *(musc. iliopsoas)*.

Lage: an der Lendenwirbelsäule in der Bauchhöhle und an der medialen Fläche des Darmbeines in der Beckenhöhle.

Ursprung: mit zwei Köpfen: 1. von der vorletzten und letzten Rippe und von sämmtlichen Rippenfortsätzen der Lendenwirbel *(musc. psoas major)*; 2. von der medialen Darmbeinfläche *(musc. iliacus internus)*.

Ansatz: an den medialen Umdreher des Oberschenkelbeines.

Wirkung: er beugt den freien Schenkel; bei festgestelltem Hintergliede beugt er die Wirbelsäule.

§. 122. *Die Muskeln des Hinterkniegelenkes.*

a) Der Strecker des Hinterkniegelenkes.

118. Der Oberschenkelmuskel der Kniescheibe, musc. femoro-patellaris *(musc. extensor cruris quadriceps)*.

Lage: an der Vorderfläche des Oberschenkelbeines.

Ursprung: mit vier Köpfen: 1. der laterale Kopf *(musc. vastus externus)* entspringt unterhalb des lateralen unteren Umdrehers und vom lateralen Rande des Oberschenkelbeines; 2. der mittlere Kopf *(musc. rectus femoris)* oberhalb der Pfanne des Hüftgelenkes; 3. der mediale Kopf *(musc. vastus internus)* unterhalb des Kopfes vom Oberschenkelbeine; 4. der tiefe Kopf *(musc. cruralis)* von der Vorderfläche des Oberschenkelbeines.

Ansatz: mit gemeinschaftlicher Sehne an den Muskelhöcker (Basis) der Kniescheibe.

Wirkung: er streckt den Unterschenkel.

b) Der Beuger des Hinterkniegelenkes.

119. Der Kniekehlenmuskel, musc. popliteus.

Lage: in der Kniekehle.

Ursprung: in der Vertiefung unterhalb der Bandgrube von der lateralen Rolle des Oberschenkelbeines.

Ansatz: an die hintere Fläche und den medialen Rand des Schienbeines.

Wirkung: er beugt das Hinterkniegelenk.

§. 123. *Die Muskeln des Sprunggelenkes.*

a) Der Beuger des Sprunggelenkes.

120. Der Schenkelmuskel des Mittelfusses, musc. cruro-metatarsalis *(musc. tibialis anticus)*.

Lage: am lateralen Umfange des Schienbeines.

Ursprung: 1. mit einer Ursprungssehne von der Sehnengrube zwischen der lateralen Rolle und der Gelenkfläche für die Kniescheibe am Oberschenkelbeine; 2. mit einem fleischigen Kopfe vom Kamme des Schienbeines; beide Köpfe vereinigen sich in der Mitte des Schienbeines, trennen sich aber über dem Sprunggelenke wieder.

Ansatz: mit zwei Schenkeln: 1. der vordere laterale an die Beule des Röhrenbeines; 2. der mediale Schenkel an den medialen Fusswurzelknochen der unteren Reihe und an das mediale Griffelbein.

Wirkung: er beugt das Sprunggelenk.

b) Die Strecker des Sprunggelenkes.

121. Der Oberschenkelmuskel des Fersenbeines, musc. femoro-calcaneus *(musc. gastrocnemius)*.

Lage: er erscheint zwischen dem vorderen und hinteren Kreuz-Sitzbeinmuskel auf der hinteren Fläche des Unterschenkels und reicht bis zum Fersenbeinhöcker.

Ursprung: mit zwei Köpfen oberhalb des medialen und des lateralen Gelenkhöckers vom Oberschenkelbein.

Ansatz: mit einer starken Sehne (Achillessehne) an den Höcker des Fersenbeines.

Wirkung: er streckt das Sprunggelenk und schiebt bei festgestelltem Hintergliede den Rumpf vorwärts.

122. Der Wadenbeinmuskel des Fersenbeines, musc. fibulo-calcaneus *(musc. soleus)*.

Lage: am lateralen Umfange des Unterschenkels.

Ursprung: vom Kopfe des Wadenbeines.

Ansatz: mit der Sehne des vorigen an den Fersenbeinhöcker.

Wirkung: wie der vorige.

§. 124. *Die Muskeln der Hinterzehen.*

a) Die Beuger der Hinterzehen.

123. Der hintere Oberschenkelmuskel der Zehen, musc. femoro-phalangeus posterior (der oberflächliche Zehenbeuger, *musc. flexor digitorum sublimis).*

Lage: über dem folgenden, unter dem Oberschenkelmuskel des Fersenbeines.

Ursprung: in der Grube des Oberschenkelbeines, an der Grenze zwischen lateraler und hinterer Fläche, am unteren Drittel desselben.

Ansatz: mit langer Sehne (welche die Sehne vom Oberschenkelmuskel des Fersenbeines umwindet [beide zusammen bilden die Achillessehne], am Fersenhöcker ihr aufliegt und längs des Hinterrandes vom Röhrenbeine und Fesselbeine verläuft) an das 2. Zehenglied (Kronenbein); die Ansatzsehne theilt sich rechts und links, wodurch ein Schlitz entsteht, den die Sehne vom folgenden Muskel durchsetzt.

Wirkung: er beugt das 2. Zehenglied (Kronenbein).

124. Der hintere Unterschenkelmuskel der Zehen, musc. cruro-phalangeus posterior (der tiefe Zehenbeuger, *musc. flexor digitorum profundus).*

Lage: auf der Hinterfläche des Schienbeines, unmittelbar am Knochen (bedeckt vom vorigen und vom Oberschenkelmuskel des Fersenbeines), sowie am hinteren Umfange des Röhrenbeines und der Phalangen.

Ursprung: mit zwei Köpfen: 1. mit einem tiefer gelegenen lateralen Kopfe *(musc. flexor hallucis longus et tibialis posticus)* vom Wadenbeine, von dem lateralen Gelenkhöcker und der hinteren Fläche des Schienbeines; 2. mit einem, jenem aufliegenden medialen Kopfe *(musc. flexor digitorum longus)* in der Kniekehle; die Sehnen beider Köpfe verlaufen an der medialen Fläche des Fersenbeinhöckers und vereinigen sich am oberen Ende des Mittelfusses.

Ansatz: an das 3. Zehenglied (Hufbein).

Wirkung: er beugt das 3. Zehenglied (Hufbein).

124.* Der Hinter-Mittelfussmuskel der Sesambeine, musc. metatarso-sesamoidalis, verhält sich am Hintergliede wie am Vordergliede.

b) Die Strecker der Hinterzehen.

125. Der vordere Oberschenkelmuskel der Zehen, musc. femoro-phalangeus anterior (der vordere Zehenstrecker, *musc. extensor digitorum longus).*

Lage: an der vorderen und lateralen Fläche des Schienbeines und des Röhrenbeines, den Schenkelmuskel des Mittelfusses bedeckend.

Ursprung: in der Sehnengrube zwischen dem lateralen Gelenkhöcker und der Kniescheibenrolle am Oberschenkelbeine.

Ansatz: an die Gelenkkapsel der drei Zehengelenke, nachdem dessen Sehne am oberen Theile des Röhrenbeines sich mit der Sehne des folgenden Muskels vereinigt hat.

Wirkung: er streckt die Zehen.

126. Der laterale Unterschenkelmuskel der Zehen, musc. cruro-phalangeus lateralis (der laterale Zehenstrecker, *musc. peronaeus longus hom.).*

Lage: am lateralen Umfange des Unterschenkels und des Röhrenbeines.

Ursprung: vom lateralen Seitenbande des Kniegelenkes und vom Kopfe des Wadenbeines.

Ansatz: die Sehne geht in einer Furche des medialen Knöchels vom Schienbeine und vereinigt sich am oberen Drittel des Röhrenbeines mit der Sehne des vorigen Muskels.

Wirkung: wie der vorige.

127. Der Rollbeinmuskel der Zehen, musc. talo-phalangeus (der kurze Zehenstrecker, *musc. extensor digitorum brevis).*

Lage und Ursprung: an der lateralen Gelenkgrube des Rollbeines, im Winkel der Sehnen von beiden vorigen Muskeln.

Ansatz: an die Vereinigungstelle dieser Sehnen.

Wirkung: wie die vorigen.

Achtzehntes Kapitel.

Die Muskellage der Körpergegenden.

(Die Muskeltopographie.)

§. 125. *Der Hautmuskel, (musc. subcutaneus).*

Der Hautmuskel *(panniculus carnosus)* ist ein blasser, dünner Muskel, der unmittelbar unter der Haut liegt und die oberflächlichen Lagen der Skeletmuskeln des Kopfes, Halses und Rumpfes, beziehungsweise deren Muskelbinden (von denen er zum Theile entspringt) bedeckt. Zwischen dem Hautmuskel und der Haut findet sich, ausser beim Schweine, selten Fett; dagegen enthält das lockere Bindegewebe unter dem Hautmuskel bei gutgenährten Thieren stets Fett.

Man unterscheidet an dem Hautmuskel vier paarige Abschnitte: 1. den Kopfhautmuskel, 2. den Halshautmuskel, 3. den Schulterhautmuskel, 4. den Brust- und Bauchhautmuskel, der von den Dornfortsätzen der Rückenwirbel und Lendenwirbel entspringt und am Vordergliede in die Unterarmbinde übergeht; am Hintergliede bedeckt derselbe die Kruppenbinde und die Oberschenkelbinde und verschmilzt am Sprunggelenke mit der Unterschenkelbinde. Alle jene Theile des Hautmuskels stehen mit einander in Verbindung; einzelne stärkere Fleischbündel sind auch als besondere Muskeln bezeichnet worden: so hat man einen besonderen Stirnhautmuskel bei den Wiederkäuern, einen Unterkiefermuskel der Lippe bei dem Pferde unterschieden u. s. w.

Die Wirkung des Hautmuskels besteht in der Faltung der Haut und in der Aufrichtung (Sträubung) der Haare. Durch die Zusammenziehung der Hautmuskeln vermögen die Thiere fremde, der äusseren Haut anhaftende Gegenstände abzuschütteln. Ausserdem dient der Hautmuskel als Spanner der Muskelbinden.

§. 126. *Die Muskelbinden (fasciae).*

Die Muskelbinden sind die sehnigen Häute, welche die Muskeln unmittelbar überziehen und sie zu gewissen Gruppen vereinigen. Man unterscheidet folgende Muskelbinden:

1. Die Rückenbinde (fascia dorsalis) umhüllt die Muskeln der Lende, des Rückens und des Nackens; sie lässt sich trennen in ein oberflächliches und ein tiefes Blatt.

Das oberflächliche Blatt der Rückenbinde überzieht den gemeinschaftlichen Rückgratmuskel, die Nacken- und Halsmuskeln, die Schultermuskeln (als Unterschulterblattbinde auch die Muskeln der Unterschulterblattfläche) und den Rückenmuskel des Oberarmes (musc. latissimus dorsi); sie befestigt sich auf der Rückenfläche jederseits an die Dornfortsätze, an das Nackenband und an den lateralen Darmbeinhöcker.

Das tiefe Blatt der Rückenbinde liegt in der Lendengegend; es füllt die Zwischenräume aus zwischen den Querfortsätzen der Lendenwirbel und dem lateralen Darmbeinwinkel und überzieht die Muskeln zwischen den Querfortsätzen, sowie zum Theile den queren Bauchmuskel der Rippen.

Nach hinten steht die Rückenbinde in Verbindung mit der

2. Schwanzbinde (fascia caudalis), welche die Schwanzmuskeln überzieht, und mit der

3. Kruppenbinde (fascia glutaea), welche die Kruppenmuskeln überzieht und sich fortsetzt in die

4. Oberschenkelbinde (fascia femoralis, fascia lata), welche sämmtliche Muskeln des Oberschenkels überzieht, zwischen die Muskelbäuche des lateralen Kreuz-Sitzbeinmuskels Scheiden abgibt und nach rückwärts mit der Dammbinde, nach abwärts mit der Unterschenkelbinde in Verbindung steht; die Oberschenkelbinde wird von dem lateralen Darmbeinmuskel des Oberschenkels (musc. tensor fasciae latae) gespannt (§. 120).

Mit dem tiefen Blatte der Rückenbinde steht in Verbindung:

5. Die Lenden-Darmbeinbinde (fascia lumbo-iliaca), welche den Lendenmuskel des Schambeines (musc. psoas parvus) und den Bauch-Darmbeinmuskel des Oberschenkels (musc. iliopsoas) überzieht; von ihr entspringt der Lendenmuskel des Schenkels (musc. sartorius).

6. Die mit der Oberschenkelbinde im Zusammenhange stehende Unterschenkelbinde (fascia cruralis) besteht aus einem oberflächlichen und einem tiefen Blatte, von denen jenes den ganzen Unterschenkel umhüllt, sich hinterwärts an die Achillessehne, vorwärts an die Strecksehnen der Zehen befestigt. Das tiefe Blatt entspringt von der Sehnenhaut des lateralen und medialen Kreuz-Sitzbeinmuskels (musc. biceps femoris et musc.

semitendinosus), sowie des Scham-Sitzbeinmuskels (musc. gracilis) und des hinteren Schambeinmuskels (musc. adductor longus) des Oberschenkels; sie verbindet sich mit dem medialen und dem lateralen Bande der Kniescheibe, sowie mit dem Kamme und dem medialen Rande des Schienbeines, ferner mit der Achillessehne und dem Fersenbeinhöcker; sie umhüllt endlich sämmtliche Schenkelmuskeln und die Sehnen an dem vorderen Winkel des Sprunggelenkes und endet am Mittelfusse.

Am Kopfe vertritt hauptsächlich der Hautmuskel die Stelle der Muskelbinden; es besteht dort nur:

7. Die Schläfenbinde (fascia temporalis) als besondere Binde für den Schläfenmuskel des Unterkiefers (musc. temporalis); sie befestigt sich an den oberen Rand des Jochbogens, sowie an den hinteren Rand der lateralen hinteren Augenhöhlenwand, und steht in Verbindung mit der Ohrdrüsenbinde.

8. Die Schulter-Oberarmbinde (fascia omo-humeralis) überzieht die das Schulterblatt und den Oberarm lateralwärts bedeckenden Muskeln und befestigt sich an die Kammbeule des Schulterblattes; sie steht in Verbindung: nach vorn mit der Halsbinde, nach oben mit der Rückenbinde, nach hinten mit der Binde vom Rückenmuskel des Oberarmes, nach innen mit der Unterschulterblattbinde, nach unten mit der Unterarmbinde.

9. Die Unterarmbinde (fascia brachialis) ist die untere Fortsetzung der Schulter-Oberarmbinde; sie entspringt mit dem vorderen Blatte vom Umdreher des Oberarmbeines, mit dem hinteren Blatte von der medialen Fläche des Unterarmes und vom Ellenbogenhöcker; sie endigt am Vorderkniegelenke, indem sie mit dem Ringbande des Knies und mit den Sehnen vom medialen und lateralen Oberarmmuskel des Hakenbeines verschmilzt.

10. Die Querbinde des Bauches (fascia transversa abdominis) überzieht die Innenfläche des fleischigen Theiles vom queren Bauchmuskel der Rippen und vom Zwerchfelle; sie entspringt von dem tiefen Blatte der Rückenbinde und den Spitzen der Lendenquerfortsätze und verbindet sich mit der Sehnenhaut jenes Bauchmuskels, mit dem Spiegel des Zwerchfelles und mit dem Bauchfelle; nach hinten steht sie im Zusammenhange mit der Beckenbinde. An der Leistengegend bildet sie das Leistenband (arcus cruralis s. *ligamentum Poupartii),* das mit einem oberflächlichen Theile von der Sehnenhaut des lateralen Bauchmuskels der Rippen entspringt und sich mit dem tiefen Theile des Leisten-

bandes vereinigt; letzterer entspringt vom Vordertheile der Schambeinfuge und geht über in den medialen Theil der Schenkelbinde, zugleich die laterale hintere Wand des Leistenkanales und die mediale vordere Wand des Schenkelkanales bildend.

Der **Leistenkanal** bildet bei männlichen Thieren eine Spalte in dem lateralen Bauchmuskel der Rippen, durch welche der Samenstrang aus der Bauchhöhle zum Hoden tritt. Die Bauchöffnung des Kanales liegt nach Franck jederseits in der Höhe der unteren Beckenhöhlenwand etwa 5 Zentimeter von den Querästen der Schambeine; die äussere Oeffnung (der Leistenring) liegt mehr medianwärts. Die mediale vordere Wand des Leistenkanales wird fast ganz vom Darmbeinmuskel der Rippen, gegen die äussere Oeffnung von der Sehnenhaut des lateralen Bauchmuskels der Rippen gebildet. Die laterale hintere Wand besteht aus der Schenkelbinde, beziehungsweise aus dem tiefen Theile des Leistenbandes.

Der **Schenkelkanal** ist der dreieckige Raum zwischen dem Scham-Sitzbeinmuskel, dem hinteren Schambeinmuskel des Oberschenkels und dem oberflächlichen Theile des Leistenbandes. Die Bauchöffnung dieses Kanales liegt hinter- und medianwärts von der Bauchöffnung des Leistenkanales und wird nur von der Querbinde des Bauches gedeckt; seine äussere Oeffnung (der Schenkelring) bildet eine schlitzförmige Oeffnung in der Schenkelbinde, an der Stelle, wo die Schenkelgefässe und Nerven aus der Bauchhöhle an die mediale Fläche des Oberschenkels treten.

§. 127. *Die oberflächlichen Muskeln zur Seite des Kopfes, des Halses und des Rumpfes.*

(Hierzu Tafel XVII.)

Die Profilansicht eines Pferdes zeigt am **Kopfe** folgende Muskeln:

1. An der Mittel- und Vorderhauptgegend: oberhalb des Jochbogens *a*: den Jochmuskel des Schildes 29*), vor demselben den Stirnmuskel der Augenlider 38 und den Kreismuskel der Augenlider 37.

*) Die Zahlen bedeuten die Nummern der im siebenzehnten Kapitel beschriebenen Muskeln.

2. In der Unterkiefergegend liegt, abwärts der Ohrmuschel und rückwärts des Unterkiefer-Schläfenastes, in der Ohrdrüsenfurche die Ohrdrüse *b* und auf derselben der Ohrdrüsenmuskel der Muschel 30; vorwärts der Ohrdrüse und abwärts des Jochbogens, den Schläfenast und den Ganaschenwinkel des Unterkiefers bedeckend, liegt der Jochmuskel des Unterkiefers 50 und auf der Sehnenhaut desselben der Angesichtnerv *c* mit seinen Aesten; vor dem Jochmuskel liegt, unmittelbar unter Hautmuskel und Haut, der Zahnfachast des Unterkiefers *d*.

3. In der Wangen- und Nasengegend liegt: der Thränenbeinmuskel der Backe 48, der Stirn-Nasenbeinmuskel der Oberlippe 44, und zwischen dessen beiden Muskelbäuchen: der Oberkiefermuskel des Nüstern 39; zwischen dem vorderen unteren Rande des Jochmuskels des Unterkiefers und dem Maulwinkel, liegt der Jochmuskel der Lippen 43, und abwärts desselben der Backenmuskel 49 und der Unterkiefermuskel der Unterlippe 46; am medialen Rande des medialen Bauches vom Stirn-Nasenbeinmuskel der Oberlippe, liegt der Oberkiefermuskel der Oberlippe 45. Die Maulspalte wird umgeben von dem Kreismuskel der Lippen 42; abwärts desselben am Kinne liegt der Kinnmuskel 47.

Die Profilansicht des **Halses** zeigt uns folgende Muskeln:

1. An der Hinterhauptgegend (am Genick) 33 den mittleren und 32 den hinteren Nackenmuskel der Ohrmuschel.

2. In der Nackengegend liegen zur Seite des Nackenbandes *f:* der Widerristmuskel des Nackens 6 (oben), der tiefe Nackenmuskel der Schulter 68, der rückwärts bedeckt wird vom oberflächlichen Nackenmuskel der Schulter 67; vor diesem liegt an der Seitenwand des Halses: der Halswirbelmuskel der Schulter 69.

3. In der Vorderhalsgegend liegt der Brustbeinmuskel des Unterkiefers 15, und am oberen Ende, unter diesem hervortretend: der Brustbeinmuskel des Zungenbeines 26; lateralwärts von 15, abwärts ihn bedeckend, zum Theile noch der Seitenwand des Halses angehörig, liegt der Nackenmuskel des Buges 66; in der Furche *e* (der Drosseladerrinne) zwischen 15 und 66 erkennt man die Drosselgefässe, und in der Tiefe, an dem hinteren Umfange der Drosselarterien: den Lungenmagennerven und den Halstheil des sympathischen Nerven.

Die Profilansicht des **Rumpfes** zeigt uns folgende Muskeln:

1. Am Vordertheile: *a)* am Widerriste den hinteren Theil des oberflächlichen Nackenmuskels der Schulter 67 und

den oberflächlichen Widerristmuskel der Schulter 70, welche sich beide ansetzen an den Schulterkamm *g; b)* an der Schulter, abwärts und rückwärts vom Halswirbelmuskel der Schulter: der Brustbeinmuskel der Schulter 77 und abwärts und rückwärts desselben, der Vordergrätenmuskel 78; rückwärts dieses Muskels liegt der oberflächliche Hintergrätenmuskel 82, der den unmittelbar der Hintergrätenfläche des Schulterblattes aufliegenden tiefen Hintergrätenmuskel bedeckt; am hinteren Rande des Schulterblattes verbirgt der hintere obere Schultermuskel des Oberarmes 83 den unteren gleichnamigen Muskel. Zwischen den in der Vorder- und in der Hintergrätengrube gelegenen Muskeln kann man den Schulterkamm und bei Pferden die Kammbeule durch die Haut fühlen. In dem Dreiecke zwischen dem hinteren Rande des Schulterblattes, dem Oberarme und dem Ellenbogenhöcker liegen: der grosse Schultermuskel des Ellenbogens 87, rückwärts desselben der lange Schultermuskel des Ellenbogens 91, und am lateralen Umfange des Oberarmes: der laterale Oberarmmuskel des Ellenbogens 88, welche drei Muskeln sich an den Ellenbogenhöcker *h* ansetzen; vor dem letztgenannten Muskel liegt der Oberarmmuskel der Speiche 86.

2. Im Mitteltheile des Rumpfes liegt nach oben, dem von mir als Sattel bezeichneten Theile des Rückens (§. 55) seitwärts anliegend, der Rückenmuskel des Oberarmes 72, dessen Muskelbinde *i* (die auf Tafel XVII hinten abgeschnitten gezeichnet ist) mit der Rückenbinde im Zusammenhange steht; unter dem Vordertheile dieses Muskels treten zwei bis drei Zacken hervor vom Rippenmuskel der Schulter 73, in welche nach abwärts und rückwärts eingreifen die Zacken vom lateralen Bauchmuskel der Rippen 60 (dessen Sehnenhaut *k* nach hinten mit der Ruthe *l*, beziehungsweise mit dem Euter, sowie mit der Ruthenbinde und der Euterbinde, in Verbindung steht), den unten medianwärts der Brustbeinmuskel des Buges 76 deckt. An dem hinteren Theile der Binde vom Rückenmuskel des Oberarmes treten hervor zwei Zacken vom oberen Rückenmuskel der Rippen 55 und hinter diesen der quere Bauchmuskel der Rippen 63, sowie der Darmbeinmuskel der Rippen 62, die nach aussen von dem lateralen Bauchmuskel der Rippen 60 bedeckt werden. In dem länglich-ovalen Raume, der sich vom lateralen Hüfthöcker vorwärts und etwas abwärts längs der Seitenwand des Rumpfes bis zur Schulter zieht und der begrenzt wird: nach oben-vorn vom unteren hinteren Rande des

Rückenmuskels des Oberarmes, nach unten-hinten von dem gezähnten oberen vorderen Rande des lateralen Bauchmuskels der Rippen, nach hinten-oben vom queren Bauchmuskel der Rippen, nach vorn-unten vom Rippenmuskel der Schulter — liegen die Rippen, nur vom Hautmuskel bedeckt unter der äusseren Haut und sind bei mageren Thieren an dieser Stelle durchzufühlen. Die Zwischenräume der Rippen werden ausgefüllt von den äusseren und inneren Zwischenrippenmuskeln 58.

3. Am Hintertheile des Rumpfes liegt auf der Kruppenfläche: der obere Darmbeinmuskel des Oberschenkels 103, dessen Sehnenhaut *m* in Verbindung steht mit der Rückenbinde; lateralwärts und abwärts dieses Muskels liegt der laterale Darmbeinmuskel des Oberschenkels 101, dessen Sehnenhaut *n* (die auf Tafel XVII abgeschnitten erscheint) den lateralen Bauch vom Oberschenkelmuskel der Kniescheibe 118 und einen Theil des lateralen Kreuz-Sitzbeinmuskels des Schenkels 105 bedeckt; der letzterwähnte Muskel liegt auf der Kruppe medianwärts vom oberen Darmbeinmuskel des Oberschenkels, zu beiden Seiten der Dornfortsätze des Kreuzbeines; weiter abwärts liegt er hinter dem oberen und dem lateralen Darmbeinmuskel des Oberschenkels, und seine Sehnenhaut *o* verbindet sich mit dem lateralen Seitenbande der Kniescheibe, sowie mit dem tiefen Blatte der Unterschenkelbinde. An dem hinteren unteren Rande des Kreuz-Sitzbeinmuskels kommt der Oberschenkelmuskel des Fersenbeines 121 zum Vorschein, dessen Sehne mit der Sehne vom hinteren Oberschenkelmuskel der Zehen 123 die Achillessehne *p* bildet.

§. 128. *Die oberflächlichen Muskeln am Vordertheile (von vorn) und am Hintertheile (von hinten) des Rumpfes.*

(Hierzu Tafel XVIII.)

Am **Vordertheile des Rumpfes** (Fig. 1) sieht man nach Wegnahme der äusseren Haut und des Hautmuskels (dessen Schultertheil *Hms* und dessen Brust-Bauchtheil *Hmb* auf Fig. 1 zu sehen ist), bei der Ansicht von vorn folgende Muskeln:

1. Am Halstheile, in der Mittellinie des Halses, die Luftröhre von vorn bedeckend: den Brustbeinmuskel des Zungenbeines 26, beiderseits begrenzt von dem Brustbeinmuskel des

Unterkiefers 15, an dessen lateraler Seite die Drosselvene *q* mit dem Halshautnerven (vom 7. Gehirnnervenpaare) und der Nackenmuskel des Buges 66 liegt, dessen breiter Muskelbauch den Anfangtheil des letztgenannten Muskels und die Bugspitze bedeckt, sowie die Vorbrust lateralwärts begrenzt; an der lateralen Seite vom Nackenmuskel des Buges sieht man den Widerristmuskel des Nackens 6 und den Halswirbelmuskel der Schulter 69.

2. Die Vorbrust, zwischen den beiderseitigen Muskelbäuchen vom Nackenmuskel des Buges gelegen, besteht aus dem Brustbeinmuskel des Oberarmes 74 und dem Brustbeinmuskel des Unterarmes 75. Zwischen dem lateralen oberen Rande vom Brustbeinmuskel des Oberarmes und dem medialen unteren Rande vom Nackenmuskel des Buges liegt die Brustfurche *b*, in welcher die Bugader verläuft. Der Brustbeinmuskel des Unterarmes geht nach abwärts über in die Unterarmbinde (von der in Fig. 1 ein Stück vom medialen Theile *c* und vom lateralen Theile *d* gezeichnet ist).

Am **Hintertheile des Rumpfes** (Fig. 2) sieht man nach Wegnahme des Hautmuskels (dessen Brust-Bauchtheil *Hmb* noch zu sehen ist), sowie der Kruppen- und Oberschenkelbinde:

1. Am Kruppentheile desselben: den lateralen Darmbeinmuskel des Oberschenkels mit seiner Sehnenhaut *b*, den oberen Darmbeinmuskel des Oberschenkels mit seiner Sehnenhaut *a* und den lateralen Kreuz-Sitzbeinmuskel 105, dessen beide hintere Schwanztheile 105′ in das tiefe Blatt der Unterschenkelbinde *c* übergehen. Zwischen dem hinteren Rande vom oberen Darmbeinmuskel und dem vorderen Rande vom lateralen Kreuz-Sitzbeinmuskel ist bei mageren Pferden die sogenannte Gesässfurche unter der Haut zu erkennen.

2. Am Hosentheile sieht man den medialen Kreuz-Sitzbeinmuskel 106, zwischen dessen lateralem Rande und dem medialen Rande des lateralen Kreuz-Sitzbeinmuskels bei mageren Pferden unter der Haut ebenfalls eine Furche zu erkennen ist. Da der laterale Kreuz-Sitzbeinmuskel sich mit seinem Ansatztheile lateralwärts und vorwärts, der Ansatztheil des medialen Kreuzsitzbeinmuskels sich medianwärts und vorwärts wendet, so bleibt zwischen den Ansatztheilen beider Muskeln ein dreieckiger Raum, den der Muskelbauch vom Oberschenkelmuskel des Fersenbeines 121

einnimmt, dessen breite Ansatzsehne mit der Sehne vom hinteren Oberschenkelmuskel der Zehen 123 die Achillessehne *e* bildet. Medianwärts vom medialen Kreuz-Sitzbeinmuskel liegt der hintere Gesässbeinmuskel des Schenkels 107, der die After- und Schamspalte aussen lateralwärts begrenzt; medianwärts und vorwärts vom vorigen Muskel sieht man den vorderen Gesässbeinmuskel des Schenkels 113, der die genannte Spalte innen-lateralwärts begrenzt. Die Sehnenhaut *d* der beiden letzterwähnten Muskeln bildet einen Theil des tiefen Blattes der Unterschenkelbinde.

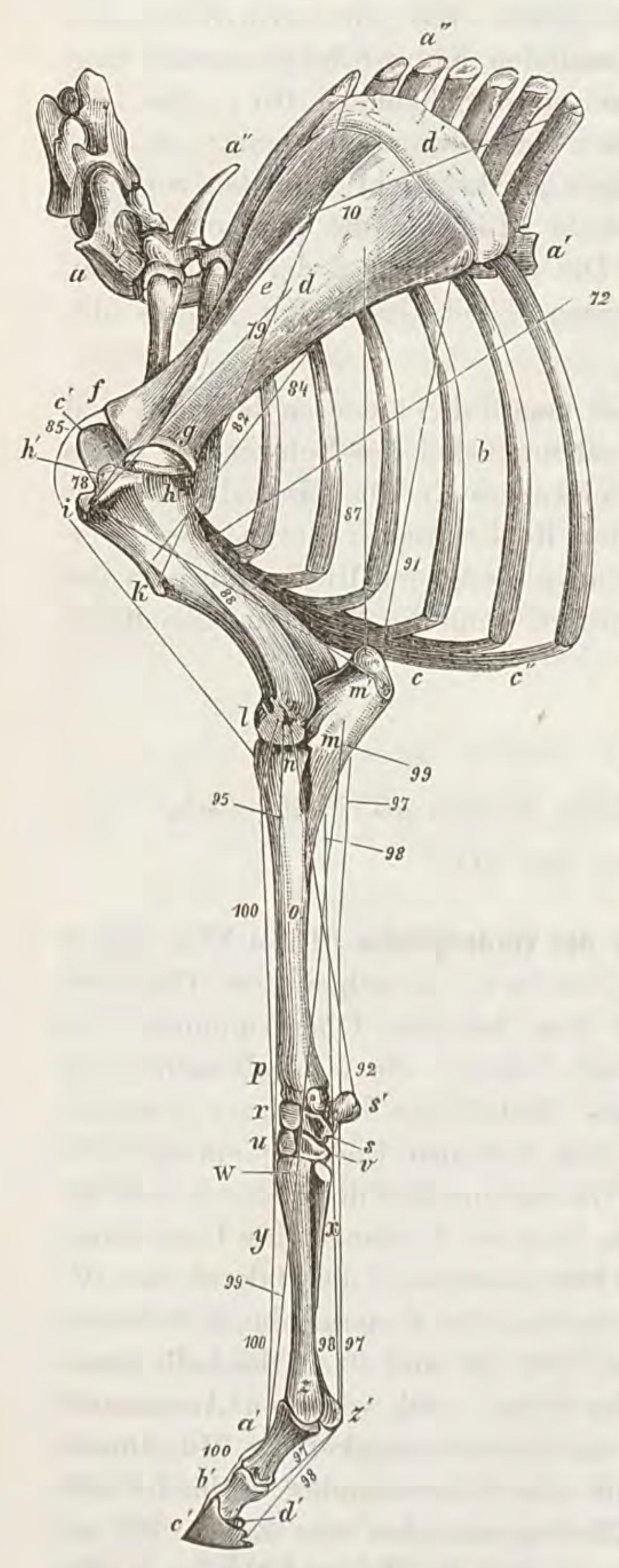
3. Am Schwanze erkennt man 3 den äusseren lateralen und 4 den inneren lateralen Kreuzbeinmuskel des Schwanzes, sowie den Gesässbeinmuskel des Schwanzes 5. Die Muskelbinde derselben verbindet sich mit der Rückenbinde; durch diese Verbindung wird bei kräftiger Entwicklung der Rückenmuskeln das „Tragen des Schweifes" begünstigt, wenn die Thiere in schnelleren Gangarten sich bewegen.

§. 129. *Die oberflächlichen Muskeln am Vordergliede.*

(Hierzu Tafel XIX.)

1. Am **lateralen Umfange des Vordergliedes** (Tafel XIX, Fig. 1 und 2) liegen: *a)* am Unterarme, zwischen dem Oberarmmuskel der Speiche 86 und dem lateralen Oberarmmuskel des Ellenbogens 88, von vorn nach hinten: die Muskelbäuche vom vorderen Oberarmmuskel des Mittelfusses 95, vom vorderen Armmuskel der Zehen 100, vom lateralen Ellenbogenmuskel der Zehen 99 und vom lateralen Oberarmmuskel des Hakenbeines 92; hinter letzterem, bereits dem hinteren Umfange des Unterarmes angehörend, liegt der mediale Oberarmmuskel des Hakenbeines 93; *b)* am Fusse bildet das Sehnenband der Unterarmbinde Scheiden für die Sehnen der Muskeln 100, 99 und 92. Oberhalb dieses Sehnenbandes kommt vor der Sehne vom vorderen Armmuskel der Zehen 100, die Sehne vom Unterarmmuskel des Mittelfusses 96 zum Vorschein. Unterhalb des Sehnenbandes verbindet sich die Sehne vom lateralen Ellenbogenmuskel der Zehen 99 mit der Sehne vom vorderen Armmuskel der Zehen 100, die an den vorderen Umfang des Mittelfusses und der Zehen tritt. Am

Fig. 64.



Die Richtung der Muskeln am Vordergliede.

Hinterrande des Fusses verlaufen die Sehnen von beiden Beugemuskeln, nämlich vom hinteren oberflächlichen Armmuskel der Zehen (des Kronenbeines beim Pferde) 97 und vom hinteren tiefen Armmuskel der Zehen (des Hufbeines beim Pferde) 98; beide Sehnen treten am Hinterrande des Mittelfusses, zwischen Hakenbein und Sesambein, unter der Haut hervor, die zwischen ihnen und dem Knochen eine Furche bildet; je kräftiger diese Sehnen entwickelt sind, desto weniger eingeschnitten („gedrosselt") erscheint der Mittelfuss unter dem Hakenbeine.

Die Richtung der Muskeln an der Seitenwand des ganzen Vordergliedes zeigen die mit den Nummern der Muskeln bezeichneten Linien an der Figur 64.

2. Am **vorderen Umfange des Vordergliedes** (Taf. XIX Fig. 3) liegen: *a)* am Unterarme: die Muskelbäuche vom Oberarmmuskel der Speiche 86 und vom vorderen Oberarmmuskel des Mittelfusses 95; *b)* am Fusse liegt der Mittelfussknochen unmittelbar unter der Haut, und an den Zehen erscheint die Sehne vom vorderen Armmuskel der Zehen (des Hufbeines)

100 vereinigt mit der Sehne vom lateralen Ellenbogenmuskel der Zehen (des Fesselbeines) 99.

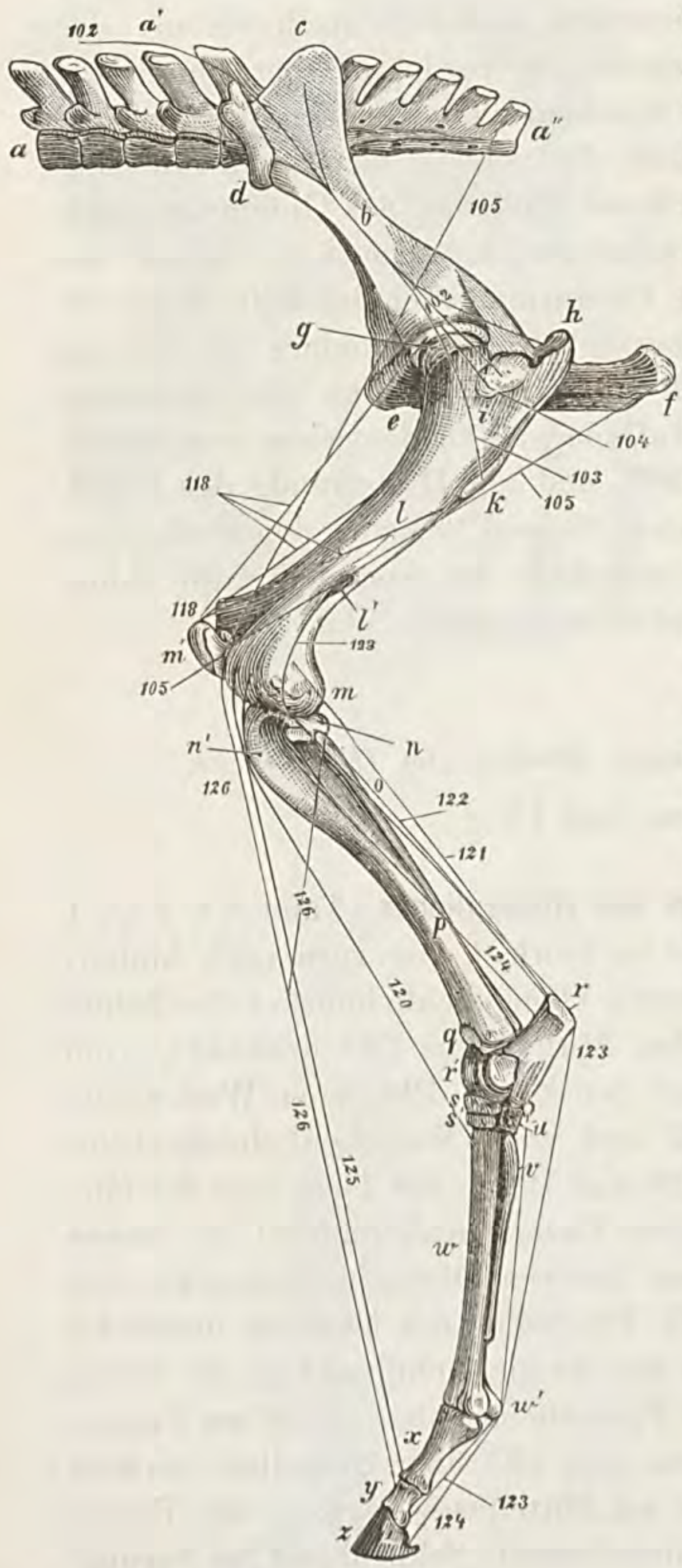
3. Am **medialen Umfange des Vordergliedes** (Taf. XIX Fig. 4 und 5) liegen: *a)* am Unterarme, von vorn nach hinten: der mediale Rand vom Muskelbauche des vorderen Oberarmmuskels des Mittelfusses 95, hinter welchem der Knochen der Speiche liegt, über dessen unteres Ende die Sehne vom Unterarmmuskel des Mittelfusses 96, vom vorderen Umfange des Unterarmes sich herumwindend, verläuft; rückwärts des Knochens liegen die Muskelbäuche vom medialen Oberarmmuskel des Mittelfusses 94 und vom medialen Oberarmmuskel des Hakenbeines 93; *b)* am Fusse liegen von vorn nach hinten: die Sehne vom vorderen Armmuskel der Zehen (des Hufbeines) 100, die Sehne vom Mittelfussmuskel der Sesambeine 98*, und am Hinterrande des Mittelfusses: die beiden Beugesehnen 97 und 98, von denen die vom tiefen Armmuskel der Zehen unterhalb der Sesambeine die Sehne vom oberflächlichen Armmuskel durchbohrt.

§. 130. *Die oberflächlichen Muskeln am Hintergliede.*

(Hierzu Tafel XX.)

1. Am **lateralen Umfange des Hintergliedes** (Tafel XX Fig. 1 und 2) liegen: *a)* am Unterschenkel von vorn nach hinten: die Muskelbäuche vom vorderen Oberschenkelmuskel der Zehen 125 (den Schenkelmuskel des Mittelfusses 120 deckend), vom lateralen Unterschenkelmuskel der Zehen 126, vom Wadenbeinmuskel des Fersenbeines 122 und vom Oberschenkelmuskel des Fersenbeines 121; zwischen 126 und 122 in der Tiefe liegt der laterale Muskelbauch vom hinteren Unterschenkelmuskel der Zehen (des Hufbeines) 124 und vom hinteren Oberschenkelmuskel der Zehen (des Kronenbeines) 123. Die Sehne des letzteren umwindet die Sehne von 121 und bildet mit ihr die Achillessehne; die Sehne vom Oberschenkelmuskel des Fersenbeines aber endigt am Fersenbeinhöcker, während die Sehne von 123 über denselben verläuft und als äusserste Beugesehne am Mittelfusse liegt; *b)* am Fusse gehen durch das obere und untere laterale Sehnenband des Sprunggelenkes: die Sehnen vom vorderen Oberschenkelmuskel der Zehen 125, und vom lateralen Unterschenkelmuskel der Zehen 126, die sich unterhalb des unteren Sehnenbandes vereinigen; am Hinter-

Fig. 65.



Die Richtung der Muskeln am Hintergliede.

rande des Mittelfusses liegen hintereinander drei Sehnen: unmittelbar am Knochen die Sehne vom Mittelfussmuskel der Sesambeine 124*, dahinter die Sehne vom hinteren Unterschenkelmuskel der Zehen (des Hufbeines) 124 und rückwärts dieser: die Sehne vom hinteren Oberschenkelmuskel der Zehen (des Kronenbeines) 123.

Die Richtung der Muskeln an der Seitenwand des ganzen Hintergliedes zeigt die Fig. 65, die Lage der Muskeln am Sprunggelenke die Fig. 66. In Fig. 66 ist der laterale Unterschenkelmuskel der Zehen 126, um seinen doppelten Ursprung besser hervortreten zu lassen, nach vorn gezogen, während er in Wirklichkeit an der lateralen Seite des Unterschenkels und des Mittelfusses, hinter dem vorderen Oberschenkelmuskel der Zehen liegt.

2. Am **medialen Umfange des Hintergliedes** (Tafel XX Fig. 3 und 4) liegen: *a)* am Unterschenkel, vor dem Schienbeine: der mediale Rand vom vorderen Oberschenkelmuskel der Zehen 125; hinter dem Schienbeine: der mediale Muskelbauch vom hinteren Unterschenkelmuskel der Zehen 124, der hintere Oberschenkelmuskel der Zehen 123, und hinterwärts: der Wadenbeinmuskel 122 und der Oberschenkelmuskel des Fersen-

beines 121; in der Tiefe zwischen dem Schienbeine und dem medialen Muskelbauche von 124 liegt dessen lateraler Muskelbauch; *b)* am Fusse liegt die Sehne von 125 vor dem Röhrenbeine; hinter demselben: die Sehnen vom Mittelfussmuskel der Sesambeine 124*, vom hinteren Unterschenkelmuskel der Zehen 124 und vom hinteren Oberschenkelmuskel der Zehen 123; die Sehne von 123 wird von der Sehne von 124 unterhalb der Sesambeine durchbohrt, wie am Vordergliede.

Fig. 66.

Die Muskeln am Sprunggelenk.
o Die Unterschenkelbinde,
n Schenkelmuskel des Mittelfusses,
p hinterer Unterschenkelmuskel der Zehen,
q Oberschenkelmuskel des Fersenbeines,
r hinterer Oberschenkelmuskel der Zehen,
s Hinter-Mittelfussmuskel der Sesambeine.

3. Am **hinteren Umfange des Hintergliedes** (Tafel XX, Fig. 5) liegen am Unterschenkel unmittelbar dem Knochen an: medianwärts der Kniekehlenmuskel 119, in der Mitte der mediale und lateralwärts der laterale Muskelbauch vom hinteren Unterschenkelmuskel der Zehen 124, bedeckt von 123, 122 und 121, während dem hinteren Umfange des Mittelfusses die drei Beugesehnen von 124*, 124 und 123 aufliegen.

Neunzehntes Kapitel.

Die Mechanik des Bewegungsapparates.

(Mit besonderer Berücksichtigung des Pferdes.)

a) Die Wirkung der Muskeln.

§. *131. Die Reize und die Bewegungsformen des Muskels.*

Die willkürliche Bewegung des Thierkörpers ist die Folge von Verkürzungen seiner an den Skelettheilen befestigten Muskeln. Diese verkürzen sich, wenn sie gereizt werden, d. h. wenn

ihnen Bewegung von einem in Bewegung befindlichen Körper mitgetheilt wird.

Als Reize für den Muskel kommen in Betracht:

1. Nervenreize, die entweder vom Gehirn, als dem Zentralorgane des Willens (Willensreize, automatische Reize), oder von einer gereizten Stelle der Nervenbahn, dem Muskel zugeleitet werden;

2. elektrische Reize, welche eine den Nervenreizen ganz ähnliche Wirkung haben;

3. chemische Reize, welche theils durch Wasserentziehung wirken (wie z. B. Alkalisalze, Zucker, einige konzentrirte Metallsalze), theils durch eine Zersetzung der Muskelsubstanz, wodurch diese ihre Reizbarkeit gänzlich verlieren kann (in dieser Weise wirken z. B. Säuren, Alkalien und die meisten schweren Metallsalze);

4. thermische Reize, welche entstehen durch plötzliche Uebergänge zu hohen oder niedrigen Temperaturen;

5. mechanische Reize, welche sich geltend machen bei plötzlicher Einwirkung fremder Körper auf die Muskeln.

Als normalen Reiz, welcher die Muskeln zur Verkürzung bringt, dürfen wir allein den Nervenreiz gelten lassen. In welcher Weise der Nerv seine Bewegung auf die mit ihm in Verbindung stehende Muskelfaser überträgt, wissen wir nicht, ebenso wenig, wie wir die Bewegungsform des Nerven kennen.

Die Bewegungsform des Muskels, d. h. die Verkürzung desselben, ist entweder eine einmalige, rasch vorübergehende, in welchem Falle man sie Zuckung nennt; oder sie ist eine dauernde, in welchem Falle sie als eine Summe von Einzelzuckungen erscheint. Diese rasch hinter einander folgenden, dauernden Zuckungen nennt man tetanische Verkürzung.

Bei jeder Verkürzung des Muskels werden auch seine Fleischprismen kürzer und dicker, was man unter dem Mikroskope beobachten kann.

Durch die Einzelzuckung des Muskels wird eine an demselben befestigte Last gehoben und durch die tetanische Zuckung wird die gehobene Last auch getragen.

Die Grösse der Zuckung, beziehungsweise der Verkürzung des Muskels, ist bei gleicher Stärke des Nervenreizes abhängig von der Faserlänge und von dem elastischen Zustande des Muskels, sowie von der Grösse der zu hebenden Last und dem

Zustande der Ermüdung. Diese Verhältnisse kommen in Betracht bei der Arbeit des Muskels.

Die Beziehungen des Muskels zum Nerven werden in §. 176 erklärt.

§. 132. *Die Arbeit des Muskels.*

Wenn man einen Muskel, der sogleich nach dem Tode des Thieres ausgeschnitten ist, z. B. den durchwegs aus Längsfasern bestehenden Zungenbeinmuskel der Zunge (musc. hyoglossus) vom Frosche, an einen Haken aufhängt und am anderen Ende des Muskels (beim Frosche z. B. an der mit jenem Muskel verbundenen Zunge) ein Gewicht, oder besser eine kleine Schale mit Gewichten anhängt, so hebt der durch Elektrizität gereizte Muskel das Gewicht bis zu einer bestimmten Höhe; je schwerer das Gewicht ist, desto minder hoch, je leichter es ist, desto höher wird es gehoben. Wenn das Gewicht mit der Schale von dem sich verkürzenden Muskel eben von seiner Unterlage gehoben wird, doch aber dessen Last der verkürzenden Kraft des Muskels gerade noch das Gleichgewicht hält, dann ist die Summe der Last (Gewicht, Schale und Haken) das Maass für die absolute Kraft des Muskels.

Die absolute Kraft des Muskels ist abhängig von seinem Querschnitte, d. h. wenn ein Muskel, dessen Querschnitt = 1 Quadratzentimeter ist, ein Gewicht hebt = x Gramm, so wird ein Muskel von doppeltem Querschnitte ein Gewicht heben = 2 x Gramm. Ferner wird ein Muskel von 2 Quadratzentimeter Querschnitt für die Hebung eines Gewichtes von x Gramm auch nur die halbe Kraft verwenden. Unter Querschnitt des Muskels aber versteht man den physiologischen Querschnitt, der jede einzelne Muskelfaser im rechten Winkel schneidet; bei den längsgefaserten Muskeln fällt der physiologische Querschnitt mit dem anatomischen zusammen.

Sobald ein Gewicht geringer ist als das Maass der absoluten Kraft, so wird es von dem Muskel um so höher gehoben, je leichter es ist. Ein leichtes Gewicht wird nahezu so hoch gehoben, wie der unbelastete Muskel auf den elektrischen Reiz sich verkürzt. Nach Eduard Weber beträgt die Verkürzung des musc. hyoglossus vom Frosche fünf Sechstel seiner Länge im erschlafften

Zustande; um so viel also würde ein leichtes Gewicht gehoben. Man nennt die Höhe, bis zu der ein Gewicht von einem sich verkürzenden Muskel gehoben wird, die Hubhöhe; wir können für jeden sich verkürzenden Muskel die Hubhöhe berechnen, wobei es gleichgiltig ist, ob der Muskel wirklich hebt, d. h. in senkrechter Richtung sich verkürzt, oder ob er zieht, d. h. in wagrechter oder in schräger Richtung sich verkürzt.

Die Hubhöhe eines Gewichtes ist abhängig von der Faserlänge des Muskels, d. h. wenn ein Muskel, dessen Faserlänge $= b$ Millimeter ist, ein Gewicht hebt bis zu y Millimeter Hubhöhe, so wird ein Muskel, dessen Faserlänge $= 2\ b$ Millimeter ist, dasselbe Gewicht bis zu $2\ y$ Millimeter Hubhöhe heben.

Bezeichnen wir mit m die Masse des Muskels, mit g die Erdschwere, also mit mg das gehobene Gewicht (dessen absolutes Kraftmaass abhängig ist von dem physiologischen Querschnitte des Muskels) und mit h die Hubhöhe (abhängig von der Faserlänge des Muskels), so drückt die Formel mgh die Arbeit des Muskels aus. Wir verstehen also unter „Arbeit des Muskels“: das Produkt aus dem gehobenen Gewichte und der Hubhöhe. Es steht mg im umgekehrten Verhältnisse zu h, d. h. je grösser das gehobene Gewicht, desto geringer ist die Hubhöhe, und umgekehrt. Dem entsprechend verhält sich auch der physiologische Querschnitt eines Muskels zu seiner Faserlänge. Breite und dicke Muskeln sind verhältnissmässig kurz, und lange Muskeln sind verhältnissmässig schmal und dünn; wenn einige Muskeln dennoch zugleich dick und lang erscheinen, wie z. B. der Oberschenkelmuskel des Fersenbeines (musc. gastrocnemius), so zeigt sich bei näherer Betrachtung: dass die Muskelfasern von beiden Seiten schräg auf einen in der Mitte des Muskels gelegenen Sehnenstrang verlaufen und sich hier ansetzen. Der anatomische Querschnitt dieses Muskels ist also bedeutend kleiner als der physiologische Querschnitt desselben, der die einzelnen Fasern im rechten Winkel schneidet. Die Breite, beziehungsweise die Dicke des genannten Muskels, nach dem physiologischen Querschnitte gemessen, übertrifft also die Länge seiner Fleischfasern, und der Oberschenkelmuskel des Fersenbeines kennzeichnet sich dadurch, wie alle Streckmuskeln, als breiter und dicker Muskel.

So können also im anatomischen Querschnitte minder breit erscheinende Muskeln einen grösseren physiologischen Querschnitt erlangen, wenn ihre Fleischfasern von einer oder von zwei Seiten

sich schräg an einen seitlichen oder mittleren Sehnenstrang befestigen, wie bei halbgefiederten und ganzgefiederten Muskeln.

Die grösste Arbeit verrichtet ein Muskel, wenn seine absolute Kraft und seine Hubkraft in einem mittleren Verhältnisse zu einander stehen. Beim Frosche fand Eduard Weber die absolute Kraft des musc. hyoglossus = 692 Gramm auf 1 Quadratzentimeter Querschnitt; die grösste Arbeit aber verrichtete der Muskel, wenn Weber den Querschnitt nur mit 450 Gramm belastete, dann hob der Muskel das 93fache seines Gewichtes 15 Millimeter hoch.

Nach J. Rosenthal verhält sich Belastung, Hubhöhe und geleistete Arbeit eines Froschmuskels, wie folgt:

Belastung	0	50	100	150	200	250	Gramm
Hubhöhe	14	9	7	5	2	0	Mm.
Geleistete Arbeit . . .	0	450	700	750	400	0	Gramm-Mm.

Die grösste Arbeit, nämlich 750 Gramm-Millimeter, verrichtete der Muskel also bei etwa mittlerer Belastung und mittlerer Hubhöhe. Die geringste Hubhöhe bei grösster noch Arbeit verrichtender Belastung, leistet fast eben so viel Arbeit, wie die grösste Hubhöhe bei kleinster noch Arbeit verrichtender Belastung; aber beide Arbeitsleistungen bleiben beträchtlich zurück hinter der Arbeitsleistung des Muskels, wobei das mittlere Gewicht auf mittlere Höhe gehoben wird. Für jeden Muskel gibt es eine bestimmte Belastung, bei welcher er die grösste Arbeit leistet; bei geringerer und bei grösserer Belastung vermindert sich allemal die Arbeit. Die Grösse der Hubhöhe aber schwankt bei gleicher Belastung für verschiedene Muskeln. Breite und dicke Muskeln können viel grössere Lasten auf eine allerdings geringere Höhe heben, als lange und dünne Muskeln. Da aber der grössere Faktor für die Berechnung der Arbeitsgrösse auf Seiten der Last liegt, beziehungsweise von der absoluten Kraft des Muskels abhängt, so leisten breite und dicke Muskeln auch mehr Arbeit als lange und dünne. Dazu kommt, dass jene weniger ermüden und weniger gedehnt werden.

Die Ermüdung des Muskels ist abhängig von der Anhäufung der bei der Arbeit zersetzten Stoffe des Muskels. (Näheres darüber im siebenundzwanzigsten Kapitel).

Nach dem Elastizitätsgesetze von Hook und S'Gravesande ist die Dehnung eines elastischen Körpers direkt proportional der Länge desselben und der Schwere des dehnenden

Gewichtes; dagegen umgekehrt proportional dem Querschnitte des gedehnten Körpers. Nach übereinstimmenden physiologischen Versuchen wird ein thätiger Muskel durch dasselbe Gewicht mehr gedehnt als ein ruhender, und die Hubhöhe jenes vermindert sich stetig bei fortdauernder Arbeit. Bei steigender Belastung werden dicke und breite Muskeln weniger gedehnt und die Abnahme der Hubhöhe erfolgt langsamer. Dem entsprechend nimmt bei grösserer Faserlänge die Hubhöhe des thätigen Muskels rascher ab als bei geringer Faserlänge. Die Arbeitsleistung langer und dünner Muskeln ist daher weniger ausdauernd als die von dicken, beziehungsweise breiten und kurzen Muskeln.

Ueberall, wo die Muskeln an den Streckwinkeln der Gelenke grosse Lasten zu bewegen haben, besitzen sie einen grossen physiologischen Querschnitt, d. h. sie sind verhältnissmässig breit, dick und kurz, oder sie sind aus zahlreichen, schräg verlaufenden Fasern (wie bei gefiederten Muskeln) zusammengesetzt. Wo aber die Muskeln an den Beugewinkeln der Gelenke verhältnissmässig geringe Lasten rasch zu bewegen haben, wo also eine grössere Hubhöhe erforderlich ist, da besitzen die Muskeln verhältnissmässig längere Fasern bei geringem physiologischen Querschnitte, und die Fasern verlaufen meistens in gerader Richtung zwischen der Ursprungsstelle und der Ansatzstelle des Muskels, beziehungsweise zwischen punctum fixum und punctum mobile. Wo die gerade Linie zwischen diesen beiden Punkten nicht ausreichend ist für die Geschwindigkeitsleistung des Muskels, beziehungsweise für dessen Hubhöhe, da finden sich Vorrichtungen für einen winkeligen Verlauf des Muskels, d. h. der Muskel zieht sich in seinem Verlaufe durch eine an dem Knochen befestigte Rolle, wodurch eine grössere Faserlänge im kleineren Raume Platz hat; in dieser Weise verläuft z. B. der Rollmuskel des Auges (in der Augenhöhle).

Die Sehnen des Muskels verkürzen sich nicht; sie sind durchaus unelastische Bindegewebsstränge, welche nur die Verbindung herstellen zwischen den verkürzbaren Muskeln und den starren, als Hebelarme dienenden Knochen.

Für die Bewegung grosser Lasten im langsamen Vorschreiten des Thieres eignen sich besser breite und dicke, beziehungsweise kurze Muskeln; die Last wird um so stetiger fortbewegt, mit je weniger Gesammt-Kraftaufwand der Muskel arbeitet; Muskeln mit grossem physiologischen Querschnitte arbeiten mit grösserer Ausdauer, weil, abgesehen von den oben erörterten elastischen Verhältnissen, der Kraftverbrauch auf eine grössere Zahl von Muskelfasern sich

vertheilt, jede einzelne Muskelfaser also von der Ermüdung verhältnissmässig später betroffen wird. Für die Bewegung geringer Lasten im raschen Vorschreiten des Thieres eignen sich besser lange Muskeln, die eine möglichst ausgiebige Verkürzung gestatten. Solche Muskeln ermüden um so eher, je dünner sie sind und je grösser die zu bewegende Last ist.

Die chemischen Vorgänge im Muskel, wodurch die Formveränderungen bei der Verkürzung bedingt werden, finden ihre Erklärung erst im siebenundzwanzigsten Kapitel (Stoffwechsel).

b) Das Skelet im Gleichgewichte und das Stehen.

§. 133. *Das Rückengewölbe und die Winkelstellung der Glieder.*

Die Wirbelsäule des Rumpfes bildet ein die Brusthöhle, Bauchhöhle und Beckenhöhle überspannendes Gewölbe, welches aus den einzelnen Wirbelkörpern zusammengesetzt ist, an deren Dornfortsätzen und Querfortsätzen sich die Rückenstreckmuskeln befestigen, die das Rückengewölbe im Zustande der Streckung abflachen, indem sie die einen Winkelhebel darstellenden Wirbel an ihren langen Hebelarmen (den Dornfortsätzen) nach hintenabwärts ziehen, wodurch die kurzen Hebelarme (die Wirbelkörper) etwas nach vorn-aufwärts gerichtet werden.

Im Zustande der Ruhe bildet das Rückengewölbe einen flachen Bogen, der sich mittelst des Schulterblattes und des Hüftbeines (welche die Richtung des Gewölbebogens nach vorne und hinten fortsetzen) auf das Vordergliederpaar und das Hintergliederpaar stützt. Je höher das Rückengewölbe gespannt, beziehungsweise je grösser der Radius des Bogens ist, desto tragfähiger ist der Rücken. Ein flach gewölbter Rücken vermag der an ihm hängenden Last, nämlich den Eingeweiden der Brusthöhle, Bauchhöhle und Beckenhöhle (von denen die ersteren mittelst der Rippen ihn belasten) nur geringen Widerstand entgegenzusetzen, so dass er dem Zuge der Eingeweide mehr oder minder nachgibt, wodurch die Form des Senkrückens entsteht, der die ungünstigsten mechanischen Verhältnisse bietet für alle Dienstleistungen der Arbeitsthiere.

Ein hoch gewölbter Rücken, der aber nicht die fehlerhafte Form des Karpfenrückens erreichen darf, erhöht zwar nicht die Schönheit eines Arbeitsthieres, wohl aber dessen Brauchbarkeit, namentlich für das Tragen schwerer Lasten. Da an einem hoch gewölbten Rücken das vordere und hintere Ende, d. h. einerseits

die Verbindung des ersten Rückenwirbels mit dem siebenten Halswirbel, andererseits das Kreuzbein, tiefer steht als bei flach gewölbtem Rücken, so findet sich in jenem Falle stets ein tief angesetzter, sogenannter Hirschhals, und eine rückwärts abfallende, steile Kruppe, sowie meistens auch steile Schultern. Mit einem flach gewölbten Rücken dagegen sind verbunden: hoch angesetzter, gerader, oder nach oben gewölbter, sogenannter Schwanenhals, flache, gerade Kruppe, sowie häufig auch schräge Schultern. Doch ist die Stellung des Schulterblattes nicht allein abhängig von der Wölbung des Rückens, sondern eben so sehr von dem Gebrauche der Muskeln, welche das Schulterblatt mit dem Halse, dem Rumpfe und dem Vordergliede verbinden. Bei geringem, oder bei wenig ausgiebigem Gebrauche dieser Muskeln, stehen die Schulterblätter steil, mag der Rücken mehr oder minder gewölbt sein. Aber bei normalem Gebrauche der Schultermuskeln, finden sich häufiger steile Schultern bei höher gewölbtem Rücken.

Die beiden Gürtelknochen (Schulterblatt und Hüftbein), welche an das vordere und das hintere Ende der Rückenwölbung befestigt sind, divergiren in ihrer Richtung zu einander, d. h. das Schulterblatt verläuft von oben-hinten nach unten-vorn, das Hüftbein von oben-vorn nach unten-hinten. Die Längsaxe des Schulterblattes bildet mit der Längsaxe des anliegenden Theiles der Rückenwirbelsäule (Körper des 4. bis 7. Rückenwirbels) einen Winkel von 140° im Mittel; den gleichen Winkel bildet die Längsaxe des Hüftbeines mit der Längsaxe der Lendenwirbelsäule.

Die beiden obersten Abschnitte des Vordergliedes und des Hintergliedes konvergiren zu einander; die Längsaxe des Oberarmes bildet mit der Längsaxe des Schulterblattes einen Winkel von 90° (der Winkel ist aber häufig 100° und darüber) und ebenso gross ist der Winkel, den die Längsaxen des Oberschenkels und des Hüftbeines mit einander bilden. Beide Winkel (Bugwinkel und Hüftwinkel) sind also im normalen und für die Bewegung günstigsten Zustande von gleicher Grösse, und beide öffnen sich gegen einander.

Dagegen sind die Winkel, welche Oberarm und Unterarm, sowie Oberschenkel und Unterschenkel mit einander bilden, von ungleicher Grösse und von entgegengesetzter Oeffnung, d. h. der bezeichnete Winkel hat am Vordergliede im Mittel 140° und öffnet sich nach vorn; am Hintergliede hat der normale Winkel

110° (häufig bis 120°) und öffnet sich nach hinten. Der Unterarm steht mit seiner Längsaxe senkrecht zur Erdoberfläche; nur der Ellenbogenhöcker steht schräg und bildet mit der Längsaxe des Oberarmes einen Winkel von etwa 70°. Der Unterschenkel aber hat eine schräge Richtung von oben-vorn nach unten-hinten; er bildet mit der gemeinsamen, im Winkel von 80° zur Erdoberfläche stehenden Längsaxe des Sprunggelenkes und der Hinterröhre einen normalen Winkel von 150°, und mit dem Fersenhöcker des Fersenbeines einen normalen Winkel von 30°. Die gemeinsame Längsaxe des Vorderkniegelenkes und der Vorderröhre bildet mit der Längsaxe des Unterarmes eine gerade Linie.

Der Fesselwinkel, zwischen Mittelfuss und 1. Zehengliede, beträgt am Vordergliede 140°, am Hintergliede 150°; beide Winkel öffnen sich nach vorn. Die gemeinsame Längsaxe der drei Zehenglieder bildet am Vorder- und Hintergliede eine gerade Linie.

Da in stehender Stellung die Längsaxen des Unterarmes, des Vorderkniegelenkes und der Vorderröhre zusammen eine gerade Linie bilden, so hat das Vorderglied nur vier Winkel, nämlich den Bugwinkel, den Speichenwinkel, den Ellenbogenwinkel und den Fesselwinkel; das Hinterglied aber hat fünf Winkel, nämlich den Hüftwinkel, den Kniewinkel, den Rollbeinwinkel, den Fersenwinkel und den Fesselwinkel.

Am Vordergliede und Hintergliede entsprechen einander, ihrer Lage nach: der Bugwinkel am Vordergliede dem Hüftwinkel am Hintergliede, der Speichen- und der Ellenbogenwinkel am Vordergliede dem Kniewinkel am Hintergliede, die Fesselwinkel an beiden Gliedern. Sämmtliche Winkel des Vordergliedes liegen tiefer, d. h. näher zur Erdoberfläche, als die entsprechenden Winkel des Hintergliedes. Daraus ergibt sich, dass der Rumpf vorn, d. h. zwischen den Vorderbeinen, tiefer steht als hinten. Nur die Fusswurzelgelenke (Vorderkniegelenk und Sprunggelenk) beider Glieder stehen etwa in gleicher Höhe.

Ihrer Funktion nach stehen die Gelenke am Vordergliede und am Hintergliede in einem anderen Verhältnisse als ihrer Lage nach. Funktionell entspricht das Buggelenk dem Hinterkniegelenke und das Gelenk zwischen Oberarm und Unterarm dem Gelenke zwischen Unterschenkel und Hinter-Mittelfuss. Demnach stehen funktionell im gleichen Verhältnisse: das Schulterblatt und der Oberschenkel, der Oberarm und der Unterschenkel, und an dem Unterarmgelenke des Oberarmes entspricht der Speichen-

winkel dem Rollbeinwinkel, der Ellenbogenwinkel dem Fersenwinkel. Bei der Anwendung des Hebelgesetzes auf die Bewegung der Glieder, werden wir erkennen, dass in der That das Gelenk zwischen Oberarm und Unterarm dieselbe Funktion hat, wie das Gelenk zwischen Unterschenkel und Hinter-Fusswurzel, und dass die entsprechenden Winkel (die freilich von verschiedener Grösse sind) dieselbe Bedeutung haben für die Wirkung der zugehörigen Hebelarme.

§. 134. *Stehen und Liegen.*

Da die Stützen des Rumpfes nicht gerade und starre Säulen bilden, sondern in mehreren Winkeln zusammengefügte, gegen einander bewegliche Gliederabschnitte sind, so würde das Gewicht des Rumpfes seine Stützen in ihren Winkeln zusammendrücken und selbst zu Boden sinken, wenn diese Glieder nicht zeitweilig, nämlich so lange das Thier seine aufrechte Stellung beibehalten will, als unbewegliche Stützen des Rumpfes verwendet werden könnten.

Das Stehen des Thieres auf seinen vier Beinen ist wesentlich bedingt durch die Verkürzung der Streckmuskeln am Vorder- und Hintergliede. Ausserdem treten aber auch die Bänder an den Gelenken, und von den Beugemuskeln am Vordergliede: der Schultermuskel der Speiche (musc. biceps brachii), der das Schultergelenk von vorn nach hinten drückt, und an beiden Gliedern die Beugemuskeln der Zehen in Wirksamkeit; die Funktion der übrigen Beugemuskeln, nämlich die Verkleinerung der Beugewinkel, wird in aufrechter Stellung von dem Gewichte des Rumpfes übernommen. Dieses Gewicht drückt die Gelenkwinkel der Glieder zusammen, und es ist die Aufgabe der Streckmuskeln, dem entgegen zu wirken. Nur allein das senkrecht gestellte Vorderkniegelenk, beziehungsweise die von demselben hergestellte Verbindung zwischen Unterarm und Vorderröhre, kann sich durch eigene Schwerkraft halten, wenn die oberen und die unteren Gelenke festgestellt sind. Wenn das aber nicht der Fall ist, so würden auch die bezeichneten drei Gliederabschnitte von einander weichen.

Das Schulterblatt wird durch folgende Muskeln an den Rumpf festgehalten: an den Widerrist durch den oberflächlichen und den tiefen Widerristmuskel der Schulter (musc. cucullaris

pars posterior et musc. rhomboideus major); an die Seitenwand des Rumpfes durch den Rippenmuskel der Schulter (musc. serratus anticus inferior) und den Brustbeinmuskel der Schulter (musc. pectoralis minoris pars sup.); an den Nacken durch den oberflächlichen und den tiefen Nackenmuskel der Schulter (musc. cucullaris pars anterior et musc. levator anguli scapulae), sowie durch den Halswirbelmuskel der Schulter (musc. serratus anticus superior).

Der Oberarm wird an den Rumpf festgehalten durch dessen Rückenmuskel (musc. latissimus dorsi), sowie durch den Brustbeinmuskel des Oberarmes und des Buges (musc. pectoralis major et minor).

Da der Gürtelknochen des Hintergliedes durch ein Gelenk mit der Wirbelsäule verbunden ist, nämlich durch das Kreuz-Darmbeingelenk, so bedarf es zur Befestigung des Hintergliedes an den Rumpf so zahlreicher Muskeln nicht, wie am Vordergliede. Jene Verbindung wird nur durch folgende Muskeln hergestellt: durch den Lendenmuskel des Schambeines (musc. psoas parvus), sowie durch den Bauch-Darmbeinmuskel und den Rücken-Darmbeinmuskel des Oberschenkels (musc. ilio-psoas et musc. glutaeus medius), von denen letzterer den Oberschenkel in der Streckung erhält; die beiden erstgenannten treten beim Stehen kaum in Wirksamkeit.

Kopf und Hals werden durch das starke Nackenband, sowie durch die Streckmuskeln des Nackens an den Widerrist befestigt und in aufrechter Stellung erhalten.

Die meisten landwirthschaftlichen Hausthiere legen sich, wenn sie müde sind und sie am Niederlegen nicht gehindert werden. Die Wiederkäuer legen sich meistens auch beim Wiederkauen.

Das Niederlegen beginnt mit der Rückwärtsstellung und Beugung erst des einen, dann des anderen Vordergliedes, wobei gleichzeitig der Rücken, sowie Hals und Kopf gebeugt werden. Nachdem die Vorderglieder auf dem Vorderknie Unterstützung gefunden haben, werden auch die Hinterglieder vorwärts gestellt, gebeugt und im Niederlegen unter den Rumpf gezogen. Das Pferd und die Wiederkäuer liegen meistens auf dem Bauche, auf die eine oder andere Seite sich lehnend, wobei die Vorderfüsse unter die Unterarme gebeugt sind. Das Schwein liegt meistens auf der Seite und streckt alle Beine von sich. Dieselbe Lage nimmt auch das Pferd ein, wenn es sehr ermüdet ist.

Beim Aufrichten stützen sich Pferd und Schwein auf die Vorderbeine, indem sie dieselben gegen den Boden stemmen, und erheben dann rasch ihr Hintertheil. Die Wiederkäuer stützen sich zuerst auf die Vorderknie, erheben dann das Hintertheil und zuletzt ein Vorderbein nach dem andern. Das sehr viel schwerfälligere Aufstehen der Wiederkäuer erklärt sich durch das grössere Gewicht ihrer Baucheingeweide.

§. 135. *Die normale Stellung der Glieder und die Schwerlinie.*

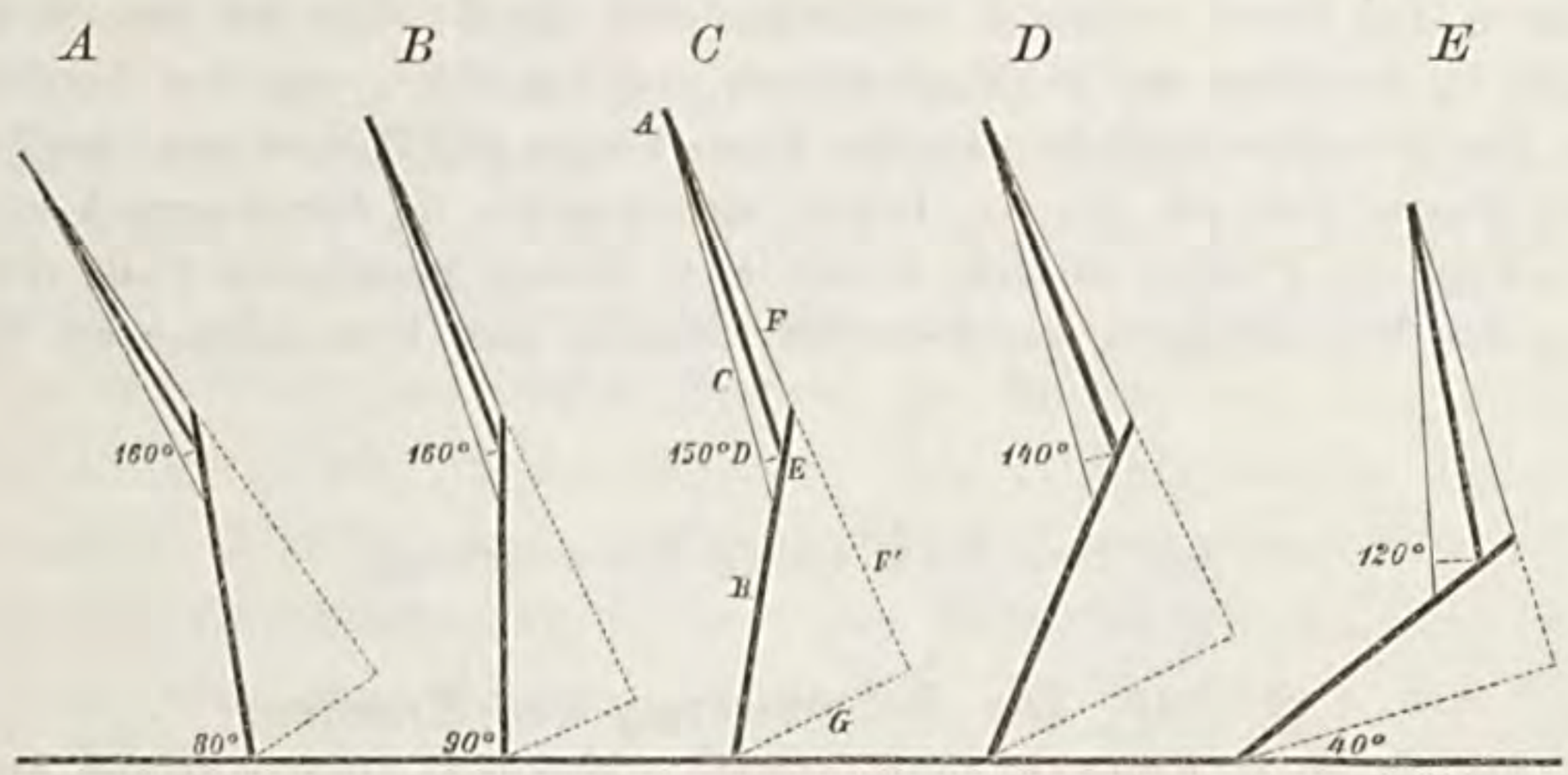
Die normale Stellung des Vordergliedes vom Pferde wird bestimmt durch ein Perpendikel, welches von der Beule des Schulterkammes abwärts gefällt wird und unmittelbar hinter dem Ballen des Vorderhufes den Boden trifft. Dieses Perpendikel durchschneidet das Ellenbogengelenk, bildet dann die Längsaxe der Speiche und der Vorderröhre und halbirt ungefähr das Fesselgelenk; die Verlängerung des Perpendikels nach oben trifft den Nackenwinkel des Schulterblattes. Dieses „Vorderstützen-Perpendikel“ steht ungefähr in der Mitte zwischen zwei, an der Bugspitze und am Rückenwinkel des Schulterblattes errichteten Perpendikeln.

Die normale Stellung des Hintergliedes vom Pferde wird bestimmt durch ein Perpendikel, welches vom lateralen oberen Umdreher (trochanter major) abwärts gefällt wird, den Rollbeinwinkel des Sprunggelenkes berührt, den Fesselwinkel halbirt und hinter dem Ballen des Hinterhufes den Boden trifft. Dieses „Hinterstützen-Perpendikel“ bildet mit der Längsaxe des Mittelfusses einen Winkel von 10°. Die letztgenannte Axe steht also etwas schräg zur Erdoberfläche und sie bildet mit dieser einen Winkel von 80°. Bei dieser normalen Stellung des Hintergliedes bildet der Rollbeinwinkel des Sprunggelenkes einen Winkel von 150°. (Fig. 67 *C*). Vergrössert sich jener Winkel bis zu 90° im ruhigen Stehen (nicht gestreckt), so nennt man die Stellung des Hintergliedes eine steile, und der Rollbeinwinkel vergrössert sich alsdann bis zu 160°. (Fig. 67 *B*). Verkleinert sich der Winkel der Mittelfussaxe zur Erdoberfläche bis zu 70°, so nennt man die Stellung des Hintergliedes (wobei der Rollbeinwinkel sich bis zu 140° verkleinert) eine säbelbeinige (Fig. 67 *D*).

Fällen wir endlich ein Perpendikel vom Gesässhöcker zum Boden, so streift dasselbe den Fersenhöcker und bildet mit dem Hinterrande des Röhrenbeines einen Winkel von 10°.

Der Schwerpunkt des Körpers ist bisher noch nicht genau bestimmt worden. Wenn wir die an der Bugspitze und am Gesässhöcker errichteten Perpendikel durch eine Horizontale verbinden und diese „Bug-Gesässlinie" als Maass nehmen für die Länge des Rumpfes und den theoretischen Schwerpunkt durch ein auf jene Linie gefälltes Perpendikel zu stützen suchen, so trifft diese sogenannte Schwerlinie jedenfalls nicht die Mitte der

Fig. 67.



Stellung des Sprunggelenkes vom Pferde.

A gestreckte Stellung,
B steile Stellung,
C normale Stellung,
D säbelbeinige Stellung,
E Galopstellung.

(Die Erklärung der an dieser Stelle unwesentlichen Buchstaben unter *C* geschieht in §. 139, Seite 306.)

Bug-Gesässlinie, sondern sie liegt dem Vordertheile näher als dem Hintertheile, weil jenes durch seine Verbindung mit Hals und Kopf mehr belastet ist als das Hintertheil. Keinenfalls aber entspricht die Schwerlinie beim Pferde dem Perpendikel, welches Roloff auf die durch den goldenen Schnitt *) getheilte Bug-Gesässlinie gefällt hat. Die Schwerlinie liegt jedenfalls der Mitte der Bug-Gesässlinie näher als dem Perpendikel des goldenen Schnittes, wenn sich auch die wirkliche Schwerlinie, in Ermange-

*) Die Anwendung des goldenen Schnittes zur Beurtheilung der Form des Pferdes wird im dreissigsten Kapitel erklärt.

lung grösserer Durchschnittszahlen von Wägungen verschiedenartiger Pferde, noch nicht genau bestimmen lässt.

Auf Grund der von Baucher angestellten Versuche würde die Schwerlinie die Bug-Gesässlinie so theilen, dass bei einem ruhig stehenden Pferde auf das Vordertheil etwa 9 Theile, auf das Hintertheil etwa 11 Theile entfallen, oder dass sich Vordertheil und Hintertheil der Bug-Gesässlinie verhalten wie 45 : 55.

Baucher fand nämlich, dass, wenn er ein lebendes Pferd mit dem Vordertheile auf einer, mit dem Hintertheile auf einer zweiten Brückenwage wog, das Vordertheil zum Hintertheile sich verhielt wie 54·7 : 45·3. Wurde in der Stellung auf beiden Wagen der Kopf des Pferdes so weit gesenkt, dass die Nasenspitze die Vorderbrust berührte, so wurde der Vorderkörper schwerer, im Verhältniss zum Hinterkörper wie 56·5 : 43·5; dagegen sank dieses Verhältniss auf 54·2 : 45·8, wenn der Kopf so hoch gehoben wurde, dass die Nasenspitze sich in gleicher Linie mit dem Widerriste befand. Wenn Baucher sich auf dem Pferde schulgerecht in den Sattel setzte, so vertheilte sich das Gewicht des Reiters derart, dass 64·1 % desselben auf den Vorderkörper und nur 35·9 % auf den Hinterkörper fielen. Das Gewichtverhältniss zwischen Vorderkörper und Hinterkörper des Pferdes war in diesem Falle wie 56 : 44. Lehnte sich Baucher im Sattel zurück und zog er den Kopf des Pferdes zu sich, so wurde, in diesem günstigsten Falle der Entlastung des Vorderkörpers, das Gewichtverhältniss zum Hinterkörper wie 52 : 48.

c) Das Skelet in Bewegung.

§. 136. *Die Hebelwirkung der Knochen.*

Die passiven Bewegungen der Knochen durch die an ihnen befestigten und sich verkürzenden Muskeln folgen dem Hebelgesetze. Die Knochen wirken meistens als einarmige Hebel, deren Unterstützungspunkt (Drehpunkt) bald in dem einen, bald in dem anderen Gelenke desselben Knochens liegt (z. B. für den Unterarm bald im Ellenbogengelenke, bald im Vorderkniegelenke), je nachdem es gebeugt oder gestreckt wird; für die Beugung des letzten Zehengliedes bildet der Boden den Unterstützungspunkt.

Als zweiarmige Hebel kommen die Knochen des Vordergliedes in Anwendung beim Scharren und die Knochen des Hintergliedes beim Hintenausschlagen. Bei allen übrigen Bewegungen unserer Hausthiere wirken aber die Knochen in den meisten Fällen als gerade einarmige Hebel oder in wenigen Fällen, wie die Wirbelknochen, als Winkelhebel.

Die einarmigen Knochenhebel sind entweder Geschwindigkeitshebel (Wurfhebel) oder Krafthebel. Ersteres ist der Fall

auf der Beugeseite der Gelenke, letzteres auf der Streckseite derselben.

Auf der Beugeseite der Gelenke greift der Muskel, als bewegende Kraft, stets nahe dem oberen Gelenke (dem Unterstützungspunkte) an, während die Last demselben ferner liegt, nämlich entweder am unteren Ende des Knochens, oder im Schwerpunkte desselben.

Auf der Streckseite greift der Muskel stets in möglichst weiter Entfernung vom Unterstützungspunkte an, während die Last demselben näher liegt.

Die Beugemuskeln bewirken also die Geschwindigkeit der Bewegung, die Streckmuskeln die Kraft der Bewegung, beziehungsweise die Bewegung grosser Last.

Die meisten Muskeln greifen ihre Hebelarme schief an, wenigstens im Uebergange vom Ruhezustande zur Bewegung. Wenn wir die Längsaxenlinie eines Muskels als die Resultante betrachten der Verkürzungskräfte der einzelnen gerade oder schräge verlaufenden Muskelfasern, so finden wir das statische Moment der Kraft, in Anwendung des Hebelgesetzes auf schief angreifende Kräfte, auf zweierlei Weise: entweder durch Zerlegung der Resultante (als Grösse der Muskelkraft) in ihre beiden Komponenten, von denen die eine in der Richtung des Hebelarmes wirkt, also für die Bewegung desselben verloren geht (d. h. die Bewegung wirkt in der Richtung des Hebelarmes auf das Gelenk, beziehungsweise gelenkpressend, und wird zum Theile in Wärme umgewandelt), während die andere senkrecht auf den Hebelarm wirkt und um so grösser wird, je mehr sich der Angriffswinkel der Kraft 90^0 nähert (bei 90^0 ist jene die Resultante vertretende Komponente derselben gleich, d. h. die Kraft kommt zur vollen Geltung); oder das statische Moment der Kraft wird gefunden: wenn wir vom Unterstützungspunkte des Hebels ein Perpendikel ziehen auf die Richtung der Kraft.

Das Kraftmoment ist ganz gleich dem Produkte aus der Grösse der Kraft und der Länge des Perpendikels. Man bezeichnet dieses Perpendikel auch als den „theoretischen Hebelarm“.

Im Thierkörper greifen die Streckmuskeln meistens an den längeren theoretischen Hebelarm an, die Last an den kürzeren Arm; dagegen geschieht der Angriff der Beugemuskeln stets an dem kürzeren theoretischen Hebelarme, der Angriff der Last an dem längeren Arm.

Der Angriffspunkt der Streckmuskeln liegt meistens an besonderen Fortsätzen der Knochen, die passend als „Streckfortsätze“ bezeichnet werden können; zu denselben gehören die Dornfortsätze der Wirbel, der Ellenbogenhöcker, der Umdreher des Oberschenkels, der Fersenhöcker u. s. w. Der Angriffspunkt der Last befindet sich für den Fall der Streckung stets in dem nächsten Gelenke, also z. B. für den Angriff der Streckmuskeln des Ellenbogens im Ellenbogengelenke, für die Streckmuskeln der Ferse im Sprunggelenke; der Unterstützungspunkt, beziehungsweise der Drehpunkt der betreffenden Knochen als Hebelarme aber liegt in dem ferneren Gelenke, also z. B. für die Wirkung der Ellenbogen-Streckmuskeln im Vorderkniegelenke, für die Wirkung der Fersen-Streckmuskeln im Fesselbeingelenke.

Der Angriff der Beugemuskeln aber erfolgt zunächst dem Gelenke, welches den Drehpunkt des Hebels bildet, den die Beugemuskeln zu bewegen haben, also z. B. die Beugemuskeln des Unterarmes greifen zunächst dem Speichengelenke und unterhalb desselben an, und der Angriffspunkt der Last (des zu hebenden Vordergliedes) liegt im entfernteren Gelenke (im Vorderkniegelenke); die Beugemuskeln des Hinter-Mittelfusses greifen zunächst dem Sprunggelenke und unterhalb desselben an, und der Angriffspunkt der Last liegt im Fesselgelenke.

Da die Beugemuskeln stets an den kürzeren Hebelarm angreifen, so ist der Weg, den ihr Hebelarm (der Hebelarm der Kraft) beschreibt, der kleinere, der Weg des längeren Hebelarmes der Last aber der grössere; nach dem Gesetze von der virtuellen Geschwindigkeit aber verhalten sich die Wege, welche die bewegten Hebelarme zurücklegen, wie die Länge der Hebelarme, beziehungsweise wie die Entfernungen der Angriffspunkte der bewegenden Kräfte (Kraft und Last) vom Drehpunkte des Hebels.

Da ferner die Streckmuskeln meistens an den längeren Hebelarm angreifen, so ist der Weg derselben grösser, als der Weg des Hebelarmes der Last. Es wird hier also Kraft gewonnen auf Kosten der Geschwindigkeit, während bei der Wirkung der Beugemuskeln Kraft für die Bewegung verloren geht, dafür aber Geschwindigkeit gewonnen wird.

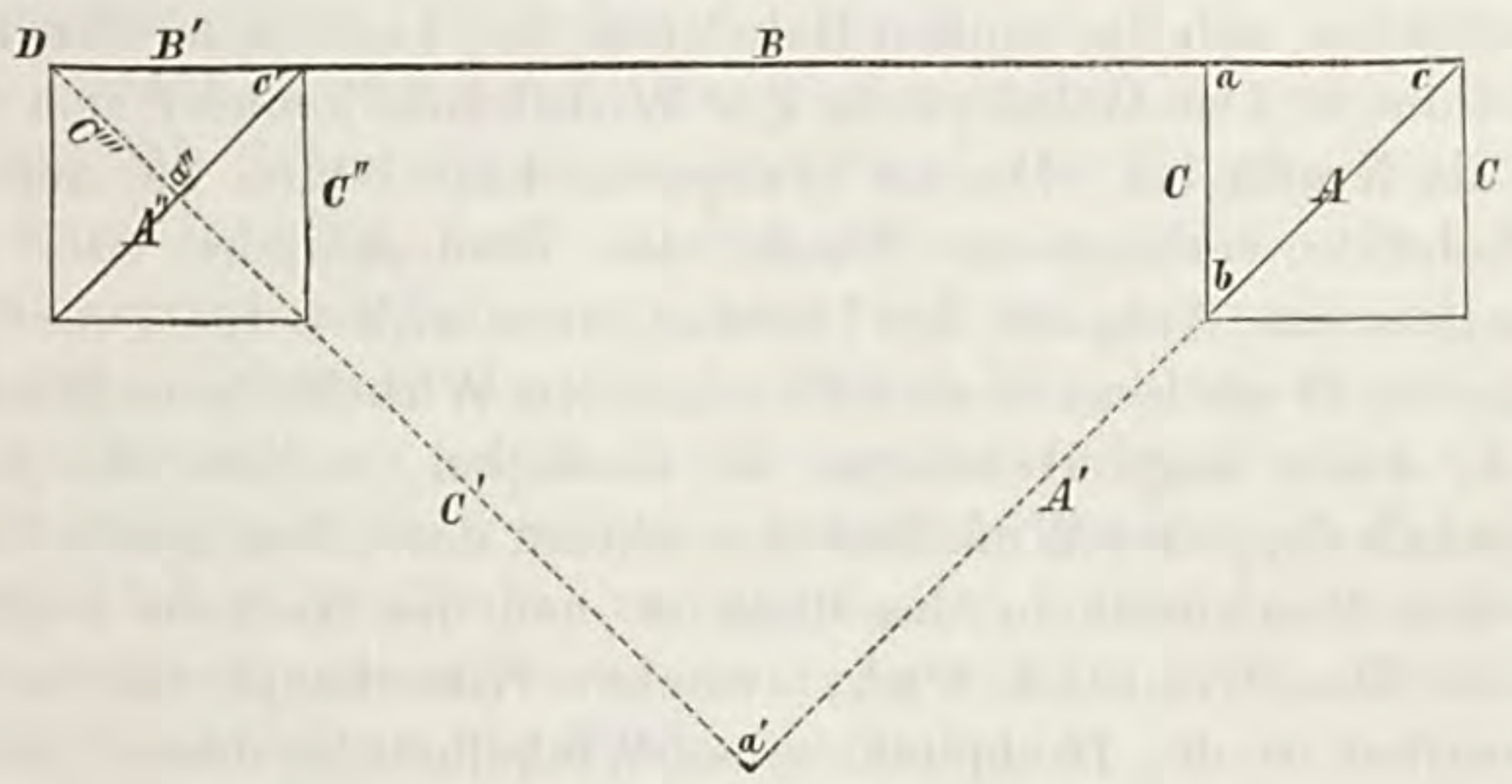
Den „theoretischen Hebelarm“ finden wir durch die in Fig. 68 ausgeführte Konstruktion. *A* sei die Grösse der in dem spitzen Winkel *c* an den

einarmigen Hebel B*) angreifenden Kraft; der Drehpunkt des Hebels liegt in D. Das Kraftmoment ist also das Produkt aus der Komponente C und dem Hebelarme B. Da $C = A \sin c$ ist, so wird C um so grösser, wenn bei gleichbleibendem A (= 1) der Winkel c grösser wird; C wird am grössten (= A = 1), wenn der Winkel $c = 90^0$ wird, da $\sin 90^0 = 1$ ist. Die Kraft hat also die grösste Wirkung, wenn sie senkrecht den Hebelarm angreift.

Verlängern wir die Richtung der Kraft = A' und ziehen vom Drehpunkte D des Hebels das Perpendikel C', welches A', beim Winkel a' trifft, so entsteht ein Dreieck mit den Seiten $B\ C'\ A'$, dessen Winkel denen des Dreiecks $A\ C\ B$ gleich, dessen Seiten also proportional sind. Es verhält sich demnach $A : C = B : C'$, woraus folgt $A\ C' = C\ B$, d. h. das Produkt aus der Grösse der Kraft und der Länge des vom Drehpunkte des Hebels auf die Richtung der Kraft gefällten Perpendikels, ist gleich dem Produkte aus der Komponente der Kraft und der Länge des Hebelarmes.

Wir haben hiemit den theoretischen Hebelarm C' gefunden für die an den längeren Hebelarm angreifende Kraft A, somit für die Wirkung des Kraft-

Fig. 68.



Konstruktion des „theoretischen Hebelarmes".

hebels. Den theoretischen Hebelarm für die Wirkung des Wurfhebels finden wir, wenn wir vom Drehpunkte des Hebels ein Perpendikel C''' fällen auf die Richtung der an den kurzen Hebelarm angreifenden Kraft A'', welches die Richtung der Kraft beim Winkel a'' trifft. Wenn diese Kraft unter gleichem Winkel (c') den Hebelarm B angreift, wie die Kraft A (in c), wie Fig. 68 zeigt, so hat der theoretische Hebelarm C''' des Wurfhebels die gleiche Richtung wie der theoretische Hebelarm C' des Krafthebels, und es ist $A''\ C''' = C''\ B'$.

Im ersten Falle gibt uns also der grössere theoretische Hebelarm C' multiplizirt mit der Kraft (= 1), das grössere Kraftmoment des Krafthebels; im zweiten Falle: der kleinere theoretische Hebelarm C''', multiplizirt mit der Kraft (= 1), das kleinere Kraftmoment des Wurfhebels.

---

*) Der Buchstabe B gilt sowohl für den ganzen Hebel, wie für die den Winkeln a und c anliegende Seite.

§. 137. *Die Hebelwirkungen an den Gelenken des Körperstammes.*

1. Die Gelenke zwischen den Wirbelkörpern bilden die Angriffspunkte der Last, und der Wirbelkörper selbst stellt den kurzen Arm eines Winkelhebels dar, dessen langer Arm (als Angriffspunkt der Kraft) der Dornfortsatz des Wirbels ist; der Drehpunkt dieses Winkelhebels liegt inmitten des Wirbelkörpers. An den Halswirbeln wird der lange Arm des Winkelhebels zum Theile durch das Nackenband ersetzt. Je nachdem die an die Dornfortsätze, beziehungsweise an das Nackenband, sich ansetzenden Streckmuskeln des Rückens und des Nackens den Vorderkörper auf den Hinterkörper, oder diesen auf jenen heben, werden jene langen Arme des Winkelhebels (an denen die Kraft angreift) nach hinten oder nach vorn gesenkt, und dem entsprechend heben sich die kurzen Hebelarme der Last nach vorn oder nach hinten. Das Hebelsystem der Wirbelsäule kennzeichnet sich also als Krafthebel. Die zu bewegende Last bilden die mit der Wirbelsäule verbundenen Theile des Vorderkörpers oder des Hinterkörpers. Aehnlich den Dornfortsätzen wirken die Querfortsätze der Wirbel; auch sie bilden mit den Wirbelkörpern Winkelhebel, deren lange Hebelarme sie darstellen, so dass also jeder Wirbel als doppelter Winkelhebel erscheint, deren bewegende Kraft von den Streckmuskeln des Rückens und des Nackens ausgeht.

2. Das Genickgelenk, zwischen Hinterhaupt und erstem Halswirbel ist der Drehpunkt eines Winkelhebels, dessen kurzer Hebelarm von der Nackenfläche der Hinterhauptschuppe und dem Warzenfortsatze des Felsenbeines, dessen langer Hebelarm von dem vor dem grossen Hinterhauptloche liegenden Knochen des Schädelgrundes und des Gesichtes gebildet wird.

Der kurze Hebelarm ist hier der Hebelarm der Kraft, die von den an die bezeichneten Knochentheile sich ansetzenden Streckmuskeln des Nackens ausgeht. Die Last für den langen Hebelarm bildet das Gewicht des Kopfes, oder bei der Bewegung des Wühlens und Aufwerfens der Erde — das Gewicht derselben, oder beim Abreissen des Futters vom Boden — der Widerstand der Wurzeln. Dieser Winkelhebel wirkt also als Geschwindigkeits- oder Wurfhebel.

Dasselbe Gelenk bildet auch den Drehpunkt für den einarmigen Hebel, an dessen kurzen Hebelarm (den Muskelhöcker

des Hinterhauptkörpers) die Beugemuskeln des Kopfes (der Hals- und der Trägermuskel des Grundbeines) angreifen. Die vor dem Ansatze dieser Muskeln liegenden Knochen des Schädelgrundes und des Gesichtes bilden den längeren Hebelarm der Last, der grösstentheils mit dem langen Hebelarme des vorgenannten Winkelhebels zusammenfällt. Auch der einarmige Hebel, an welchen die Beugemuskeln des Kopfes angreifen, ist ein Geschwindigkeitshebel.

3. Das Unterkiefergelenk bildet den Drehpunkt für einen Winkelhebel, an dessen kurzen Hebelarm (den Schnabelfortsatz des Unterkiefers) die Kraft angreift in Gestalt des Schläfenmuskels des Unterkiefers, an dessen langen Hebelarm (den Schläfenast und den Zahnfachast des Unterkiefers) die Last angreift in Form des beim Kauen Widerstand leistenden Bissens. Dieser Winkelhebel wirkt ebenfalls als Geschwindigkeitshebel.

Dasselbe Gelenk bildet aber auch den Drehpunkt für den einarmigen Hebel, an dessen kurzen Hebelarm der Jochmuskel und der Flügelmuskel des Unterkiefers angreifen, und an dessen langen, mit Zähnen besetzten Hebelarm, der zu kauende Bissen als Last angreift; auch in dieser Form wirkt der Hebel als Geschwindigkeitshebel, wenn auch nur im geringen Grade, da der lange Hebelarm nur wenig länger ist, als der kurze. An diesem Hebel kann jedoch der Drehpunkt verlegt werden an das äusserste Ende des langen Hebelarmes, d. h. zwischen die Schneidezähne; alsdann greifen die vorbezeichneten Muskeln an den langen Hebelarm an, der alsdann mit grosser Kraft beim Zermalmen harter Futtermassen als Krafthebel wirkt.

4. Das Zungenbein stellt einen doppelten Winkelhebel dar. Der hintere Winkelhebel besteht aus dem grossen (hinteren) und dem kleinen (vorderen) Zungenbeinaste, von denen jener mit dem Zungenbeinfortsatze des Felsenbeines, dieser mit dem Zungenbeinkörper gelenkig verbunden ist; das Gelenk, welches die beiden Zungenbeinäste verbindet, bildet den Drehpunkt des hinteren Winkelhebels, an dessen hinteren längeren Hebelarm die aufwärts und rückwärts bewegende Kraft (der Drosselmuskel und die Zungenbeinastmuskeln des Zungenbeines), an dessen vorderen kürzeren Hebelarm die zu bewegende Last angreift, nämlich der an den Zungenbeinkörper, beziehungsweise an dessen Gabeläste befestigte Luftröhrenkopf. Der vordere Winkelhebel des Zungenbeines besteht aus dem Gabelgriff, beziehungsweise aus dem Zungenbeinkörper — als kurzem Hebelarm, und den Gabelästen, welche

mit dem Luftröhrenkopfe (Schildknorpel) verbunden sind — als langen Hebelarmen. Der kurze Hebelarm bildet den Angriffspunkt für die aufwärts und vorwärts bewegende Kraft (die Unterkiefer- und Zungenmuskeln des Zungenbeines). Der hintere Winkelhebel des Zungenbeines wirkt also als Krafthebel, der vordere als Wurfhebel.

§. 138. *Die Hebelwirkungen an den Gelenken des Vordergliedes.*

1. Das Schulterblatt bildet mit dem Oberarmbeine einen, hauptsächlich durch die Feststeller des Buggelenkes (mm. supraspinatus, infraspinatus, subscapularis et coraco-brachialis) und durch die Sehne vom Schultermuskel der Speiche (musc. biceps brachii), zusammengefügten Winkelhebel, dessen Drehpunkt in dem Dreieck liegt zwischen den Ansatzstellen des Halswirbelmuskels und des Rippenmuskels der Schulter (mm. serratus anticus superior et inferior), etwas oberhalb der Beule des Schulterkammes. Der Knochentheil, sowie der ihn ergänzende Knorpeltheil oberhalb der Beule des Schulterkammes, bildet den kurzen Hebelarm der Kraft; der unterhalb liegende Theil des Schulterblattes, sowie das Oberarmbein, welches bei der Beugung und Streckung des Vordergliedes mit dem Schulterblatte beinahe unbeweglich im Buggelenke verbunden ist, bildet den langen Hebelarm der Last. An dem bezeichneten kurzen Hebelarme bewirkt der Rippenmuskel der Schulter die Vorwärtsbewegung (Beugung) des Vordergliedes.

Dieser Muskel wird unterstützt von dem Nackenmuskel des Buges, der bei festgestelltem Nacken (also bei erhobenem Haupte) den Bugwinkel nach vorn-oben hebt. Für den Rippenmuskel der Schulter haben die im Buggelenke vereinigten Knochen die Bedeutung eines zweiarmigen, für den Nackenmuskel des Buges die Bedeutung eines einarmigen Winkelhebels. In beiden Fällen liegt der Drehpunkt des Hebels, wie angegeben, etwas oberhalb der Beule des Schulterblattkammes, und in beiden Fällen wirkt der Hebel als Geschwindigkeitshebel.

Beim Niedersetzen (Stützen) des Vordergliedes wird — bei gesenktem Haupte — der Nackenwinkel des Schulterblattes durch den oberflächlichen und tiefen Nackenmuskel der Schulter (musc. cucullaris pars anterior et musc. levator anguli scapulae), sowie durch den Halswirbelmuskel der Schulter (musc. serratus anticus

superior) und den Brustbeinmuskel der Schulter (musc. pectoralis minoris pars superior) nach vorn-oben, ferner durch den oberflächlichen und den tiefen Widerristmuskel der Schulter (musc. cucullaris pars posterior et musc. rhomboideus major) nach oben-medianwärts gezogen. Diese fünf Muskelpaare führen den kurzen Hebelarm des Schulterblattes also nach vorwärts und aufwärts, während gleichzeitig der Bugwinkel und das Oberarmbein durch den Brustmuskel des Buges (musc. pectoralis minoris pars inferior) und den Rückenmuskel des Oberarmes (musc. latissimus dorsi) nach rückwärts geführt werden. Diese beiden Muskeln wirken also als Antagonisten vom Nackenmuskel des Buges.

2. Der Unterarm stellt für die Wirkung der Beugemuskeln desselben (musc. biceps brachii et musc. brachialis internus) einen einarmigen Hebelarm dar, dessen Drehpunkt im Oberarm-Speichengelenke liegt und dessen langer Hebelarm der Last bis zum Vorderkniegelenke reicht; den Beugemuskeln bietet sich also die Speiche als Geschwindigkeitshebel dar. Die Streckmuskeln des Unterarmes (mm. anconaei et musc. extensor cubiti longus) greifen den Ellenbogenhöcker an, als das obere Ende des bis zum Vorderkniegelenke reichenden langen Hebelarmes der Kraft, während der kurze Hebelarm der Last vom Ellenbogengelenke bis zum Vorderkniegelenke reicht. Für die Streckmuskeln sind also die Unterarmknochen — Krafthebel.

3. Das Gelenk zwischen Unterarm und Vorderknie ist der Drehpunkt für die Knochen des Vorderkniegelenkes und des Mittelfusses, die vereinigt einen einarmigen Geschwindigkeitshebel bilden, sowohl für die am Hakenbeine angreifenden Beugemuskeln (musc. extensor et flexor carpi ulnaris, musc. flexor carpi radialis), wie für die am oberen Ende des Mittelfusses angreifenden Streckmuskeln (musc. extensor carpi radialis longus et musc. abductor pollicis longus). Die Streckung geschieht an dem gehobenen Beine.

4. Das Fesselgelenk bildet den Drehpunkt für die Streckung der drei Zehenglieder, die unter sich wenig beweglich sind. Die beiden Streckmuskeln der Zehen (musc. extensor digiti minimi et musc. extensor digitorum communis) strecken dieselben am gehobenen Gliede, kurz vor dem Niederfall desselben.

Der erstgenannte greift an den kurzen Hebelarm an, der andere (der sich an den Kronfortsatz des Hufbeines befestigt) an die untere Hälfte des Hebelarmes — wenn man die drei Zehenglieder

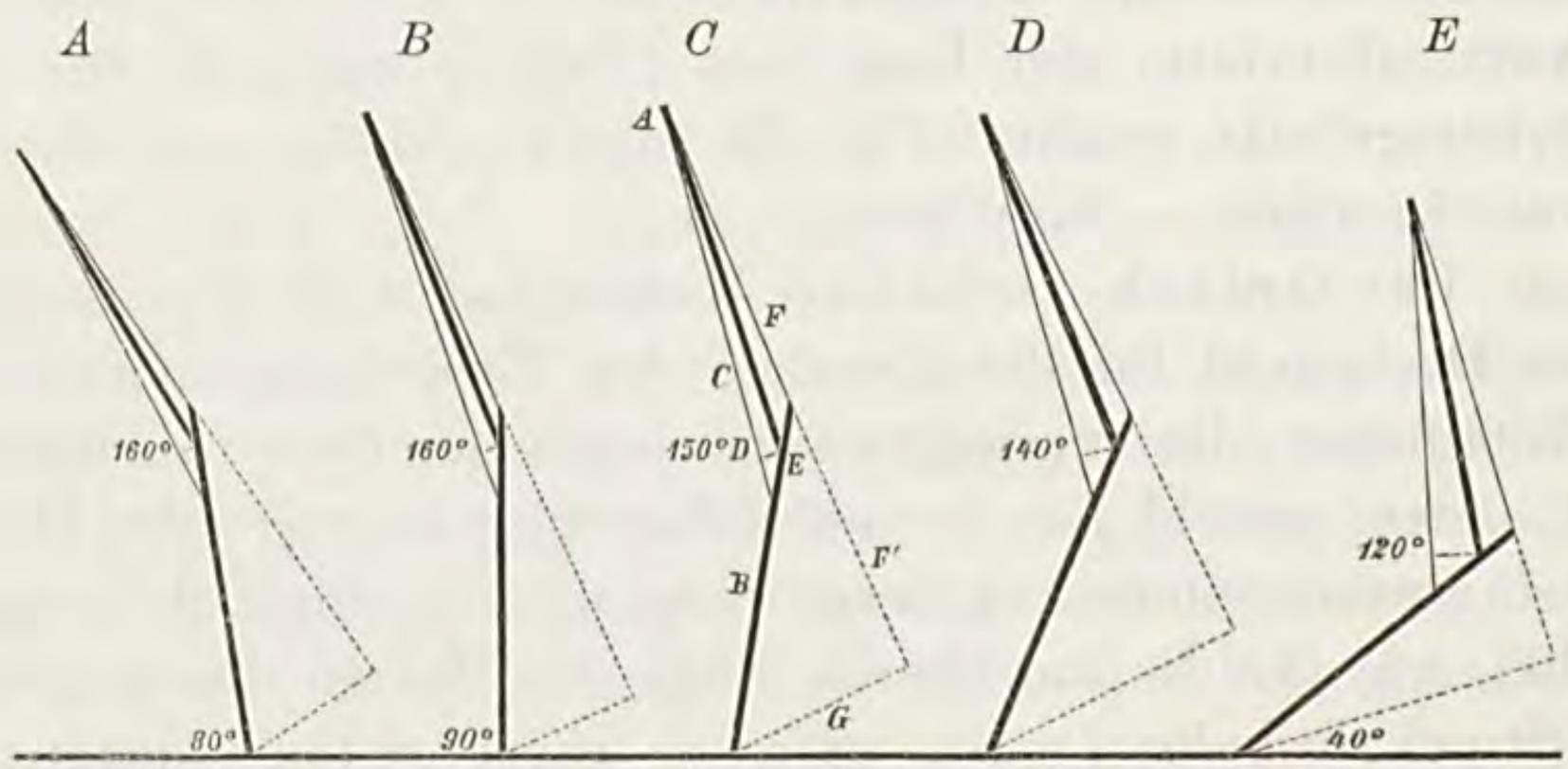
als einzigen Hebelarm annehmen will — oder an den kurzen Hebelarm, wenn man das Hufbein als besonderen Hebelarm gelten lässt.

Die beiden Beuger der Zehen (mm. flexor digitorum sublimis et profundus) wirken bei den auf dem Boden gestütztem Gliede, das sie als Krafthebel benutzen. Die zu hebende Last (der Vorderkörper) greift im Fesselgelenke an. Da die Streckmuskeln der Zehen sich mit der Beugung des Unterarmes verkürzen, und die Beugemuskeln der Zehen sich mit der Streckung des Unterarmes verkürzen, so beginnt die Streckung der Zehen schon während der Beugung des Unterarmes, und die Beugung der Zehen schon während der Streckung des Unterarmes.

§. 139. *Die Hebelwirkungen an den Gelenken des Hintergliedes.*

1. Das Hüftgelenk bildet den Drehpunkt für den einarmigen Hebel, an dessen kurzen Hebelarm die Beugemuskeln

Fig. 69.



Stellung des Sprunggelenkes vom Pferde.

A gestreckte Stellung,
B steile Stellung,
C normale Stellung,
D säbelbeinige Stellung,
E Galopstellung.

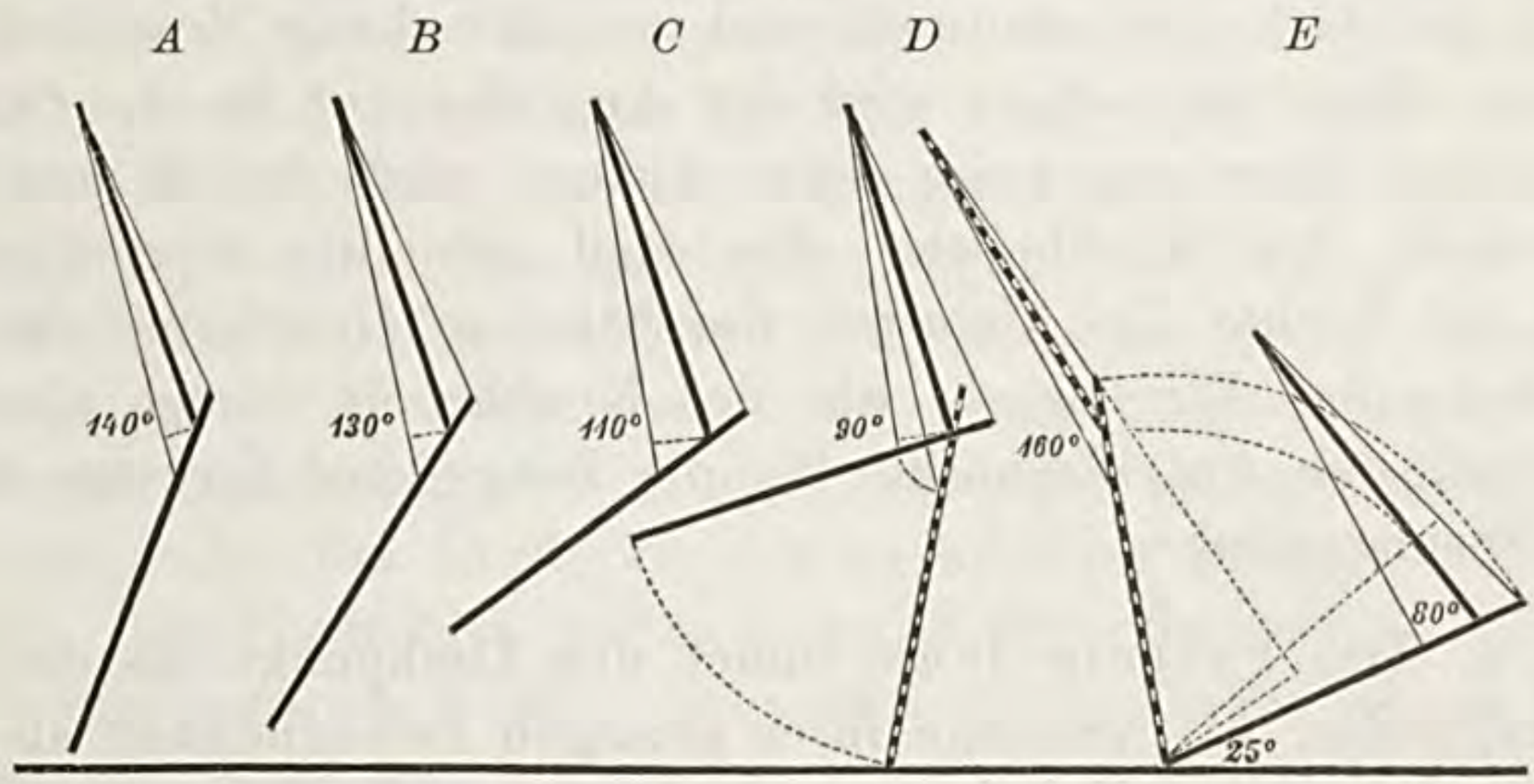
Unter *C* bedeutet: *A* Unterschenkelaxe, *B* Axe der Fusswurzel und des Mittelfusses, *C* Resultante vom Beugemuskel des Sprunggelenkes, *D* theoretischer Hebelarm des Wurfhebels (für den Beugemuskel), *E* Gelenk zwischen Schienbein und Rollbein, *F* Resultante der Streckmuskeln des Sprunggelenkes, *F'* deren Verlängerung, *G* theoretischer Hebelarm des Krafthebels (für die Streckmuskeln). Die Linien der übrigen Figuren haben die gleiche Bedeutung.

angreifen; die Last (das gehobene Glied) greift an das Ende des Oberschenkels an. Für die Streckmuskeln, welche an den durch

die Umdreher verlängerten Hebelarm angreifen, bildet das Hüftgelenk den Angriffspunkt der Last (welche durch die Verkürzung sämmtlicher Streckmuskeln des Hintergliedes in der Richtung der Wirbelsäule fortgeschoben wird), das Hinterkniegelenk den Drehpunkt des Hebels. Das Oberschenkelbein ist also für die Beugemuskeln ein Geschwindigkeitshebel, für die Streckmuskeln ein Krafthebel.

2. Das Hinterkniegelenk bildet den Drehpunkt für den einarmigen Hebel des Unterschenkels; an den kurzen Hebelarm greift der einzige Beugemuskel (musc. popliteus) an. An den langen Hebelarm des Unterschenkels, der durch die Kniescheibe

Fig. 70.



Stellung des Sprunggelenkes vom Pferde.

A Gehoben im Schritt,
B Schweben im Schritt,
C Schweben im Trab,
D Schweben im Galop,
E Sprungstellung, mit dem Uebergange aus der stark gebeugten (80°) in die gestreckte Stellung (160°).

verlängert ist, greift der mächtige Oberschenkelmuskel der Kniescheibe an (musc. extensor cruris quadriceps), während der Angriffspunkt der Last im Kniegelenke und der Drehpunkt des Hebels im Sprunggelenke liegt. Auch hier dient der Knochen dem Beugemuskel als Geschwindigkeitshebel, dem Streckmuskel als Krafthebel.

3. Das Sprunggelenk bildet den Drehpunkt des aus den Sprunggelenkknochen und dem Hinter-Mittelfusse zusammengefügten einarmigen Hebels, dessen Angriffspunkt der Kraft (durch den Schenkelmuskel des Mittelfusses, musc. tibialis anticus) dicht unter dem Gelenke zwischen Fusswurzel und Mittelfuss

liegt; der Angriffspunkt der Last befindet sich am unteren Ende des Knochens. Die beiden Streckmuskeln greifen an die Verlängerung (Fersenhöcker) des langen Hebelarmes an, dessen Drehpunkt im Fesselgelenke liegt; der Angriffspunkt der Last befindet sich bei der Streckung in dem Gelenke zwischen Schienbein und Rollbein. Aus Fig. 69 und 70 ergibt sich, dass der theoretische Hebelarm *D* des Wurfhebels für den Beugemuskel des Sprunggelenkes um so grösser wird, je mehr das Gelenk gebeugt wird. Bei vorgeschrittener Beugung hat also der Beugemuskel den günstigsten Angriffspunkt; zugleich wächst damit der theoretische Hebelarm des Krafthebels für die Streckmuskeln des Sprunggelenkes, die im Zustande der grössten Beugung den günstigsten Angriffspunkt für ihre Kraftwirkung haben. Je mehr die Beugung des Gelenkes abnimmt und die Streckung desselben zunimmt, desto ungünstiger wird der Angriffspunkt für die Streckmuskeln, beziehungsweise desto kleiner wird der theoretische Hebelarm des Krafthebels. Ein steil gestelltes Sprunggelenk (Fig. 69 *B)* hat die kleinsten theoretischen Hebelarme für die Wirkung des Wurfhebels wie des Krafthebels, bietet also die ungünstigsten Angriffspunkte für die Beuge- und Streckmuskeln des Sprunggelenkes.

4. Das Fesselgelenk bildet den Drehpunkt für die drei Zehenglieder, die vermöge ihrer geringen Beweglichkeit als einziger einarmiger Hebelarm aufgefasst werden können. Die Streckung der Zehenglieder findet statt bei gehobenem Beine, die Beugung bei gestütztem Beine, dessen Drehpunkt alsdann die Zehenspitze des Hufes oder der Klaue ist. Im Uebrigen walten dieselben mechanischen Verhältnisse ob, wie am Vordergliede. Da die Sehne vom hinteren Oberschenkelmuskel der Zehen (musc. flexor digitorum sublimis) mit der Sehne vom Oberschenkelmuskel des Fersenbeines (musc. gastrocnemius) verwachsen ist, so beginnt im Fortschritte der Fersenbeinstreckung bereits die Beugung der Hinterzehen. Da ebenfalls der vordere Oberschenkelmuskel der Zehen (musc. extensor digitorum longus) mit dem Schenkelmuskel des Mittelfusses (musc. tibialis anticus) verbunden ist, so muss sich mit des letzteren Verkürzung (Beugung des Sprunggelenkes) gleichzeitig auch die Zehe strecken.

Bei steil gestelltem Hintergliede entsteht, in Folge geringerer Spannung des oberflächlichen Zehenbeugers, über dem Fersen-

höcker häufig eine zu kleine Winkelstellung im Fesselgelenke; ebenso entsteht bei säbelbeiniger Stellung wegen zu grosser Spannung jenes Muskels häufig ein zu steiler Fesselwinkel.

§. 140. *Der Beginn der Ortsbewegung.*

Das Thier im Stehen stützt sich auf beide Vorderbeine, aber gewöhnlich nur auf ein Hinterbein, das den Rumpf in leicht gebeugter Stellung unterstützt, weil alsdann die Streckmuskeln günstiger angreifen können, in Folge der Vergrösserung der Winkel an den Streckfortsätzen. Da das Stehen, beziehungsweise der Gleichgewichtzustand, durch die Verkürzung, d. h. durch die Arbeit fast sämmtlicher Streckmuskeln bewirkt wird, so bedarf es nur einer geringen Steigerung dieser Arbeit, um den Schwerpunkt zu verrücken und den Gleichgewichtszustand zu stören. Dies geschieht, indem das Thier „sich versammelt", d. h. indem es beide Hinterbeine aufstellt, dieselben leicht beugt, wobei der Rumpf ein wenig gesenkt wird, und durch die Streckung des Hinterbeines den Rumpf vorschiebt. Um das Fallen des Vorderkörpers zu hindern, ist das Thier genöthigt, das Vorderbein vorwärts zu stellen, um mit demselben den vorgeschobenen Vorderkörper zu stützen. Damit ist die fortschreitende Bewegung eingeleitet.

Will das Thier rückwärts treten, so macht es die einleitenden Bewegungen umgekehrt, d. h. es rückt den Schwerpunkt nach hinten: durch Erhebung des Kopfes und Halses, durch starke Beugung der Hinterbeine und Anstemmen der Vorderglieder gegen den Boden, wobei der Unterarm stark gebeugt und der Fuss gestreckt wird.

Ein Thier, dessen Hinterbeine gestreckt stehen, kann die Vorwärtsschiebung des Rumpfes nicht ausführen ohne „sich zu versammeln". Aus diesem Grunde gibt man Reitpferden gern eine gestreckte Stellung, damit der Reiter, ohne durch die Bewegung des Pferdes gestört zu werden, in den Sattel steigen kann. Da aber mit der Streckung der Hinterbeine die Rückenwölbung sich abflacht, so erleidet der Rücken des Pferdes einen plötzlichen Ruck, wenn der Reiter sich in den Sattel setzt, wobei durch schweres Reitergewicht die Wirbelsäule niedergebogen werden und das Pferd zusammenstürzen kann. Es ist viel richtiger und den mechanischen Verhältnissen der Wirbelsäule angemessener, wenn das Pferd den Reiter in versammelter Stellung aufnimmt, weil alsdann das auffallende Reitergewicht die Wirbelsäule nicht niederbiegt, zumal das Pferd in versammelter Stellung den Rücken zu krümmen pflegt, um dem Drucke beim Aufsitzen des

Reiters entgegenzuwirken. Der Rücken biegt sich ebenfalls, wenn Kopf und Hals zu hoch gehalten werden, was der Reiter häufig beim Aufsitzen durch zu starkes Anziehen der Zügel mit der stützenden linken Hand zu thun pflegt.

§. 141. *Die Bewegung und die Muskelwirkung im Schritt.*

(Hierzu Tafel XXI.)

Bei jeder Ortsbewegung nehmen die Beine vier verschiedene Stellungen ein. Zuerst wird der Fuss gehoben, dann wird er vorwärts gesetzt, dann auf den Boden gestützt, und endlich gestreckt, wobei der Körper durch die Streckmuskeln vorwärts geschoben wird. Wir bezeichnen diese vier Stellungen kurz mit den Worten:

1. „Heben“,
2. „Schweben“,
3. „Stützen“,
4. „Strecken“.

Bei der ersten und zweiten Stellung ist das betreffende Bein vom Boden erhoben, bei der dritten und vierten Stellung berührt es den Boden.

Beim Heben des Beines befinden sich die oberen Glieder (Schulter, Oberarm und Unterarm, sowie Oberschenkel, Unterschenkel und Fersenbein) noch in der Streckung, während der Fuss in der Beugung den Boden verlässt. Während des Schwebens befindet sich das ganze Bein in der Beugung, aber gegen das Ende dieser Stellung, beziehungsweise eben vor dem Stützen, tritt der Fuss bereits in die gestreckte Stellung, in welcher er den Boden berührt. Beim Stützen des Beines befinden sich die eben genannten oberen Glieder noch in der Beugung. Bei der rasch folgenden vierten Stellung werden sämmtliche Gelenke gestreckt und der Rumpf vorwärts geschoben; gegen das Ende der Streckung aber erhebt sich bereits der Fuss vom Boden, d. h. er tritt in die Beugung, was sich aus der früher erwähnten Verbindung der Beugesehnen des Fusses mit den Streckmuskeln des Ellenbogens, beziehungsweise des Fersenbeines, erklärt.

Jeder Fuss nimmt also nach der Reihe die vier Stellungen an: Heben, Schweben, Stützen, Strecken.

Beim Schritte des Pferdes beginnt die Bewegung mit dem Strecken eines Hinterbeines, wir wollen annehmen: mit dem

Strecken des weiter nach hinten stehenden rechten Hinterbeines, wobei das Pferd auf das rechte Vorderbein und auf das linke vorwärts gestellte Hinterbein sich stützt und das linke Vorderbein gehoben wird, um im nächsten Augenblicke zu schweben, während das rechte Hinterbein gehoben und das rechte Vorderbein sowie das linke Hinterbein gestreckt wird. In der dritten Stellung stützt das linke Vorderbein, das rechte Hinterbein schwebt, das rechte Vorderbein hebt sich und das linke Hinterbein verharrt noch im Strecken. In der vierten Stellung streckt das linke Vorderbein, das rechte Hinterbein stützt, das rechte Vorderbein schwebt und das linke Hinterbein hebt sich. Mit der vierten Stellung nimmt die regelmässige Bewegung des Schrittes ihren Fortgang, was beim Anfange, wo drei Füsse auf dem Boden stehen und nur einer erhoben ist, nicht der Fall ist. Wenn das Pferd einmal im Gange ist, folgen sich die vier Stellungen: Heben *(H.)*, Schweben *(Sch.)*, Stützen (**St.**), Strecken (**Str.**) nach folgendem Schema, in welchem die auf dem Boden befindlichen Beine durch fettgedruckte Buchstaben bezeichnet sind und die Stellung der Buchstaben die Stellung der rechten und linken Vorder- und Hinterbeine angiebt.

1. Stellung:	2. Stellung:	3. Stellung:	4. Stellung:
H. **St.**	*Sch.* **Str.**	**St.** *H.*	**Str.** *Sch.*
Sch. **Str.**	**St.** *H.*	**Str.** *Sch.*	*H.* **St.**

Die Beine bewegen sich also abwechselnd in Diagonalen und in gerader Richtung, also z. B.: auf das linke Vorderbein folgt mit der gleichen Stellung das rechte Hinterbein, diesem das rechte Vorderbein, diesem das linke Hinterbein, diesem das linke Vorderbein u. s. f. Der Rumpf wird also, da stets zwei Glieder am Boden sind, gestützt:

1. in der Linie beider rechten Beine;
2. in der Diagonale von rechts-vorn nach links-hinten;
3. in der Linie beider linken Beine;
4. in der Diagonale von rechts-vorn nach links-hinten.

Jedesmal wenn ein Bein auf den Boden tritt, also in der Stellung des Stützens, hört man einen Hufschlag und bei einer vollständigen Schrittbewegung hört man vier Hufschläge, von denen, wenn wir vom Heben des linken Vorderbeines ausgehen, der 1. und 2., sowie der 3. und 4. rascher auf einander folgen, als der 2. und 3., und der 4. und 1. Wenn nämlich die Beine

auf gleichen Seiten den Boden berühren, so verlassen sie diese Stellung rascher, weil der Rumpf dann nur einseitig und unvollkommen gestützt ist, während der Rumpf sicherer gestützt ist in der diagonalen Stellung der Beine, welche zu verlassen dieselben gleichsam zögern.

Diese Zögerung, d. h. die längere Pause, findet also statt: nach dem Auftritte der beiden Hinterbeine. Dagegen folgt dem Auftritte der beiden Vorderbeine rasch der Auftritt der diagonalen Hinterbeine.

Wenn das Pferd im Schritte angehalten wird oder sich selbst anhält, so geschieht dies beim Stützen eines Vorderbeines, also z. B. des rechten Vorderbeines; dann verbleibt das rechte Hinterbein in gestreckter Stellung, das schwebende linke Hinterbein stützt sich rasch, steht demnach vorwärts und das eben gehobene linke Vorderbein setzt sich an gleicher Stelle wieder nieder. Wenn das Pferd in dieser Stellung stehen bleibt, so erfolgt die Fortsetzung der Bewegung nach kurzer Zeit in der oben beschriebenen Ordnung der Beinstellungen, d. h. das zurückstehende linke Vorderbein hebt sich u. s. w. Wenn der Stillstand längere Zeit dauert, so wechselt das Pferd selbstverständlich die Füsse und es versammelt sich bei der Fortsetzung der Bewegung aufs Neue. Wenn alle vier Beine gerade gestellt sind, so lässt es sich nicht vorhersagen, welches Vorderbein das Pferd zuerst heben wird. Wenn aber das eine Hinterbein vor dem andern steht, so wird beim Beginne der Bewegung zuerst das Vorderbein auf der gleichen Seite des vorwärts gestellten Hinterbeines gehoben, beziehungsweise das Vorderbein auf der entgegengesetzten Seite des rückwärts gestellten streckenden Hinterbeines, da ja vom Hinterbeine der Antrieb zur Vorwärtsbewegung ausgeht. Da die streckenden Hinterbeine stets auf der gleichen Seite gestützt werden, so hebt sich mit dem streckenden Hinterbeine das diagonale Vorderbein.

Die Länge des Schrittes ist abhängig von der Muskelwirkung und der Länge der Hebelarme. Ein Maass der Schrittlänge hat man in dem Abstande des sich hebenden und des stützenden Beines am Vorderkörper und am Hinterkörper. In dieser Stellung haben beide Vorderbeine und Hinterbeine gleichen Abstand von ihren Perpendikeln im Ruhezustande (vom Vorderstützen-Perpendikel und vom Hinterstützen-Perpendikel).

Durch die Verkürzung der Streckmuskeln des Hintergliedes wird der Rumpf vorwärts geschoben und der Schwerpunkt vorgerückt. Mit der Verkürzung des Rücken-Darmbeinmuskels des Oberschenkels (musc. glutaeus medius) verkürzen sich auch die mit ihm in Verbindung stehenden Streckmuskeln des Rückens und des Nackens; der Rücken, so wie Hals und Kopf werden aufgerichtet und das diagonale Vorderbein wird gehoben und vorwärts bewegt durch den Rippenmuskel der Schulter (musc. serratus anticus inferior), welcher den Rückenwinkel des Schulterblattes nach hinten-unten zieht, ferner durch den Nackenmuskel des Buges (musc. sterno-cleido-mastoideus), welcher den Bug, bei festgestelltem Nacken, nach vorn-oben zieht; gleichzeitig wird der Bug festgestellt durch die Feststeller des Buges (mm. supraspinatus, infraspinatus, subscapularis et coraco-brachialis) und durch die Ursprungsehne des den vorderen Bugwinkel überziehenden Schultermuskels der Speiche (musc. biceps brachii), durch dessen Verkürzung und des mit ihm zusammenwirkenden Oberarmmuskels der Speiche (musc. brachialis internus) der Unterarm gebeugt wird. Mit zunehmender Verkleinerung des Speichenwinkels verkürzen sich die Streckmuskeln des Fusses, und das Vorderbein gewinnt, bei gebeugtem Speichenwinkel und mit gestrecktem Fusse, seine Stützstellung am Boden.

Wenn das Vorderbein den Boden fasst, so senken sich Hals und Kopf und es verkürzen sich der oberflächliche und der tiefe Nackenmuskel der Schulter (musc. cucullaris pars anterior et musc. levator anguli scapulae), sowie der Halswirbelmuskel der Schulter (musc. serratus anticus superior), der oberflächliche und der tiefe Widerristmuskel der Schulter (musc. cucullaris pars posterior et musc. rhomboideus major); diese Muskeln ziehen den Nackenwinkel der Schulter nach vorn-oben, wobei sie unterstützt werden von dem Rückenmuskel des Oberarmes (musc. latissimus dorsi), von dem Brustmuskel des Buges (musc. pectoralis minoris pars inferior), welche beide den Bug nach hinten ziehen, und von dem Brustmuskel der Schulter (musc. pectoralis minoris pars superior), der jene an den Nackenwinkel des Schulterblattes sich ansetzenden Muskeln unterstützt.

Dem vorwärts und aufwärts geführten Schulterblatte folgend, verkürzen sich die Streckmuskeln des Ellenbogens, und der nach vorn-oben gezogene Ellenbogenhöcker schiebt den Oberarm vorwärts und aufwärts; dieser Bewegung folgen: der an das Oberarmbein

sich ansetzende Rückenmuskel (musc. latissimus dorsi) und der an den äusseren Bugwinkel sich ansetzende Brustmuskel des Buges (musc. pectoralis minoris pars inferior); durch die Verkürzung dieser beiden Muskeln wird der Rumpf an das vorgestellte und gestreckte Vorderbein gezogen. Mit der Vorwärtsschiebung des Oberarmes durch die Streckmuskeln des Ellenbogens, wird der Rückenwinkel des Schulterblattes rückwärts und abwärts geschoben und mit der vollendeten Streckung des Ellenbogens verkürzen sich die Beugemuskeln der Zehen. Durch die beiden letzterwähnten Bewegungen ist die Hebung des Vorderbeines wiederum eingeleitet und der Kreis der Schrittbewegung geschlossen.

Aus vorstehender Analyse der Muskelbewegungen ergibt sich: dass der Rumpf nicht bloss von den Hinterbeinen vorgeschoben, sondern auch von den Vorderbeinen nachgezogen wird, durch Vermittelung des Rückenmuskels des Oberarmes und des Brustmuskels des Buges.

Je mehr die Bugspitze durch die vorhergehende Streckung der an den Ellenbogenhöcker sich ansetzenden Streckmuskeln vorwärts geschoben ist, desto mehr wird der Rumpf nachgezogen, und desto mehr muss das andere Vorderbein nach vorwärts geführt werden, um den vorfallenden Rumpf zu stützen.

Die Weite des Schrittes ist also bedingt durch die Energie und die Entwicklung der Ellenbogen-Streckmuskeln (welcher die Entwicklung, beziehungsweise die Länge des Ellenbogenhöckers entspricht), sowie durch die Länge der beiden im Bugwinkel vereinigten Knochen. Je länger diese sind und je mehr die Winkelstellung des Buges sich 90 Grad nähert, beziehungsweise je spitzer der Bugwinkel wird, desto mehr verlängern sich die am Oberarmbeine und am äusseren Bugwinkel befestigten Nachzieher des Rumpfes (mm. latissimus dorsi et pectoralis minor), und desto grösser wird deren Hubhöhe.

Je schräger das Schulterblatt gestellt ist, d. h. je mehr der Nackenwinkel desselben nach hinten steht, desto länger sind die an demselben befestigten Muskeln (mm. levator anguli scapulae, serratus anticus superior, pectoralis minoris pars superior), desto mehr wird durch die Verkürzung dieser Muskeln der Nackenwinkel des Schulterblattes nach vorn gezogen, und desto mehr werden die vom hinteren Schulterblattrande entspringenden Streckmuskeln des Ellenbogens gespannt und zu um so kräftigerer Verkürzung vorbereitet.

Diese Spannung wird wesentlich unterstützt durch die mit der Vorwärtsführung des Schulter-Nackenwinkels gleichzeitig erfolgende Rückwärtsführung des hinteren unteren Endes vom Oberarmbeine, wodurch auch der Ellenbogenhöcker nach rückwärts geschoben wird, welche Stellung die Spannung seiner Streckmuskeln noch verstärkt.

Es ist also bei der Vorwärtsbewegung des Vorderkörpers das grösste Gewicht zu legen auf die möglichste Spannung und auf die folgende kräftige Verkürzung der Streckmuskeln des Ellenbogens, für welche die Lage des Buges und die Länge seiner Hebelarme von grösster Bedeutung ist.

Das Hinterbein haben wir vorhin im Zustande der Streckung verlassen, um die daraus sich ergebende Bewegung des Vorderbeines zu verfolgen. Wir wollen nunmehr die fernere Bewegung des Hinterbeines in Betracht ziehen.

Mit vollendeter Streckung des Sprunggelenkes verkürzt sich die mit der Sehne vom Oberschenkelmuskel des Fersenbeines (musc. gastrocnemius) verbundene Sehne vom hinteren Oberschenkelmuskel der Zehen (musc. flexor digitorum sublimis); der Fuss wird vom Boden gehoben, nachdem das andere Hinterbein seinen Stützpunkt am Boden gefunden hat.

Das gehobene Hinterbein wird durch den Bauch-Darmbeinmuskel des Oberschenkels (musc. ilio-psoas) vorwärts geführt. Die gleichzeitige Beugung des Hinterkniegelenkes wird bewirkt: durch den lateralen Darmbeinmuskel des Oberschenkels (musc. tensor fasciae latae), durch den lateralen und den medialen Kreuz-Sitzbeinmuskel des Schenkels (musc. biceps femoris et semitendinosus), sowie durch den Kniekehlenmuskel (musc. popliteus); die Beugung des Sprunggelenkes geschieht durch den Schenkelmuskel des Mittelfusses (musc. tibialis anticus). Im Fortgange der Beugung, eben vor dem Niedersetzen des Hinterfusses, verkürzen sich die Streckmuskeln der Zehen und der Fuss gewinnt im gestreckten Zustande den Boden, worauf durch die sich verkürzenden Streckmuskeln, welche sich an die Streckfortsätze des Oberschenkels (die Umdreher), des Unterschenkels (der Kniescheibe) und des Sprunggelenkes (dem Fersenhöcker) befestigen, das Strecken des Hinterbeines bewirkt wird, mit dessen Vollendung sich wiederum die Beugemuskeln der Zehen verkürzen und den Fuss heben, womit der Kreislauf der Bewegung des Hinterbeines aufs Neue beginnt.

Tafel XXI zeigt vier ziehende Pferde im Schritt; Pferd I zeigt die 1. Stellung: das rechte Vorderbein gehoben; Pferd II die 2. Stellung: das rechte Vorderbein im Schweben; Pferd III die 3. Stellung: das rechte Vorderbein im Stützen; Pferd IV die 4. Stellung: das rechte Vorderbein im Strecken. Man sieht auch, dass die Stellung des Halses und Kopfes der Bewegung der Vorderbeine folgt: jene heben sich auf der Seite des schwebenden, und senken sich auf der Seite des stützenden Vorderbeines. Pferd I senkt also den Kopf auf die linke Seite, Pferd III senkt ihn auf die rechte Seite, während bei Pferd II und IV der Kopf erhoben getragen wird. Je schwerer die zu ziehende Last, beziehungsweise je grösser der Kraftaufwand ist, desto tiefer wird der Kopf gesenkt und desto höher gehoben.

§. 142. *Die Bewegung im Trabe und das Schwimmen.*

Man unterscheidet den kurzen und den gestreckten Trab. Der kurze Trab ist nur ein beschleunigter Schritt, bei welchem man noch vier einzelne Huftritte unterscheiden kann, von denen jedoch der 1. und 2., sowie der 3. und 4. rasch auf einander folgen. Lassen wir die Bewegung beginnen mit dem Stützen des linken Vorderbeines, so folgt unmittelbar darauf das Stützen des rechten Hinterbeines, dann nach einer Pause das Stützen des rechten Vorderbeines, dann rasch darauf das Stützen des linken Hinterbeines, wiederum nach einer Pause das Stützen des linken Vorderbeines u. s. w. Der kurze Trab unterscheidet sich vom Schritte also nur durch die raschere Folge der diagonal gestellten Beine.

Beim gestreckten Trabe aber ist die Bewegung noch mehr beschleunigt, so dass die diagonal gestellten Beine zugleich auftreten. Wir erkennen beim gestreckten Trabe daher nur zwei gleichzeitige Stellungen der Beine, nämlich Heben und Stützen, Schweben und Strecken, nach folgendem Schema:

1. Stellung:	2. Stellung:	3. Stellung:	4. Stellung:
H. **St.**	*Sch.* **Str.**	**St.** *H.*	**Str.** *Sch.*
St. *H.*	**Str.** *Sch.*	*H.* **St.**	*Sch.* **Str.**

Die Unterstützung des Rumpfes geschieht stets durch die diagonal gestellten Beine, und zwar bei der 1. und 2. Stellung in der Diagonale von rechts-vorn nach links-hinten, bei der 3. und 4. Stellung von links-vorn nach rechts-hinten. Nach der 2. Stellung erfolgt ein Wechseln der Diagonale und beim sogenannten fliegenden Trabe ist dieses der Augenblick, wo alle

vier Beine in der Luft schweben. Wenn man die Stellung der Beine bei einem im gestreckten Trabe sich bewegenden Pferde beobachten will, so braucht man nur die Beine auf einer Seite des Pferdes ins Auge zu fassen, da die Stellung der jenseitigen Beine umgekehrt gleich ist.

Man ersieht aus obigem Schema, dass das Stützen des Hinterbeines gleichzeitig stattfindet mit dem Heben des gleichseitigen Vorderbeines, während im Schritte beim Stützen des Hinterbeines das gleichseitige Vorderbein bereits im Schweben ist, also um eine Stellung der Trabbewegung voraus ist.

Da im gestreckten Trabe die Spitze des Hinterhufes den Platz des gleichseitigen Vorderhufes mindestens erreicht, so erfolgt bei jeder Zögerung im Heben des gleichseitigen Vorderfusses eine Berührung durch den Hinterfuss. Diese Berührung (welche man beim Pferde das „Schmieden“ nennt), führt zur gegenseitigen Verletzung der Hufe und schädigt die Brauchbarkeit des Pferdes im gestreckten Trabe.

Sämmtliche Muskelbewegungen des trabenden Pferdes werden mit grösserer Energie ausgeführt. Es sind namentlich die Beugewinkel der Gelenke, welche im Trabe durch die sich energisch verkürzenden Beugemuskeln mehr verkleinert werden, als im Schritt. Dadurch gewinnt die Geschwindigkeit der Bewegung, und zwar um so mehr, je länger die Hebelarme der Last, d. h. die Knochen der Vorderglieder und Hinterglieder sind, mit deren Verlängerung auch die Verlängerung der Muskeln und die Steigerung der Hubhöhe derselben gleichen Schritt hält.

Bei günstigen mechanischen Verhältnissen und energischer Verkürzung der Beugemuskeln der Hinterbeine — namentlich des Bauch-Darmbeinmuskels (musc. ilio-psoas), des lateralen und des medialen Kreuz-Sitzbeinmuskels (mm. biceps femoris et semitendinosus), sowie des Schenkelmuskels des Mittelfusses (musc. tibialis anticus) — wird das Hinterbein im Schweben so weit vorwärts geschnellt, dass der Hinterhuf vor dem Platze des inzwischen gehobenen Vorderhufes den Boden erreicht.

Je mehr die Beugewinkel der Gelenke verkleinert werden, desto mehr werden die Streckmuskeln an der entgegengesetzten Seite derselben — namentlich die Kruppenmuskeln und der Oberschenkelmuskel des Fersenbeines (musc. gastrocnemius) — passiv gespannt, desto energischer verkürzen sich letztere bei

dem rasch folgenden Stützen und Strecken des Hinterbeines und desto weiter wird der Rumpf vorwärts geschoben.

Die Muskeln an den Vorderbeinen sind im Trabe in gleicher Weise thätig, wie im Schritte, nur geschieht die Verkürzung dort energischer und rascher.

Je schräger das Schulterblatt gestellt ist und je fester es dem Widerriste anliegt, desto ausgiebiger ist die Pendelbewegung des Buges und desto weiter greift das Vorderbein nach vorn. Dieses geschieht naturgemäss im gebeugten Zustande des Unterarmes, während das Vorderkniegelenk nur leicht gebeugt und der Fuss gestreckt ist (gestreckter Trab).

Wird der Rumpf durch mindere Energie der Streckmuskeln des Hinterbeines weniger weit vorgeschoben, so greifen auch die Vorderbeine weniger weit vor, und sie werden näher dem Ausgangspunkte zu Boden gesetzt. In diesem Falle wird auch das Fesselgelenk und das Vorderkniegelenk stärker gebogen und es entsteht die sogenannte runde Bewegung der Vorderbeine, die zugleich eine hohe wird, wenn bei aufrecht gerichtetem und gestrecktem Nacken, der Nackenmuskel des Buges (musc. sterno-cleido-mastoideus) den äusseren Bugwinkel höher hebt. Die runde Bewegung ist häufig auch Folge eines steil gestellten Schulterblattes, wodurch bei verminderter Beugung des Unterarmes das schwebende Vorderbein zu wenig über den Boden erhoben wird; es kommt dadurch in Gefahr an Hervorragungen des Weges anzustossen. Das Thier mit steil gestelltem Schulterblatte sucht diesem Uebelstande durch vermehrte Beugung des Vorderkniegelenkes zu entgehen.

Die hohe und runde Bewegung kommt auch bei stark räumendem Trabe vor, und sie erscheint als Rasseeigenthümlichkeit bei manchen Pferden, die sich durch rasche Trabbewegung auszeichnen, wie z. B. bei den Orlowtrabern und den Norfolktrabern.

Bei der runden und der hohen Trabbewegung ist der Niederfall der Vorderbeine stampfend und bei steilem Schulterblatte für den Reiter stossend. Je schräger das Schulterblatt gestellt ist, desto mehr federt der Bug und desto angenehmer ist die Trabbewegung für den Reiter.

Eine dem Trabe sehr ähnliche Bewegung ist das Schwimmen, wobei ebenfalls die diagonalen Fusspaare sich gleichzeitig bewegen. Das Vorwärtsschieben des Körpers geht allein von den Streckmuskeln des Hintergliedes aus, die mit der Sohlenfläche

dabei auf die Wassermasse sich stützen (sogenanntes Wasserstossen). Da das Wasser selbst den Körper trägt, so kommt diese Aufgabe, ebenso wie das Vorwärtsziehen des Rumpfes, für die Vorderglieder in Wegfall. Dafür aber haben diese das Vordertheil des Rumpfes, beziehungsweise den Hals und den Kopf, zu heben und über Wasser zu erhalten, was durch sogenanntes Wassertreten, beziehungsweise durch Streckbewegungen der Vorderglieder geschieht. Alle unsere landwirthschaftlichen Hausthiere schwimmen, am besten (nach dem Hunde) das Pferd.

§. 143. *Die Bewegung im Galop.*

Der Galop (von gä lop = Gäh-Lauf) ist eine springende Bewegung, bei welcher das Vorwärtsschieben des Rumpfes vorwiegend von einem Hinterbeine ausgeführt wird.

Man unterscheidet, je nachdem das rechte oder das linke Vorderbein bei der Bewegung vorgreift: Galop rechts und Galop links. Bei Galop rechts hebt sich zuerst das rechte Vorderbein, dann das linke Vorderbein, dann das rechte Hinterbein und zuletzt das linke Hinterbein. Während die drei erstgenannten Beine nacheinander gehoben werden, stützt das linke Hinterbein und es streckt sich, während die drei anderen Beine schweben. Die vorwärts gescho bene Last des Körpers wird zunächst von dem stützenden rechten Hinterbeine und linken Vorderbeine aufgenommen, während das linke Hinterbein sich hebt und das rechte Vorderbein noch schwebt. Wenn dann das stützende rechte Hinterbein und linke Vorderbein sich strecken, so wird die von diesen beiden diagonalen Fusspaaren weiter geschobene

Fig. 71.

Stellung der Hinterbeine bei Galop links.

Körperlast von dem stützenden rechten Vorderbeine aufgenommen, während das linke Hinterbein schwebt. Wenn endlich dieses zum Stützen kommt, heben sich die drei anderen Beine wieder in der oben bezeichneten Reihenfolge. Das Schema der Bewegung für Galop rechts ist folgendes:

1. Stellung:	2. Stellung:	3. Stellung:	4. Stellung:
H. H.	*Sch. Sch.*	**St.** *Sch.*	**Str. St.**
St. *H.*	**Str.** *Sch.*	*H.* **St.**	*Sch.* **Str.**

Daraus ergibt sich, dass jedes Bein die Reihenfolge der Stellungen durchmacht, mit Ausnahme des vorgreifenden rechten Vorderbeines, das in der 3. Stellung das Schweben verlängert und nach der 4. stützenden Stellung sich wieder hebt, ohne sich gestreckt zu haben; das beim Galop vorgreifende Vorderbein kommt also gar nicht zum Strecken.

Bei dem gewöhnlichen Galop, welchem das vorstehende Schema der Beinstellungen entspricht, hört man drei Hufschläge: bei Galop rechts den ersten vom Auftritte des rechten Hinterbeines und des linken Vorderbeines, rasch darauf den zweiten vom auftretenden rechten Vorderbeine, und nach einer kleinen Pause den dritten Hufschlag vom linken Hinterbeine. Beim hohen Schulgalop hört man vier Hufschläge, den ersten vom rechten Hinterbeine, den zweiten vom linken Vorderbeine, den dritten vom rechten Vorderbeine, den vierten vom linken Hinterbeine. Beim Renngalop werden nur zwei Hufschläge gehört, der erste von den fast gleichzeitig auftretenden beiden Vorderbeinen, der zweite von den zugleich auftretenden beiden Hinterbeinen.

Bei Galop links ist die vorbezeichnete Reihenfolge der Beinstellungen umgekehrt, d. h. das Pferd greift mit dem linken Vorderfusse vor und stützt die erhobenen drei Beine auf das rechte Hinterbein.

Der Sprung ist eine einzelne, ausgedehnte und energische Galopbewegung. Beim Ansprunge erhebt das Pferd beide Vorderbeine zugleich, stützt sich auf beide Hinterbeine und indem es diese stark beugt (siehe Fig. 70 *E*) und darauf energisch streckt (wobei der Rollbeinwinkel sich von 80° bis auf 160° vergrössern kann), schnellt es sich über das Hinderniss hinweg. Bei jedem Sprunge sind die Vorderbeine stark gebeugt, so dass der Mittelfuss sich an den Unterarm legt. Bei dem kurzen, versammelten Sprunge, zieht das Pferd, im Zustande starker Beugung, auch

die Hinterbeine unter den Leib und kommt mit denselben zuerst wieder auf den Boden. Beim Sprunge im gestreckten Galop aber setzt das Pferd mit gestreckten Hinterbeinen über das Hinderniss und berührt den Boden zuerst mit den während des Niederfalles gestreckten Vorderbeinen.

Zum Galopiren und Springen bedarf das Pferd vor Allem sehr kräftiger und biegsamer Sprunggelenke und Hinterkniegelenke, welche eine starke Beugung und nachfolgende starke Streckung gestatten. Es sollen also der Schenkelmuskel des Mittelfusses (musc. tibialis anticus), der laterale und der mediale Kreuz-Sitzbeinmuskel (musc. biceps femoris et musc. semitendinosus), sowie der Oberschenkelmuskel des Fersenbeines (musc. gastrocnemius) und die Kruppenmuskeln (mm. glutaei) gut entwickelt sein. Demnächst sind es hauptsächlich die Streckmuskeln des Rückens, welche für die Erhebung des Vordertheiles von Wichtigkeit sind. Deren kräftige Entwicklung steht bekanntlich in Beziehung zur Länge der Dornfortsätze der Rückenwirbel, beziehungsweise zur Höhe des Widerristes.

Von allen Gelenken werden die Sprunggelenke beim Galop am meisten in Anspruch genommen, namentlich wenn das Pferd längere Zeit auf einer Seite galopiren muss.

Demnächst aber gehört zu einem ausgiebigen Galop vollkommene Schulterfreiheit, weil dadurch dem Vorgreifen der Vorderbeine möglichst günstige Bedingungen geboten werden.

§. 144. *Die Zugleistung des Pferdes und des Ochsen.*

Die Zugleistung des Pferdes und des Ochsen besteht in einem Vorwärtsschieben der mittelst des Geschirres ihnen angehängten Last, welche entweder auf Rädern oder auf Schleifen (Schlitten) bewegt wird. Das Geschirr bildet die Verlängerung des Gefährtes, welches dem Pferde entweder vor der Bugspitze anliegt — sogenanntes Sielengeschirr —, oder den Hals desselben ringförmig umgiebt. Das Geschirr der zweiten Art — das Kummet (abgeleitet von „Kamm“, gleichbedeutend mit „Nacken“, d. h. ein Geschirr, welches dem Nacken aufliegt) — lehnt sich oben an den Widerrist, seitwärts an den Vorderrand des Schulterblattes und unten an die Bugspitze. Das Kummet hat also mehr Anlehnungspunkte an den Pferdekörper und eignet sich für

schweren Zug besser, als das Sielengeschirr, welches sich beiderseits nur an einen einzigen Punkt des Pferdekörpers anlehnt.

Dem Ochsen wird das Geschirr entweder an die Stirn gelegt (Stirnjoch), oder auf den Nacken vor dem Widerriste (Nackenjoch), oder um den Hals (Kummet) wie beim Pferde. Das Kummet findet vor dem in der Regel lockeren Buge des Ochsen niemals so feste Anlehnung wie beim Pferde; ebenso findet auch das Nackenjoch keinen festen Anhalt an dem niederen Widerriste des Ochsen; dagegen kann das Stirnjoch fest angelegt werden an einer Stelle, auf welcher der Ochse seine volle Muskelkraft wirken lassen kann, weshalb das Stirnjoch stets als das zweckmässigste Geschirr für Ochsen erscheint.

Beim Ziehen drücken Pferd und Ochse ihren Körper gegen das Geschirr und schieben so, mittelst der Zugstränge, das Gefährt vorwärts. Die Kraft, die das Gefährt bewegt, resultirt einerseits aus der Muskelverkürzung der Zugthiere, wodurch der Rumpf nach vorwärts geschoben (mittelst der sich streckenden Hinterbeine) und gezogen wird (mittelst der sich streckenden Vorderbeine), andererseits aus dem todten Gewichte der Zugthiere, welches auf das Geschirr drückt. Aus den beiden Seitenkräften der vorwärtsschiebenden und ziehenden Muskeln und des fallenden Gewichtes der Zugthiere, ergibt sich also die Resultante der Vorwärtsbewegung.

Ein schweres Zugthier soll hauptsächlich kräftige Streckmuskeln besitzen, d. h. solche mit grossem physiologischen Querschnitte, damit es eine, auf den kurzen Hebelarm (hauptsächlich im Ellenbogengelenke, sowie im Hüft- und Sprunggelenke) wirkende grosse Last langsam aber stetig vorwärts schieben kann. Diese Muskelwirkung wird wesentlich unterstützt durch die grössere Masse des Zugthieres, namentlich durch die massige Entwicklung des Vordertheiles, d. h. des Kopfes, des Halses, der Vorbrust und der Schulter. Das Gewicht, beziehungsweise die Masse des Zugthieres hat ungefähr dieselbe Bedeutung wie das Schwungrad an den rotirenden Maschinen. Je massiger das Zugthier ist, desto mehr kann an Muskelkraft erspart werden, desto geringer ist freilich auch die Geschwindigkeit der Vorwärtsbewegung.

Da von dem Zugthiere hauptsächlich Muskeln mit grossem physiologischen Querschnitte, beziehungsweise breite und dicke Muskeln beansprucht werden, so müssen dem entsprechend auch die Knochen einen grossen Querschnitt, beziehungsweise grössere

Ausdehnung in der Breite haben als in der Länge. Man verlangt also von Thieren für schweren Zug: eine breite Kruppe, welche breiten und dicken Kruppenmuskeln Raum gewährt (die Kruppe schwerer Zugpferde erscheint häufig in der Mittellinie eingesenkt — sogenanntes gespaltenes Kreuz —, was eine Folge ist der starken Entwickelung der Kruppenmuskeln, welche die Höhe der Dornfortsätze des Kreuzbeines überragen, wodurch zwischen jenen Muskeln eine Längsspalte entsteht), einen breiten Rücken für breite und dicke Rückenmuskel, eine breite Schulter für breite und dicke Feststeller des Buges, eine breite Brust für breite und dicke Brustmuskeln, breite Knochen an den Vorder- und Hinterbeinen für breite und dicke Muskeln des Glieder u. s. w. Alle die genannten Knochen können dabei kurz sein und sind es gewöhnlich, und dem entsprechend ist das Verkürzungsvermögen (die Hubhöhe) der Muskeln verringert zu Gunsten der absoluten Kraft derselben. Man findet daher bei schweren Zugthieren häufig eine kurze, schräge Kruppe, ein flaches Widerrist (d. h. kurze Dornfortsätze der Rückenwirbel), eine kurze, steile Schulter, kurze Beinknochen, aber breite Gelenke, kurzen, aber breiten Hals.

Nach Rueff*) ist die mittlere Zugkraft eines Pferdes im Stande, einen Widerstand von 32 Prozent seines Körpergewichtes zu überwinden. Nach Versuchen in Berlin, sind die Zugleistungen eines guten Pferdes für einen kurz andauernden Zugdienst:

auf guten Wegen	4.800 Kilo
auf sehr guten Chausseen	10.800 „
auf einer Eisenbahn	13.200 „

das Gewicht des Wagens mit eingerechnet.

Die Zugleistung des Pferdes und des Ochsens wird ausserdem wesentlich gefördert durch eine zweckentsprechende Einrichtung des Geschirres. Dasselbe soll, ohne das Zugthier in seinen Bewegungen zu hemmen und die Haut zu verletzen, festen Anschluss haben an den vorderen Querschnitt des Rumpfes beim Pferde (mit den oben bezeichneten Anlehnungspunkten des Kummetes) oder an die Stirnfläche des Ochsens (welcher an dieser Stelle seine grösste vorwärtsschiebende Kraft entwickelt). Mit dem Kummete des Pferdes, oder mit dem Stirnjoche des Ochsen sollen die Zugstränge rechtwinkelig verbunden sein, weil alsdann die Richtung der Last parallel läuft mit der Richtung der Resultirenden aus der Richtung der Muskelkraft und der Richtung des fallenden Gewichtes des Zugthieres, wodurch das Geschirr in fester Lage erhalten bleibt.

---

*) „Die natürlichen Bedingungen für die Leistungsfähigkeit eines Pferdes". Landw. Wochenblatt des k. k. Ackerbauministeriums. Wien, 1870.

§. 145. *Die Tragleistung des Pferdes.*

Für die Tragleistung kommen hauptsächlich Pferde in Betracht, da Ochsen in der Regel nicht zum Tragen von Lasten benutzt werden, weil die geringe Wölbung ihrer Wirbelsäule (veranlasst durch das schwere Gewicht ihrer Eingeweide) die Tragkraft derselben beeinträchtigt.

Bei der Tragleistung des Pferdes handelt es sich entweder um das Tragen schwerer Lasten in langsamer Bewegung, welche Leistung von dem sogenannten Packpferde oder Saumpferde beansprucht wird, oder um das Tragen einer leichteren Last, nämlich des Menschen, in rascherer Bewegung, welche Leistung bei dem Reitpferde in Frage kommt.

Das Packpferd oder Saumpferd soll ausgezeichnet sein durch eine möglichst gewölbte Wirbelsäule mit entsprechend tief angesetztem Halse und abfallender kurzer Kruppe. Für die mechanischen Verhältnisse der Glieder kommen keine besonderen Ansprüche zur Geltung; die Hauptsache ist, dass die Saumpferde, namentlich in Gebirgsgegenden, einen ruhigen und sicheren Schritt gehen. Kräftige Saumpferde können 150 bis 250 Kilo Last tragen.

Vom Reitpferde wird vorwiegend Geschwindigkeit gefordert, im geringeren Grade: wenn es einen schweren Reiter längere Zeit zu tragen hat, wie beim sogenannten Kampagnepferde; im höheren Grade beim Rennpferde; darunter aber ist nicht das bloss für Rennzwecke gezüchtete Pferd zu verstehen sondern im weiteren Sinne — das Jagdpferd, d. h. das Pferd, welches mit angemessenem Gewichte während mehrerer Stunden rascher Bewegung fähig ist. Da das Wettrennen der Pferde doch nur Mittel zum Zweck sein kann oder wenigstens sein sollte, nämlich ein Mittel, um die Leistung rascher Bewegung zu prüfen, so darf die blosse Rennleistung für die Pferdezucht niemals Selbstzweck sein.

Für die Geschwindigkeitsleistung des Pferdes, welche vorwiegend abhängt von der Thätigkeit der Beugemuskeln (insbesondere von dem Grade ihrer Verkürzung, beziehungsweise von ihrer Länge und Hubhöhe), sollen die Muskeln und Knochen möglichst lang und insbesondere die Beugemuskeln auch kräftig

entwickelt sein. Dies gilt namentlich von den sogenannten Hosenmuskeln (lateraler und medialer Kreuz-Sitzbeinmuskel) des Oberschenkels, und vom Schenkelmuskel des Hinter-Mittelfusses; ferner von den Vorwärtsführern des Vorderbeines, nämlich: vom Schultermuskel und Oberarmmuskel der Speiche, vom lateralen und medialen Oberarmmuskel des Hakenbeines, sowie vom Nackenmuskel des Buges.

Von den Streckmuskeln kommen hauptsächlich die Rückenstrecker und die Kruppenmuskeln zur Geltung, welche (namentlich im Galop) den Vorderkörper erheben. Aus der günstigen Entwickelung dieser Muskeln ergibt sich ein hoher und langer Widerrist und eine lange und steile (nicht abfallende) Kruppe.

Der Vorderkörper des Jagdpferdes und des Kampagnepferdes soll möglichst leicht sein, zumal das Gewicht des Reiters ihn zum grösseren Theile belastet. Der Hals soll lang sein, wodurch die Hubhöhe der Nackenstrecker und des Nackenmuskels des Buges begünstigt wird. Die Schulter soll lang und möglichst schräg gestellt sein, der innere Bugwinkel soll 90° nicht überschreiten; das Hakenbein des Vorderkniegelenkes soll nach hinten weit vorstehen, jedoch soll der Mittelfuss unter demselben nicht eingeschnürt sein, d. h. die unterhalb des Hakenbeines den Hinterrand des Mittelfusses begrenzenden Sehnen der Beugemuskeln des Fusses sollen möglichst breit und stark sein. Der Umfang des Mittelfusses unter dem Hakenbeine soll etwa die Hälfte vom Umfange des Unterarmes unter dem Ellenbogenhöcker betragen. Letzterer soll gerade nach hinten gerichtet sein, und dem Rumpfe weder zu sehr anliegen, noch zu weit davon abstehen. Bei der normalen Stellung des Ellenbogenhöckers sind auch die Vorderbeine richtig gestellt, d. h. die Längsaxe des Hufes steht in der Sagittalaxe des Körpers.

Sowohl die beiden Vorderbeine, wie die beiden Hinterbeine konvergiren nach unten; doch soll die Näherung beider Hufe vorn und hinten nicht mehr als die Breite eines Hufes betragen.

Das Vorderkniegelenk soll von vorn betrachtet eine fast viereckige Form haben. Die Form des Sprunggelenkes soll, wenn wir die obere und die untere Grenzlinie (die obere Fläche des Rollbeines und die untere Fläche der Fusswurzelknochen der unteren Reihe) als parallel annehmen, von hinten betrachtet die Form eines Trapezes haben, d. h. die mediale und die laterale Seitenlinie des Sprunggelenkes soll von oben nach unten konver-

giren und fast geradlinig, beziehungsweise am lateralen Rande schwach konvex, am medialen Rande schwach konkav sein; keinenfalls darf die mediale Linie konvex sein. Der Fersenbeinhöcker soll weit nach oben-hinten vorstehen, was die Wirkung vom Oberschenkelmuskel des Fersenbeines und von dem mit ihm verbundenen hinteren Oberschenkelmuskel der Zehen (musc. flexor digitorum sublimis) begünstigt; die Linie, welche den Hinterrand des Fersenbeinhöckers und des Mittelfusses begrenzt, soll gerade sein und in ruhender Stellung mit der Horizontalen des Bodens einen Winkel von 80° bilden.

Der Rollbeinwinkel soll 150° nicht überschreiten; eine säbelbeinige Stellung (von etwa 140°) ist für die Geschwindigkeitsleistung des Reitpferdes eher zulässig, als eine zu steile Stellung (von etwa 160°), weil bei jener Stellung die theoretischen Hebelarme verlängert und die Wirkung sowohl der Beugemuskeln wie der Streckmuskeln begünstigt wird.

Der Schweif soll hoch getragen werden, was ein Zeichen ist für die kräftige Entwickelung der Streckmuskeln des Rückens (siehe §. 107).

Der Lendentheil des Reitpferdes soll möglichst kurz, beziehungsweise der Weichentheil möglichst geschlossen sein („Lendenschluss"); damit wird der schwächste Theil der Wirbelsäule verkürzt und der flachste Theil der Rückenwölbung verringert, demnach die Stärke des Rückengewölbes vermehrt.

Nach Rueff (a. a. O.) kann ein Pferd im Stande der Ruhe bei mittlerem Kraftaufwande eine Last tragen von 40% seines Körpergewichtes; beispielsweise kann also ein Pferd von 400 Kilo Lebendgewicht, 160 Kilo Last tragen. Bei voller Kraftanstrengung aber kann die Leistung so sehr gesteigert werden, dass die Tragfähigkeit sich bis zum vollen Lebendgewichte des Pferdes erhebt. Für jeden Meter Raumgewinn in der Sekunde, verringert sich die Tragfähigkeit des Pferdes um 16% seines Körpergewichtes. Ein Pferd kann demnach bei einem mittleren Kraftaufwande tragen und fördern:

40%	Last	bei	0	Meter	Geschwindigkeit	in 1	Sekunde
30%	„	„	0·63	„	„	„ 1	„
20%	„	„	1·25	„	„	„ 1	„
10%	„	„	1·87	„	„	„ 1	„
0%	„	„	2·50	„	„	„ 1	„

Rueff berechnet ferner — auf Grund der Annahme einer Tragfähigkeit von 40% des Körpergewichtes im Stande der Ruhe, beziehungsweise bei 0 Meter Geschwindigkeit in einer Sekunde — dass ein unbelastetes Pferd zu tragen vermag:

20%	Last	im	Schritt	bei	1·25	Meter	Geschwindigkeit	in 1	Sekunde
40%	„	„	Mitteltrab	„	2·50	„	„	„ 1	„
60%	„	„	gestreckten Trab	„	3·75	„	„	„ 1	„
80%	„	„	kurzen Galop	„	5·00	„	„	„ 1	„
100%	„	„	Jagdgalop	„	6·25	„	„	„ 1	„
120%	„	„	gestreckten Galop	„	7·50	„	„	„ 1	„

Die normale Leistung des unbelasteten Pferdes bei mittlerem Kraftaufwande findet also statt im Mitteltrabe, bei einer Geschwindigkeit von 2·50 Meter in 1 Sekunde.

Die mittlere Kraftanstrengung kann nach Rueff durchschnittlich bei einem ausgewachsenen, gehörig intensiv gefütterten Pferde 8 Stunden im Tage andauern; es kann also beispielsweise ein Pferd von 400 Kilo Lebendgewicht 80 Kilo mit 1·25 Meter Geschwindigkeit in 1 Sekunde — 8 Stunden lang ohne Nachtheil tragen. Diese mittlere Dauer kann gesteigert werden; wenn aber zugleich durch Last und Schnelligkeit die Kraft mehr in Anspruch genommen wird, so entsteht Abnützung. Wenn etwa $^1/_4$ an Last oder $^1/_4$ an Raum zugelegt wird, so muss die Zeitdauer der Arbeit um $^1/_4$ verkürzt werden.

SIEBENTER ABSCHNITT.

Der Empfindungsapparat der landwirthschaftlichen Hausthiere.

Zwanzigstes Kapitel.

Das Nervensystem.

§. 146. Allgemeines über das Nervensystem.

Das Nervensystem umfasst die Nervenfasern und die Nervenzellen, sowie die Stützsubstanz (Nervenkitt, neuroglia); letztere besteht aus einer von feinen Bindegewebsnetzen durchsetzten Protoplasmamasse, in der die Nervenfasern und Nervenzellen der Zentralorgane eingebettet sind. Diese drei Bestandtheile des Nervensystemes sind entweder zu grösseren Massen vereinigt, wie in den Zentralorganen (Gehirn- und Rückenmark), oder sie kommen vereinzelt im Thierkörper vor und bilden den peripherischen Theil des Nervensystemes. Letzterer umfasst: 1. die aus dem Gehirne und dem Rückenmarke entspringenden Nervenfasern, in deren Verlaufe nur vereinzelte Nervenzellen vorkommen, und 2. das sympathische Nervengeflecht, welches aus feinen Nervenfasern und zahlreichen Nervenzellen besteht, die mit den Nervenelementen der Zentralorgane in Verbindung stehen, jedoch dem Einflusse des Willens entzogen sind. Mit Rücksicht auf diese Beziehung zum Willen, wird das sympathische Nervengeflecht wohl auch als vegetatives oder unwillkürliches Nervensystem bezeichnet, im Gegensatze zum animalischen, dem Willen des Thieres dienenden Nervensysteme, das die Zentralorgane und die aus denselben entspringenden peripherischen Nerven umfasst.

Von den Zentralorganen des Nervensystemes bildet das in der Schädelkapsel eingeschlossene Gehirn den Haupttheil; es steht mittelst des Hirnstammes (verlängerten Markes) durch das grosse Hinterhauptloch in unmittelbarer Verbindung mit dem vom Wirbelkanale umschlossenen Rückenmark.

Gehirn und Rückenmark bestehen theils aus weisser, theils aus grauer Substanz. Die weisse Substanz ist im Gehirne die zentrale, im Rückenmarke die peripherische. Dagegen liegt die graue Substanz im Gehirne an der Peripherie, im Rückenmarke im Zentrum. Die vorwiegend aus Nervenfasern bestehende weisse Substanz bildet also die Kernschicht des Gehirnes und die Rindenschicht des Rückenmarkes; die vorwiegend aus Nervenzellen bestehende graue Substanz bildet die Rindenschicht des Gehirnes und die Kernschicht des Rückenmarkes. Doch bestehen auch im Gehirne einige Kernbestandtheile aus grauer Substanz.

Sämmtliche Nervenfasern stehen mit Nervenzellen in Verbindung, und ist diese Verbindung wahrscheinlich allein vermittelt durch den Axenzylinder des Nerven. Ebenso steht wahrscheinlich jede Nervenzelle mit Nervenfasern in direkter oder indirekter Verbindung. Die direkte Verbindung wird hergestellt durch einen stärkeren, als Nervenfortsatz bezeichneten Ausläufer der Nervenzelle, der unmittelbar in den Axenzylinder der Nervenfaser übergeht; dieser Zusammenhang ist wenigstens für die Nervenzellen des Rückenmarkes höchst wahrscheinlich, wenn auch noch nicht überall sicher nachgewiesen. Die indirekte Verbindung der Nervenzelle mit der Nervenfaser geschieht mittelst der Neuroglia, in welche Nervenfasern übergehen. Nach Luys stehen die pyramidenförmigen Nervenzellen der Hirnrinde an ihrer Grundfläche mit Nervenfasern in Verbindung, während aus den der Hirnoberfläche zugewendeten Spitzen und den Seitenflächen der Pyramiden zahlreiche zarte Fasern wurzelartig heraustreten, welche die Nervenzellen unter sich verbinden (sogenannte Kommissurfäden oder zentrale Nervenfasern).

Im Allgemeinen sind diejenigen Nervenzellen, welche mit motorischen und sekretorischen Nervenfasern in Verbindung stehen, grösser und sie haben in der grauen Substanz von Gehirn und Rückenmark eine tiefere Lage, als die mit sensibelen Nervenfasern verbundenen Nervenzellen.

Eine Formverschiedenheit besteht weder zwischen sensibelen, motorischen und sekretorischen Nervenfasern, noch zwischen den

Nervenfasern, welche vom Gehirne und Rückenmarke entspringen und denjenigen, welche dem sympathischen Nervengeflechte angehören.

Die peripherischen Nervenfasern der Zentralorgane verlaufen stets paarig, während die sympathischen Nerven häufig unpaar sind.

Das Gehirn ist das Zentralorgan des bewussten Empfindens und Wollens; es gilt als Sitz der Seele und als Werkzeug der geistigen Fähigkeiten. Wir unterscheiden an demselben drei Haupttheile: das Grosshirn, das Kleinhirn und den Hirnstamm. Die Nerven des Gehirnes sind theils Empfindungsnerven, theils Bewegungsnerven, vorwiegend für die Organe des Kopfes, doch stehen einige Gehirnnerven auch mit Organen des Halses, sowie der Brust- und der Bauchhöhle in Verbindung.

Das Rückenmark ist das Zentralorgan für die Leitung der Empfindung und der Bewegung, sowie insbesondere das Organ für die Nervenreflexe; seine Nerven verzweigen sich in den Organen des Halses (einige Halsnerven erstrecken sich auch bis zur Nackenfläche des Hinterhauptes) des Rumpfes und der Glieder.

Der sympathische Nerv bildet Geflechte, deren Nervenfasern die Bewegung und Empfindung der Ernährungs- sowie der Zeugungs-Organe vermitteln.

§. 147. *Die Häute des Gehirnes und des Rückenmarkes.*

Gehirn und Rückenmark werden von zwei Häuten umgeben, von denen die äussere — die harte Haut — eine sehr feste, fibröse Haut ist; die innere — die Gefässhaut — erscheint als eine sehr gefässreiche, feine bindegewebige Membran. Zwischen der äusseren und der inneren Hirn- und Rückenmarkshaut befindet sich ein wasserreiches, lockeres Bindegewebe, welches auch als besondere mittlere Haut — Spinnwebenhaut — beschrieben wird.

Die harte Hirnhaut (dura mater) bildet innerhalb der Gehirnkapsel zugleich die Beinhaut für die innere Fläche der die Schädelhöhle begrenzenden Knochen, während die Wirbelhöhle noch von einer besonderen Beinhaut ausgekleidet ist. Diese fibröse Haut trägt an ihrer inneren Oberfläche ein einfaches Pflasterepithel, welches an der fibrösen Rückenmarkshaut auch deren äussere Oberfläche überzieht.

Die harte Hirnhaut besteht aus zwei Theilen, von denen der mediane — der Sichelfortsatz (falx cerebri) — sich oben befestigt an den Sichelkamm der Schädeldeckknochen, vorn an den Hahnenkamm des Siebbeines; rückwärts vereinigt sich der Sichelfortsatz mit dem anderen, quer gelagerten Theile, — dem häutigen Gehirnzelte. An seinem oberen Ursprunge umfasst der Sichelfortsatz, durch Bildung eines Doppelblattes, einen Kanal für den oberen Blutleiter; an seinem unteren Rande, der zwischen den beiden Hirnhälften bis zum Hirnbalken herabragt, befindet sich ein ähnlich gebildeter Kanal für den unteren Blutleiter. Der Sichelfortsatz trennt beide Hirnhälften.

Das häutige Gehirnzelt (tentorium cerebelli membranaceum) befestigt sich: rückwärts an das knöcherne Gehirnzelt (beim Pferde), beziehungsweise an den der Gehirnfläche der Hinterhauptschuppe angehörenden Gehirnzeltkamm (bei den Wiederkäuern und dem Schweine); vorwärts an den oberen Rand der Pyramide des Felsenbeines. Das häutige Gehirnzelt trennt das Grosshirn vom Kleinhirne und verhindert, dass letzteres von dem über ihm liegenden Grosshirne gedrückt wird.

Die harte (fibröse) Rückenmarkshaut bildet scheidenartige Fortsätze für die vom Rückenmarke ausgehenden Nerven, durch welche Fortsätze das Rückenmark zugleich an die Seitenwand des Wirbelkanales befestigt wird; ferner werden durch Faltungen der fibrösen Haut besondere Bandzüge gebildet.

Die Gefässhaut des Gehirnes (pia mater) steht mittelst der von ihr ausgehenden Blutgefässe in sehr inniger Verbindung mit dem Gehirne, in dessen Kammern (Ventrikeln) sie eindringt, um dort die Adergeflechte zu bilden. Die Gefässhaut des Rückenmarkes ist derber und weniger gefässreich.

Die sogenannte Spinnwebenhaut (arachnoidea) stellt eine sehr feine, gefässfreie Haut dar, deren Gehirntheil die Gefässhaut des Gehirnes dicht überzieht, ohne aber in die Windungen des letzteren einzutreten. Zwischen der Spinnwebenhaut und der Gefässhaut befindet sich eine klare Flüssigkeit, die sogenannte Cerebrospinalflüssigkeit. Der Raum zwischen der Spinnwebenhaut und der harten Hirnhaut stellt einen Lymphraum dar, der in offener Verbindung steht mit den Venen der harten Haut.

Die Spinnwebenhaut des Rückenmarkes ist lockerer mit dessen Gefässhaut verbunden, und der Zwischenraum enthält ebenfalls Cerebrospinalflüssigkeit.

§. 148. *Der Bau des Grosshirnes.*

Das Grosshirn hat zwei, durch eine Längsfurche (in welche sich der Sichelfortsatz der fibrösen Hirnhaut einsenkt) getrennte Hälften, welche jede aus 3 bis 4 Lappen besteht, nämlich: aus dem vorderen unteren Stirnlappen (Riechlappen), aus dem oberen Scheitellappen, aus dem lateralen Schläfenlappen und dem hinteren unteren Hinterhauptlappen, der bei den landwirthschaftlichen Hausthieren sehr klein ist. Beide Hirnhälften sind durch eine grosse mediane Kommissur von weisser Substanz — den Balken — mit einander verbunden. Die Oberfläche des Grosshirns zeigt zahlreiche, darmähnliche Windungen (gyri cerebri), deren Zahl und Form jeder Thierart eigenthümlich ist.

Der Balken (trabs cerebri) entspringt hinter dem Stirnlappen und vor der Sehnervenkreuzung; der Anfangtheil des Balkens wird als Schnabel bezeichnet. Er nimmt seinen Verlauf nach vorn-aufwärts, zwischen dem Stirnlappen und dem Scheitellappen, und biegt sich an der als Knie bezeichneten Stelle nach hinten um, verläuft dann eine Strecke in fast horizontaler Richtung (Körper des Balkens); mit einer starken Anschwellung (Wulst des Balkens), die an der queren Hirnspalte zwischen Grosshirn und Kleinhirn liegt, geht der Balken nach vorwärts und abwärts in das Gewölbe über. Zu beiden Seiten des Balkens, innerhalb der Schläfenlappen des Grosshirnes, bildet die weisse Substanz eine eiförmige Figur (centrum ovale).

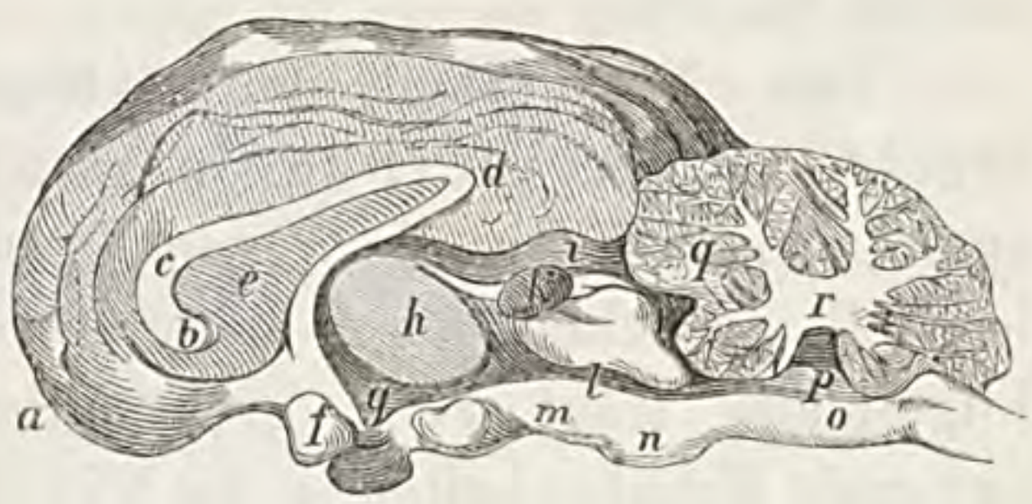
Die Seitentheile des Balkens decken die beiden Seitenventrikel des Grosshirnes, in welchen beiderseits nach vorn ein aus grauer Substanz bestehender Körper liegt — der Streifenkörper (corpus striatum); rückwärts desselben befindet sich ein Körper aus weisser Substanz — der Sehhügel (thalamus nervi optici), und zwischen beiden ein Streifen weisser Substanz — der Hornstreifen (taenia semicircularis).

Unterhalb des Balkens liegt das aus weisser Substanz bestehende Gewölbe (fornix cerebri), nach vorn und oben mit dem Balken verbunden durch die durchsichtige Scheidewand (septem pellucidum), welche die beiden Seitenventrikel von einander trennt bis auf einen, vor den Sehhügeln liegenden Schlitz — das Monroi'sche Loch (foramen Monroi), durch welches die

Seitenventrikel unter sich und mit dem mittleren Ventrikel in Verbindung stehen. Das Gewölbe theilt sich vorn und hinten je in zwei Schenkel.

Die beiden vorderen Schenkel krümmen sich vor den Sehhügeln nach hinten-abwärts; an dieser Stelle sind die Vorderschenkel durch die vordere Hirnkommissur verbunden und begrenzen das Monroi'sche Loch von vorn; sie endigen an der Basis des Grosshirnes in dem Markkügelchen. Die beiden hinteren Schenkel des Gewölbes krümmen sich oberhalb des Sehhügels nach rückwärts, seitwärts und abwärts und werden Ammonshörner genannt; mit ihren hohlen Enden erscheinen sie als Zitzenfortsätze an der Basis des Gehirnes, lateralwärts der Grosshirnschenkel, medianwärts der Schläfenlappen des Grosshirnes. Das Dreieck, welches durch das Auseinandertreten der beiden Hinterschenkel des Gewölbes entsteht, wird als Harfe (psalterium) bezeichnet.

Fig. 72.



Medianer Durchschnitt vom Schafhirn.

a Stirnlappen des Grosshirnes,
b Schnabel des Balkens,
c Knie desselben,
d Wulst desselben, nach vorwärts und abwärts in das Gewölbe übergehend,
e durchsichtige Scheidewand, den rechten Streifenkörper bedeckend, und Balken und Gewölbe verbindend,
f Sehnervenkreuzung,
g Trichter mit dem Hirnanhang,
h Sehhügel, vor demselben das Monroi'sche Loch,
i Eingang in den rechten Seitenventrikel,
k Zirbeldrüse, vor derselben ihr Zügel,
l Sylvische Wasserleitung, über derselben die Vierhügelplatte,
m Grosshirnschenkel, vor demselben das Markkügelchen,
n Hirnknoten (Varolsbrücke),
o Verlängertes Mark,
p Kleinhirn-Ventrikel (4. Ventrikel),
q Kleinhirn,
r Lebensbaum desselben.

Zwischen den beiden durch die mittlere (graue) Hirnkommissur verbundenen Sehhügeln befindet sich der unpaare mittlere oder dritte Ventrikel des Grosshirnes. Der Vordertheil dieses Ventrikels, vor der mittleren Hirnkommissur, hinter dem Monroi'schen Loch und oberhalb der Sehnervenkreuzung, ist etwas vertieft und steht an dieser Stelle durch den Trichter (infundibulum) in Verbindung mit dem Gehirnanhange (hypophysis), einer Schleimdrüse, welche in dem Türkensattel des vorderen Keilbeinkörpers ruht. Unmittelbar hinter, beziehungsweise über dem Gehirnanhange, liegt das

Markkügelchen, das untere Ende der Vorderschenkel des Gewölbes.

Nach hinten steht der mittlere Ventrikel des Grosshirnes durch die Sylvische Wasserleitung (aquaeductus Sylvii) mit dem Kleinhirnventrikel (vierten Ventrikel) in Verbindung. Am Eingange dieses Kanales liegt die hintere (weisse) Hirnkommissur, auf welcher die rothbraunfarbige Zirbeldrüse (glandula pinealis s. conarium) ruht, die durch zwei kurze weisse Stiele — die Zügel (habenulae conarii) — mit den Sehhügeln verbunden ist.

Der Anfangtheil der Sylvischen Wasserleitung ist überbrückt von der Vierhügelplatte, welche im Grunde der Querspalte zwischen Grosshirn und Kleinhirn liegt und die Verbindung herstellt zwischen den Sehhügeln und dem Kleinhirn. Die Vierhügelplatte trägt vier, grösstentheils aus grauer Substanz bestehende Erhabenheiten — die Vierhügel (corpora quadrigemina), von welchen das vordere Paar grösser ist, als das hintere.

§. 149. *Der Bau des Kleinhirnes.*

Das Kleinhirn umfasst einen medianen Lappen — den Wurm, und zwei seitliche Lappen. Dieselben bestehen aus einer grossen Zahl quer gestellter Blättchen.

Die graue Substanz ist im Kleinhirne die vorherrschende; die weisse Substanz des Kleinhirnes ist beschränkt auf ein kleines, baumartig verzweigtes Zentrum — den Lebensbaum (arbor vitae).

Das Kleinhirn ist jederseits durch drei weisse Faserbündel (die Kleinhirnschenkel) verbunden:

1. mit dem verlängerten Mark,
2. mit dem Hirnknoten, und
3. mit den Vierhügeln.

Die Kleinhirnschenkel vereinigen sich jederseits in den Seitenlappen des Kleinhirnes. Unter den Kleinhirnschenkeln zu den Vierhügeln (zwischen welchen sich das Marksegel [valvula cerebelli] ausspannt), zwischen jenen und dem verlängerten Marke liegt der vierte Ventrikel, der, wie schon erwähnt, nach vorn durch die Sylvische Wasserleitung mit dem dritten Ventrikel, nach hinten mit der Rautengrube des verlängerten Markes in Verbindung

steht. Der vierte Ventrikel, ebenso wie die beiden Seitenventrikel und der dritte Ventrikel des Grosshirnes, enthalten die Adergeflechte (plexus choroideï), welche mit der Gefässhaut (pia mater) des Gehirnes im Zusammenhange stehen und Sammelstätten darstellen, von wo aus sämmtliche Theile des Gehirnes mit Blut versorgt werden; auch das venöse Blut wird von den Adergeflechten wieder aufgenommen und den Blutleitern zugeführt.

Aus der ausserordentlichen Empfindlichkeit des Gehirnes ergibt sich die Nothwendigkeit, die pulsirenden Adern in möglichst geringer Zahl in die Gehirnmasse selbst eintreten zu lassen; die mit Wasser erfüllten Ventrikel eignen sich daher vortrefflich zur Unterbringung grösserer Blutgefässe, von wo aus die feinen Adern in die Hirnmasse dringen.

Aus dem Kleinhirne entspringen keine Nerven.

§. 150. *Der Bau des Hirnstammes.*

Der Hirnstamm besteht aus drei Theilen:

1. aus dem verlängerten Mark, welches unmittelbar in Verbindung steht mit dem Rückenmarke,
2. aus dem Hirnknoten oder der Varolsbrücke, und
3. aus den Grosshirnschenkeln.

1. Das verlängerte Mark (medulla oblongata) liegt auf dem Körper des Hinterhauptbeines und reicht bis zum 1. Halswirbel. Es wird durch eine Längsfurche in zwei Hälften getheilt, an welchen jederseits drei längliche Erhabenheiten vorkommen, von denen die der Medianlinie zunächst liegenden als Pyramiden, die mittleren als Oliven, die lateralen als strangförmige Körper (corpora restiformia) bezeichnet werden. Letztere stehen in Verbindung mit den Kleinhirnschenkeln zum verlängerten Mark und sie begrenzen den vierten Ventrikel seitwärts.

Die obere Fläche des verlängerten Markes zeigt eine längliche Grube — die Rautengrube (sinus rhomboideus), welche die hintere Verlängerung des Bodens vom vierten Ventrikel bildet und rückwärts in den Zentralkanal des Rückenmarkes übergeht. Die Medianlinie der Rautengrube enthält vier seichte Längsfurchen, von welchen beiderseits mehrere schwache Querfurchen abgehen. Diese Längsfurchen und Querfurchen werden als Schreibfeder (calamus scriptorius) bezeichnet.

In der Rautengrube (vor der Schreibfeder) liegt das Athmungszentrum oder der Lebensknoten, so genannt, weil an dieser Stelle die Rückenmarknerven für die Athmungsmuskeln, insbesondere für das Zwerchfell und die Zwischenrippenmuskeln entspringen. Eine Verletzung dieser Stelle hebt die Athmung auf und tödtet das Thier.

2. Der Hirnknoten (die Varolsbrücke, pons Varolii) liegt auf dem Körper des Hinterhauptbeines, vor dem verlängerten Mark. Seine untere Fläche ist konvex und wird durch eine mediane Längsfurche (zur Aufnahme der Grundarterie) in eine rechte und linke Hälfte getheilt. Mit dem Kleinhirne steht er durch den Kleinhirnschenkel zum Hirnknoten, mit dem Grosshirne durch die Grosshirnschenkel in Verbindung. Vom lateralen Umfange des Hirnknotens entspringt der fünfte Hirnnerv (n. trigeminus).

3. Die Grosshirnschenkel bilden das vordere Ende des Hirnstammes, nachdem dasselbe den Hirnknoten durchsetzt hat. Die Grosshirnschenkel stellen also die Verbindung her zwischen dem Rückenmarke und dem Grosshirne, und sie gehen zur Seite der Streifenkörper (und zum Theil in diese selbst) in die Masse des Grosshirnes über. Von den Grosshirnschenkeln entspringt der dritte Hirnnerv (n. oculomotorius).

§. 151. *Die Basis des Gehirnes und die Hirnnerven.*

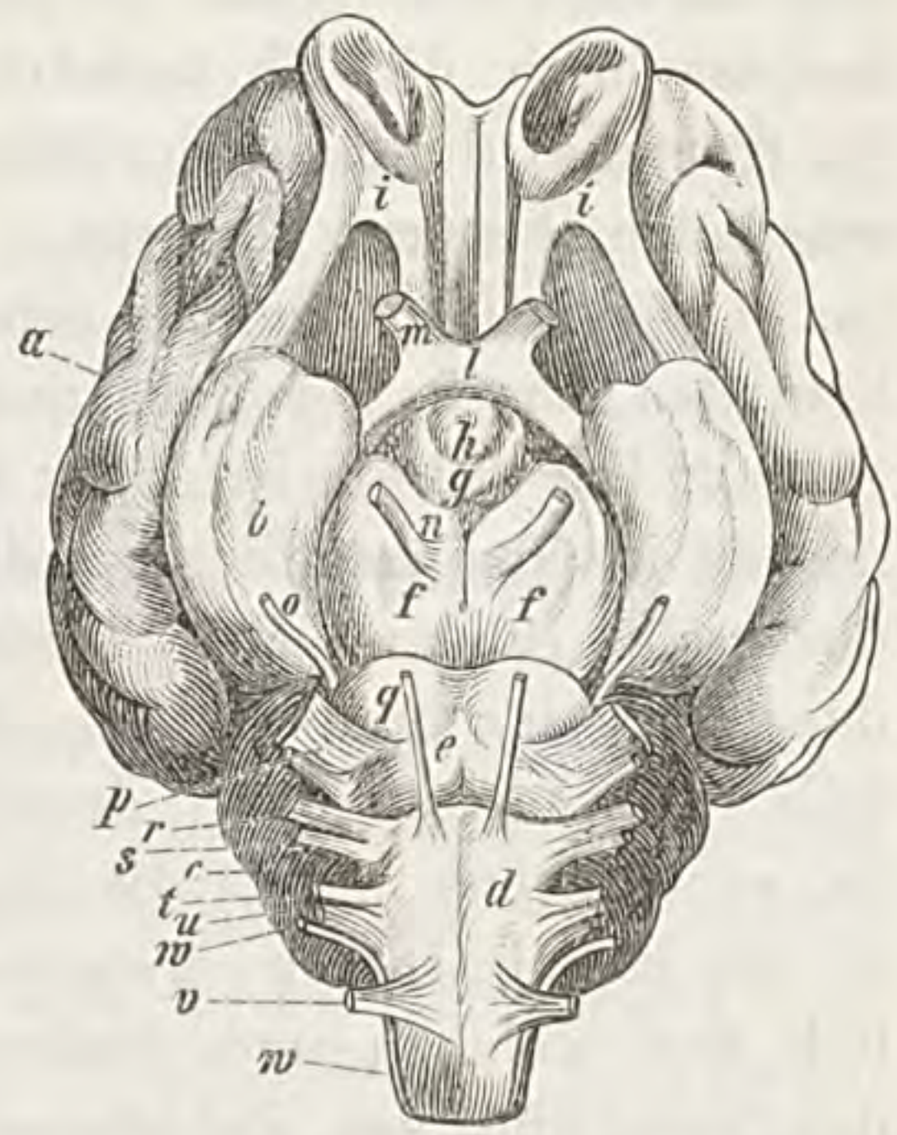
Von dem Stirnlappen des Grosshirnes entspringt mit drei Wurzeln das erste Hirnnervenpaar — der Geruchnerv oder Riechnerv (n. olfactorius). Die Wurzeln desselben vereinigen sich an der Basis des Stirnlappens zu einem gemeinsamen hohlen Nervenstrange, der auf der Siebplatte des Siebbeines zu dem Riechkolben (bulbus olfactorius) anschwillt, aus dem zahlreiche Nervenfasern die Siebplatte durchsetzen, um zur Schleimhaut der Nase zu gelangen. Dieser Nerv vermittelt die Geruchempfindung.

Das zweite Nervenpaar, der Sehnerv (n. opticus), entspringt von den Sehhügeln und vom vorderen Vierhügelpaare. Die Nervenfasern kreuzen sich in der vor dem Gehirnanhange, in der Sehnervenfurche des vorderen Keilbeinkörpers gelegenen Sehnervenkreuzung; von da gehen sie in der dem Ursprunge

entgegengesetzten Richtung durch den Sehnervenkanal zum Auge. Dieser Nerv vermittelt die Lichtempfindung.

Das dritte Nervenpaar, der gemeinschaftliche Augenmuskelnerv (n. oculomotorius) entspringt im Inneren der Grosshirnschenkel. Er verläuft an der Basis des Gehirnes, verlässt die Schädelhöhle durch die hintere Augenhöhlenspalte und geht zu den Muskeln des Augapfels (mit Ausnahme des Rollmuskels und des lateralen geraden), deren Bewegung er vermittelt.

Fig. 73.



Basis vom Schafhirn mit den Ursprüngen der Hirnnerven.

a Schläfenlappen des Grosshirnes,
b Zitzenfortsatz,
c Kleinhirn,
d verlängertes Mark,
e Hirnknoten,
f Grosshirnschenkel,
g Markkügelchen,
h Hirnanhang,
i erstes Hirnnervenpaar,
k Riechkolben,
l Sehnervenkreuzung,
m zweites Hirnnervenpaar,
n drittes „
o viertes „
p fünftes „
q sechstes „
r siebentes „
s achtes „
t neuntes „
u zehntes „
v eilftes „
w zwölftes „

Das vierte Nervenpaar, der Rollmuskelnerv (n. trochlearis), entspringt am Boden des vierten Ventrikels und tritt zur Seite des hinteren Hügelpaares der Vierhügel aus den Kleinhirnschenkeln zu den Vierhügeln an die Basis des Gehirnes. Er durchsetzt die Hinter-Augenhöhlenspalte und verzweigt sich in dem Rollmuskel des Augapfels, dessen Bewegungsnerv er ist.

Das fünfte Nervenpaar, der Drillingnerv (n. trigeminus), entspringt mit einer stärkeren (sensibelen) und einer schwächeren (motorischen) Wurzel im Inneren des Hirnknotens, den er an dessen lateraler Seite verlässt. Die sensibele Wurzel bildet, nahe ihrem Ursprunge ein mit Ganglienzellen durchsetztes Geflecht — den Gasser'schen Knoten. Nach dem Austritte aus demselben vereinigt sich die sensibele Wurzel mit der motorischen und von beiden zusammen zweigen sich jederseits drei Aeste ab: 1. der Augenast, 2. der Oberkieferast und 3. der Unter-

kieferast. Der erste und zweite Ast enthält zumeist die Fasern der sensibelen Wurzel; in den dritten Ast tritt fast die gesammte motorische Wurzel. Der fünfte Nerv vermittelt hauptsächlich die Empfindung am Kopfe.

1. Der Augenast verlässt die Schädelhöhle durch die hintere Augenhöhlenspalte und theilt sich in der Augenhöhle in drei Aeste, von denen: *a)* der Thränennerv (n. lacrymalis) hauptsächlich die Thränendrüse innervirt, *b)* der Stirnnerv (n. frontalis) die Haut der Stirne und des oberen Augenlides mit sensibelen Fasern versorgt, und *c)* der Nasen-Augennerv (n. naso-ciliaris) ebenfalls sensibele Fasern sendet zur Schleimhaut des Auges, der Nase und zum Ziliarknoten des Auges.

2. Der Oberkieferast (ramus maxillaris) des fünften Hirnnerven ist hauptsächlich sensibel; er tritt aus der Schädelhöhle durch den runden Kanal, beziehungsweise durch den entsprechenden Theil der hinteren Augenhöhlenspalte. Er theilt sich ebenfalls in drei Aeste, von denen: *a)* der Unter-Augenlidnerv (n. subcutaneus malae) die Haut des Unter-Augenlides innervirt, *b)* der Keilbein-Gaumennerv (n. spheno-palatinus) hauptsächlich den weichen und harten Gaumen, sowie die Schleimhaut der Nase und das Zahnfleisch mit sensibelen Aesten versorgt, *c)* der Unter-Augenhöhlennerv (n. infraorbitalis), nach seinem Durchtritte durch den Unter-Augenhöhlenkanal, sich vertheilt in der Haut und der Schleimhaut der Backen und der Lippen, sowie in den Zähnen des Oberkiefers.

3. Der Unterkieferast (ramus mandibularis) des fünften Hirnnerven enthält fast die ganze motorische Wurzel. Er tritt durch das ovale Loch, beziehungsweise durch das gerissene Loch; er vertheilt seine Aeste unmittelbar nach seinem Austritte aus der Schädelhöhle an die Kaumuskeln, an die Schleimhaut der Zunge und an die Zähne des Unterkiefers, zu welchen er im Zahnfachkanale gelangt.

Das sechste Nervenpaar, der äussere Augenmuskelnerv (n. abducens), entspringt am Boden des vierten Ventrikels und an der Basis des Gehirnes, zwischen den Pyramiden und dem Hirnknoten, über dessen untere Fläche er verläuft, um die Schädelhöhle durch die hintere Augenhöhlenspalte zu verlassen, und den lateralen geraden Augenmuskel zu innerviren.

Das siebente Nervenpaar, der Angesichtnerv (n. facialis), entspringt mit einer grösseren (motorischen) und einer kleineren

(sensibelen) Wurzel aus dem strangförmigen Körper des verlängerten Markes, an der Grenze des Hirnknotens, hinter dem fünften Hirnnerven. Der siebente Hirnnerv tritt gemeinschaftlich mit dem achten in den inneren Gehörgang, durchsetzt die Pyramide des Felsenbeines, verlässt dieselbe durch das Warzenloch und vertheilt seine Aeste an die Muskeln des Ohres, der äusseren Augenmuskeln, der Nase, der Lippen, sowie an die Speicheldrüsen.

Das achte Nervenpaar, der Gehörnerv (n. acusticus), entspringt in der Rautengrube des verlängerten Markes, verläuft über dem strangförmigen Körper desselben und tritt mit dem siebenten Hirnnerven in den inneren Gehörgang. Er verbreitet sich mit zwei Aesten (n. vestibuli et n. cochleae) im Vorhofe und in der Schnecke des Gehörorganes und vermittelt die Schallempfindung.

Das neunte Nervenpaar, der Zungen-Schlundnerv (n. glosso-pharyngeus), entspringt in der Furche zwischen der Olive und dem strangförmigen Körper und verlässt die Schädelhöhle durch das Drosselloch. Er theilt sich in zwei Hauptäste, von denen: *a)* der schwächere Schlundkopfnerv (n. pharyngeus) die oberen Schlundkopfmuskeln und den weichen Gaumen innervirt, *b)* der stärkere Zungennerv (n. lingualis) sich verbreitet in den umwallten Papillen der Zunge; er vermittelt die Geschmackempfindung der Zunge.

Das zehnte Nervenpaar, der Lungen-Magennerv (n. vagus), entspringt am Boden des vierten Ventrikels; er erscheint in der Furche zwischen der Olive und dem strangförmigen Körper, hinter dem neunten Hirnnerven, am lateralen Rande des verlängerten Markes und verlässt, verbunden mit dem neunten Hirnnerven, durch das Drosselloch die Schädelhöhle. Er gelangt an der hinteren Wand der gemeinsamen Kopfschlagader in die Brusthöhle und mit der Speiseröhre in die Bauchhöhle. Man unterscheidet an dem vorwiegend sensibelen Lungen-Magennerven: 1. einen Halstheil, 2. einen Brusttheil und 3. einen Bauchtheil.

1. Vom Halstheile des Lungen-Magennerven gehen Fasern zu den Muskeln und der Schleimhaut des Schlundkopfes und des Kehlkopfes, sowie zu dem Luftsacke des Pferdes.

2. Vom Brusttheile verzweigen sich Aeste zur Luftröhre (Luftröhrengeflecht) und zu den Bronchien und Blutgefässen

der Lunge (oberes und unteres Lungengeflecht), ferner zum Muskel des Herzens (Herzgeflecht).

3. Vom Bauchtheile geht das hintere und vordere Magengeflecht zur hinteren und vorderen Wand des Magens.

Reizung des Lungen-Magennerven bewirkt Schlingbewegungen, Husten, Magenbewegung, Hemmung der Herzbewegung, Verminderung des Blutdruckes.

Das elfte Nervenpaar, der rücklaufende Nerv (n. recurrens s. accessorius Willisii), entspringt auf der dorsalen Fläche des Seitenstranges vom Rückenmarke, zwischen dem sechsten und siebenten Halsnerven. Er tritt am lateralen Rande des Rückenmarkes und des verlängerten Markes in die Schädelhöhle, und verlässt dieselbe wieder, verbunden mit dem zehnten Hirnnerven, durch das Drosselloch. Der elfte Nerv ist motorisch; er gibt kleine Fasern an den Vagus ab (dessen motorische Aeste vom eilften Nerven herrühren) und theilt sich in zwei Aeste, von denen der vordere den Brustbeinmuskel des Unterkiefers innervirt; der hintere, stärkere Ast verzweigt sich in dem oberflächlichen Nackenmuskel der Schulter und in dem oberflächlichen und tiefen Widerristmuskel der Schulter.

Das zwölfte Nervenpaar, der Unterzungennerv (n. hypoglossus), entspringt mit mehreren Wurzeln von der Pyramide und der Olive des verlängerten Markes. Er verlässt die Schädelhöhle durch den Knopfkanal (canalis hypoglossus), geht zwischen dem zehnten und elften Hirnnerven hindurch und tritt in Begleitung der äusseren Kinnbackenarterie an die mediale Fläche vom Kiefermuskel des Zungenbeines. Er verbreitet sich in den Muskeln der Zunge, deren Bewegung er vermittelt.

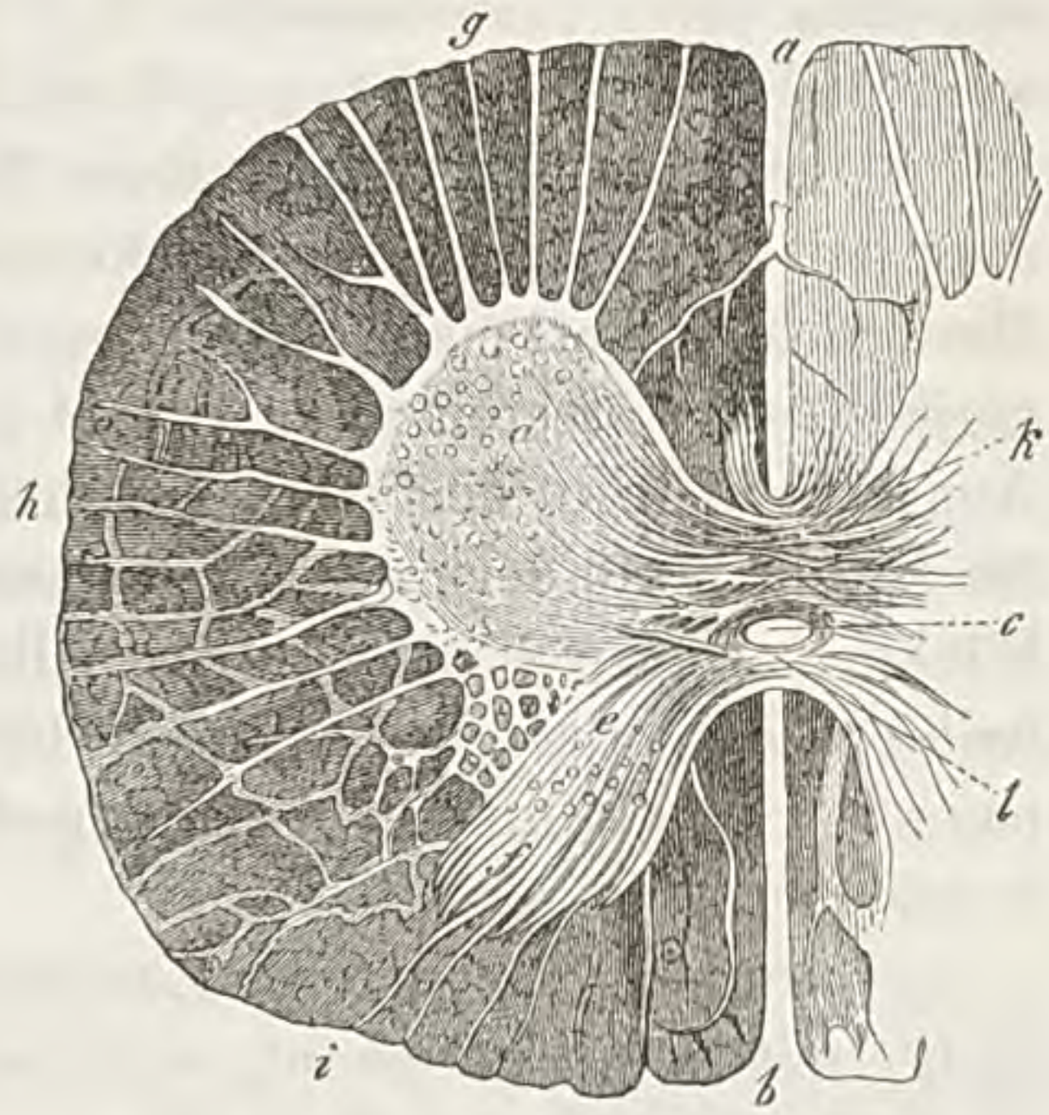
Das fünfte bis zwölfte Hirnnervenpaar (das elfte nur beim Pferde, bei den übrigen Haussäugethieren nicht) steht in Verbindung mit dem oberen Halsknoten und den Kopfarteriengeflecht des sympathischen Nerven.

§. 152. *Der Bau des Rückenmarkes.*

Das Rückenmark ist ein fast kreisrunder Strang, dessen peripherische Rindenschicht aus weisser, dessen zentrale Markschicht aus grauer Nervensubstanz besteht. Da das Rückenmark mittelst des verlängerten Markes in unmittelbarer Verbindung

steht mit dem Gehirne, so lässt sich ein Anfang des Rückenmarkes eigentlich nicht bestimmen; doch bezeichnet man gewöhnlich den Theil des Nervensystemes, zwischen dem grossen Hinterhauptloche und dem ersten Halswirbel, als Anfang des Rückenmarkes. Dasselbe endet am Anfange des Kreuzbeinkanales; die vom Endtheile desselben ausgehenden Nervenbündel bezeichnet man als Pferdeschweif (cauda equina). An der Verbindung des Hals- und Rückentheiles, sowie am Lendentheile, d. h. an den Stellen, wo die starken Nervenstämme für die Vorderglieder und die Hinterglieder abgehen, besitzt das Rückenmark Anschwellungen (Halsknoten und Lendenknoten).

Fig. 74.



Querschnitt des Rückenmarkes vom Kalbe.

a untere Längsspalte,
b obere Längsspalte,
c Zentralkanal,
d untere Hörner,
e obere Hörner,
f gelatinöse Substanz,
g unterer Strang mit den motorischen Nervenwurzeln,
h lateraler Strang mit bindegewebigen Scheidewänden,
i oberer Strang mit den sensibelen Nervenwurzeln,
k die untere Kommissur,
l die obere Kommissur.

In der Medianlinie ist das Rückenmark, fast ganz im Bereiche seiner weissen Substanz, durch eine Längsfurche getheilt, die am unteren Umfange tiefer ist als am oberen. Zu beiden Seiten des unteren und oberen Umfanges treten starke Nervenbündel aus dem Rückenmarke, welche, nachdem sie die fibröse Haut desselben durchbohrt haben, sich im Zwischenwirbelloche vereinigen und durch dasselbe als gemeinsamer Nervenstrang den Wirbelkanal verlassen. Dieser gemeinsame Strang enthält motorische Fasern aus der unteren (ventralen) Nervenwurzel, sensibele Fasern aus der oberen (dorsalen) Nervenwurzel. Im Verlaufe der letzteren, an der Stelle, wo sie sich mit der unteren Wurzel im Zwischenwirbelloche vereiniget, liegt jederseits ein Ganglion, an welches sich die untere Nervenwurzel nur anlehnt, aber nicht eintritt.

Durch die untere und obere Längsfurche, sowie durch den Austritt der Nervenwurzeln, entstehen an jeder Hälfte des Rückenmarkes drei längsverlaufende Stränge. Der Strang zwischen der unteren Längsfurche und der Austrittsstelle der unteren (motorischen) Nervenwurzeln heisst der untere Strang; der Strang zwischen der oberen Längsfurche und der Austrittsstelle der oberen Nervenwurzel wird als oberer, und endlich der Strang zwischen den Austrittsstellen der oberen und unteren Nervenwurzel — als Seitenstrang bezeichnet.

Die genannten, aus weisser Substanz bestehenden Stränge umgeben den Kern des Rückenmarkes aus grauer Substanz. Dieser Kern hat eine ⊢förmige Gestalt, mit einem seitwärts gerichteten grösseren unteren und kleineren oberen Hörnerpaare. Aus den Spitzen der Hörner gehen die Nervenwurzeln hervor. Im Mittelpunkte der grauen Substanz befindet sich der, das ganze Rückenmark durchsetzende Zentralkanal. Die unterhalb und oberhalb des Zentralkanales gelegene Brücke zwischen beiden Hörnerpaaren wird als untere (weisse) und obere (graue) Kommissur bezeichnet.

Unterhalb der unteren Längsfurche des Rückenmarkes, verläuft, mit der Gefässhaut verbunden, die Rückenmarkarterie; oberhalb der oberen Längsfurche liegt die Rückenmarkvene. Das venöse Blut wird ausserdem gesammelt von dem Wirbelblutleiter, welcher ausserhalb der fibrösen (harten) Rückenmarkhaut mit der Beinhaut des Wirbelkanales verbunden ist.

§. *153. Die Rückenmarknerven.*

Je nach den Gegenden der Wirbelsäule, aus deren Rückenmarkkanal sie durch die Zwischenwirbellöcher austreten, unterscheidet man Halsnerven, Rückennerven, Lendennerven, Kreuznerven, Schweifnerven. Jeder Rückenmarknerv theilt sich in einen oberen (Rücken-) und einen unteren (Bauch-) Ast, welche beide sowohl motorische als sensibele Fasern enthalten. Aus letzteren entstehen die Nerven für die Vorder- und Hinterglieder, sowie der Zwerchfellnerv. Jeder Rückenmarknerv gibt und empfängt ferner Fasern vom sympathischen Nerven.

Die Zahl der Halsnervenpaare bei unseren Haussäugethieren beträgt acht, indem das zwischen Hinterhaupt und

1. Halswirbel austretende Nervenpaar als erstes, das zwischen dem 7. Halswirbel und 1. Rückenwirbel austretende als achtes Halsnervenpaar gezählt wird. Die Halsnerven verzweigen sich in sämmtlichen Organen des Halses und in der Schulterhaut; der aus den oberen Aesten des 1. Halsnerven entstehende paarige Hinterhauptnerv (n. occipitalis) innervirt die kurzen Streckmuskeln des Hinterhauptes und die hinteren Ohrmuskeln; der aus den unteren Aesten des 5. bis 7. Halsnervenpaares sich abzweigende paarige Zwerchfellnerv (n. phrenicus) nimmt seinen Ursprung in der Rautengrube (Athmungszentrum) und innervirt den Zwerchfellmuskel.

Die Zahl der Rückennervenpaare entspricht der Zahl der Rückenwirbel. Aus ihren oberen Aesten entstehen die motorischen Fasern für die Rückenstreckmuskeln und die sensibelen Fasern für die Haut des Rückens; aus den unteren Aesten entstehen die Zwischenrippennerven (nn. intercostales), welche nebst den Zwerchfellnerven in der Rautengrube des verlängerten Markes entspringen und sich in den Zwischenrippenmuskeln verzweigen.

Aus den unteren Aesten des 6. bis 8. Halsnervenpaares und des 1. und 2. Rückennervenpaares, in Verbindung mit den Aesten des sympathischen Nerven, wird das Armgeflecht (plexus brachialis) gebildet. Aus demselben entstehen die Nerven für die Schultern und für sämmtliche Organe der Vorderbeine.

Die Zahl der Lendennervenpaare entspricht der Zahl der Lendenwirbel. Aus ihren oberen Aesten entstehen die motorischen Fasern für die Streckmuskeln des Rückens, aus ihren sensibelen Fasern die Hautnerven der Lendengegend. Aus den unteren Aesten entstehen die motorischen Fasern für den Bauch-Darmbeinmuskel (musc. ilio-psoas) und für das Lendengeflecht (plexus lumbalis). Aus denselben entstehen ferner die Nerven für die Muskeln und die äussere Haut des Bauches, für die Leistengegend und die Vorhaut, für Hodensack und Euter, für die äussere Haut des Oberschenkels bis zum Knie; endlich für die das Hüftbein und das Hüftgelenk umgebenden Muskeln.

Die der Zahl der Kreuzwirbel entsprechenden Kreuznervenpaare verzweigen ihre oberen Aeste in dem lateralen und medialen Kreuz-Sitzbeinmuskel und in der Haut der Kreuzgegend. Die unteren Aeste bilden das Kreuzbeingeflecht.

Aus diesem entstehen zwei Nervengeflechte: das Hüftgeflecht (plexus ischiadicus) und das Scham-Mastdarmgeflecht (plexus pubo-coccygeus).

Aus dem Hüftgeflechte entspringen die Nerven für die Kruppenmuskeln und die Hosenmuskeln und für die Haut dieser Gegend, sowie der Hüftnerv (n. ischiadicus), der sämmtliche Organe der Hinterbeine innervirt. Aus dem Scham-Mastdarmgeflechte entspringt der innere Schamnerv (n. pudendus internus) für die kavernösen Körper und die Vorhaut des männlichen und weiblichen Geschlechtsgliedes, sowie der hintere Mastdarmnerv (n. haemorrhoidalis) für die willkürlichen Muskeln des Afters und der Haut dieser Gegend.

Die Zahl der Schweifnervenpaare beträgt 5 bis 6. Ihre oberen und unteren Aeste innerviren die oberen und unteren Schweifmuskeln und die Haut des Schweifes.

§. 154. *Der sympathische Nerv.*

Der sympathische Nerv liegt zu beiden Seiten der Wirbelsäule, unterhalb der Rippenköpfe, beziehungsweise der Querfortsätze der Halswirbel, Lendenwirbel und Kreuzwirbel. Man unterscheidet nach seiner Lage einen Kopftheil und Halstheil, einen Brusttheil, sowie einen Bauchtheil und Beckentheil.

Der sympathische Nerv besteht aus dem sogenannten Grenzstrange, und aus einer Reihe von Nervenknoten (Ganglienzellen). Der zwischen den Nervenknoten verlaufende Grenzstrang steht in Verbindung mit den meisten Nervenpaaren des Hirnes und mit allen Rückenmarknerven. Aus den Nervenknoten entspringen feine Nervenfasern, welche unter sich Geflechte bilden und die grossen Schlagadern begleiten, beziehungsweise umschlingen.

Der Kopftheil und Halstheil des sympathischen Nerven bildet zwei Knoten, von denen der obere Halsknoten (ganglion cervicale superior) an der unteren Fläche des Hinterhauptkörpers liegt (beim Pferde an der hinteren Wand des Luftsackes), und beim Pferde in Verbindung steht mit dem 5. bis 12. Hirnnerven (bei den übrigen Haussäugethieren ist von dieser Verbindung das 11. Hirnnervenpaar ausgenommen); der untere Halsknoten (ganglion cervicale inferior) liegt am Eingange der Brusthöhle, vor dem ersten Rippenpaare, zu beiden Seiten der

Luftröhre; er steht in Verbindung mit dem 7. und 8. Halsnervenpaare.

Vom oberen Halsknoten treten Nervenfasern in Begleitung der inneren Kopfarterie in die Schädelhöhle, wo sie im gerissenen Loche das Kopfarteriengeflecht (plexus caroticus internus) bilden. Vom unteren Halsknoten und von dem ihm benachbarten ersten Brustknoten gehen feine Nervenfasern zum Herzgeflechte und zum oberen und unteren Lungengeflechte des 10. Hirnnervenpaares.

Der Brusttheil des sympathischen Nerven bildet so viele paarige Brustknoten, als Rippenpaare bestehen; der erste Brustknoten ist der stärkste; er gibt an den ersten Rückennerven des Armgeflechtes einen Ast ab, ferner Verbindungszweige zu den unteren Aesten des 6. bis 2. Halsnervenpaares.

Von den übrigen Brustknoten gehen Verbindungsäste zu den Zwischenrippennerven, zum Schlundgeflechte, zum Herzgeflechte, zum oberen und unteren Lungengeflechte und zum Zwerchfellnerven.

Der stärkste Ast des Brusttheiles ist der paarige Eingeweidenerv (n. splanchnicus), der in der Höhe des letzten Rippenpaares vom Grenzstrange abzweigt, am lateralen Rande der Zwerchfellpfeiler in die Bauchhöhle tritt, wo er die Nervengeflechte der Bauchhöhle bildet. Zu diesen Geflechten gehört das Bauchgeflecht (plexus coeliacus), welches die Bauchschlagader und die vordere Gekrösarterie umschlingt und aus seinen Fasern das Lebergeflecht (plexus hepaticus) für die Leberarterie, das Milzgeflecht (plexus splenicus) für die Milzarterie und das Magengeflecht (plexus gastricus) für die linke Kranzarterie des Magens bildet.

Zu den in der Bauchhöhle gelegenen Geflechten des Eingeweidenerven gehören ferner das vordere Gekrösgeflecht (plexus mesentericus anterior) für die vordere Gekrösarterie, das hintere Gekrösgeflecht (plexus mesentericus posterior) für die hintere Gekrösarterie, die Nierengeflechte (plexus renales) für die Nierenarterie, die Samengeflechte (plexus spermatici) für die inneren Samenarterien, die Beckengeflechte (plexus hypogastrici) für die im Becken gelegenen Harn- und Geschlechtsorgane, sowie für den Mastdarm.

Nach Abgabe des Eingeweidenerven wird der Grenzstrang des sympathischen Nerven sehr dünn; er tritt mit der Aorta in

die Bauchhöhle und wird zum Bauchtheile, der eine den Lendenwirbeln entsprechende Zahl von Lendenknoten bildet. Aus den Aesten des Bauchtheiles entsteht das Aortengeflecht (plexus aorticus); kleinere Zweige verbinden sich mit dem vorderen und dem hinteren Gekrösgeflechte.

Der Beckentheil des sympathischen Nerven bildet am 1. bis 3. Kreuzwirbel je ein Knotenpaar; er theilt sich am 3. Kreuzwirbel in einen lateralen und einen medialen Ast, von denen der erstere die unteren Schweifnerven begleitet, während der mediale Ast beider Seiten am 1. und 2. Schweifwirbel den Schwanzknoten (ganglion coccygeum) bildet, dessen Aeste die mittlere Schweifarterie begleiten.

Einundzwanzigstes Kapitel.

Der Sinnesapparat.

a) Haut und Haar als allgemeine Decke und Tastorgan.

§. 155. Der Bau der äusseren Haut.

(Hierzu Tafel XXII.)

Die äussere Haut liegt am Kopfe, am Halse und am Rumpfe auf dem Hautmuskel; an den Gliedern aber bedeckt sie unmittelbar die Muskelbinden.

Die dem Hautmuskel oder den oberflächlichen Muskelbinden aufliegende tiefste Schicht der äusseren Haut besteht aus lockerem Bindegewebe (Unterhautbindegewebe). Dasselbe enthält mehr oder weniger Fettzellen, Schweissdrüsen, Blutgefässe, sowie die zur Lederhaut durchtretenden Nerven und die Wurzeln und Bälge der langen straffen Haare (Grannenhaare und Tasthaare), welche durch die vom Hautmuskel abstammenden Muskelfasern (arrectores pili) aufgerichtet werden können, und die vermöge des ihre Wurzeln umgebenden Nervengeflechtes das Tastgefühl der Haut unterstützen.

Die dem Unterhautbindegewebe eigenthümlichen Schweissdrüsen (glandulae sudoriparae) sind von knäuelförmiger Gestalt und von einem dichten Blutgefässnetze umgeben. Die Wandung der Drüse ist mit kleinen polygonalen Zellen besetzt und der Hohlraum sowie der Ausführungsgang der Drüse enthält eine wasserhelle Flüssigkeit, fettartige Körper und Farbstoffe. Der

Ausführungsgang durchsetzt in korkzieherartigen Windungen die Lederhaut und mündet entweder frei auf der Oberhaut, oder er senkt sich seitwärts in einen Haarbalg ein. Das Sekret der Drüse — der Schweiss (sudor), enthält in 98 bis 99 Prozent Wasser mehrere flüchtige Fettsäuren (Ameisensäure, Buttersäure, Kapronsäure u. s. w.), Neutralfette und Salze, und unter diesen vorwiegend Chlornatrium. Ferner soll der Schweiss auch im Normalzustande Harnstoff enthalten.

Die nach Aussen dem Unterhautbindegewebe aufliegende mittlere Schicht der äusseren Haut ist die Lederhaut (corium), die Hauptschicht der Haut. Dieselbe besteht aus einem dichten Flechtwerke feiner, mit zahlreichen elastischen Elementen durchsetzten Bindegewebsfasern. Die Lederhaut ist sehr reich an Blutgefässen und Nerven, welche sich in den zottenförmigen Verlängerungen der Lederhaut verästeln. Man nennt diese nach Aussen gerichteten Zotten der Lederhaut die Papillen, und man unterscheidet Gefässpapillen, welche Blutgefässschlingen enthalten und Nervenpapillen (Gefühlswarzen), in welche die peripherischen Enden der das Tastgefühl vermittelnden Empfindungsnerven eintreten.

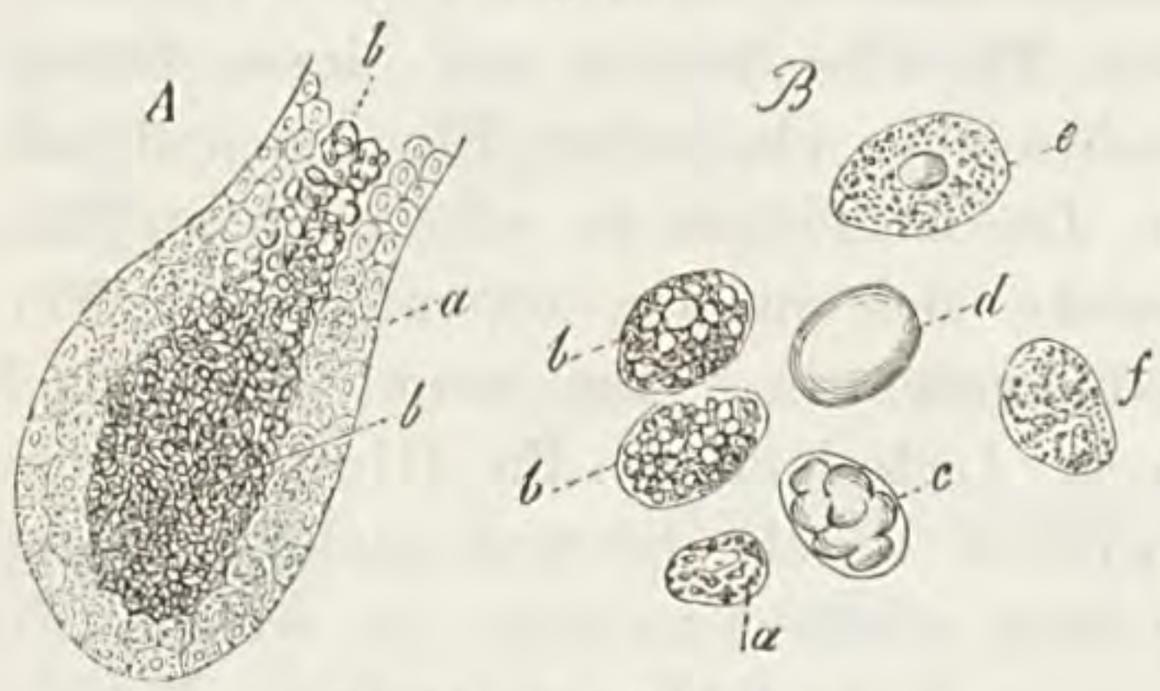
Ausser den das Tastgefühl vermittelnden, dem Gehirne und dem Rückenmarke angehörenden Nerven, besitzt die Lederhaut auch zahlreiche Nerven des sympathischen Geflechtes, welche die Blutgefässe der Haut begleiten; durch deren Erregung wird die Temperatur-Empfindung vermittelt, wahrscheinlich auf reflektorischem Wege. Im normalen Zustande befinden sich nämlich die Blutgefässe in einer gewissen mittleren Spannung. Wenn aber die dem sympathischen Geflechte angehörenden Gefässnerven durch den Wärmereiz erregt werden, so erschlaffen die Gefässwände, das Blut strömt in vermehrter Menge zu, die Haut erwärmt und röthet sich und sondert Schweiss ab. Durch den Kältereiz aber wird die mittlere Spannung der Gefässwände vermehrt, das Blut wird in das Innere des Körpers zurückgepresst, die Haut wird blutleer und blass und erzeugt die Empfindung von Kälte.

An den Stellen der Lederhaut, an welche sich die hornartigen Verlängerungen (Hörner, Hufe, Klauen) ansetzen, erscheinen auch die Gefässpapillen verlängert und ragen in die Hornsubstanz hinein, deren Mutterboden (matrix) sie sind.

Ausserdem enthält die Lederhaut die Wurzeln und Bälge der kurzen Haare (Deckhaare, Flaumhaare und Wollhaare) sowie

Talgdrüsen und die Ausführungsgänge, zum Theil auch noch die Knäuel der Schweissdrüsen. Die in der Lederhaut verbreiteten Talgdrüsen (glandulae sebaceae) sind traubenförmig, und sie münden in den Haarbalg zur Seite des Haares, das sie mit Talg überziehen. Die einzelnen Bläschen der Talgdrüse enthalten ein die Wand des Bläschens besetzendes, geschichtetes Pflasterepithel, dessen protoplasmatischer Inhalt allmälig in Fett umgewandelt wird. Die verfetteten Drüsenzellen werden abgestossen und erfüllen den Hohlraum der Drüse, aus dem sie durch den Ausführungsgang an die Oberfläche der Haut gelangen. Der Hauttalg enthält Drüsenzellen in verschiedenen Stadien der Verfettung, und Fettmassen, welche aus den zerplatzten Drüsenzellen ausgetreten sind. (Siehe Fig. 75.)

Fig. 75.



Talgdrüse und Talgzellen.
A Das Bläschen einer Talgdrüse:
a die wandständigen Drüsenzellen,
b die abgestossenen, den Hohlraum der Drüse erfüllenden verfetteten Zellen.
B Die Drüsenzellen in stärkerer Vergrösserung:
a kleine, der Wand angehörige, fettärmere,
b grosse, mit Fett reichlicher erfüllte,
c eine Zelle mit zusammengetretenen grösseren,
d eine Zelle mit einem einzigen Fetttropfen,
e f Zellen, deren Fett theilweise ausgetreten ist.

Die äusserste Schicht der äusseren Haut wird von der Oberhaut (epidermis) gebildet, an der man wiederum zwei untergeordnete Schichten unterscheidet: *a)* die tiefe Schicht, welche der Lederhaut unmittelbar aufliegt und sich in die Vertiefungen ihrer Papillen einsenkt, ist die Schleimschicht (rete Malpighi), die aus rundlichen, kernhaltigen Zellen besteht. Die oberflächliche Schicht ist die Hornschicht; sie ist aus länglich-ovalen, kernlosen und verhornten Zellen zusammengesetzt, die in fortwährender Abschuppung sich befinden. Die Oberhaut enthält weder Blutgefässe, noch Nerven und sie wird von den Haaren und den Schweissdrüsenkanälen durchsetzt. Die Oberfläche der Hornschicht zeigt Riffen und Rillen, welche den Erhebungen der Papillen, beziehungsweise den Einsenkungen zwischen denselben entsprechen; sie ist überall mit kleinen Oeffnungen (Poren) versehen, den Mündungen der Schweissdrüsenkanäle und der Haarbälge.

Die Farbe der äusseren Haut ist bedingt durch Pigmentablagerungen in der Schleimschicht der Oberhaut.

Tafel XXII enthält die schematischen Durchschnitte von Haut und Haar landwirthschaftlicher Haussäugethiere. Fig. 1 zeigt einen Durchschnitt der ganzen Haut; es bedeutet: *a* Hornschicht, *b* Schleimschicht der Oberhaut, *c* Lederhaut, *c'* die querverlaufenden Bindegewebsstränge derselben, *c''* die Papillen derselben, *d* Unterhautbindegewebe, *d'* Fettlage desselben, *e* Schweissdrüsen, *e'* Ausführungsgang derselben, *f* Arterien, *g* Venen, *h* Nerven, *i* Haarschaft, *i'* Haarpapille, *k* innere Wurzelscheide des Haares, *l* äussere Wurzelscheide desselben, *m* Talgdrüse, *n* Haarbalg, *o* Haarbalgmuskel (musc. arrector pili).

Fig. 2 zeigt einen Durchschnitt der Haut vom Pferde (nach W. v. Nathusius); es bedeutet: *a* Oberhaut, *b* Lederhaut, *c* Talgdrüsen, *d* Deckhaare, *e* Schweissdrüsen-Ausführungsgang.

Fig. 3 zeigt einen Durchschnitt der Haut vom Haidschnuck-Schafe (nach Bohm); es bedeutet: *a* Hornschicht, *b* Schleimschicht der Oberhaut, *c* Lederhaut, *d* Talgdrüsen, *e* Grannenhaare, *f* Flaumhaare.

Fig. 4 zeigt einen Durchschnitt der Haut vom Merinoschafe (nach Bohm); es bedeutet: *a* bis *d* wie Fig. 3, *e* Schweissdrüsen, *f* Wollhaare, *g* querdurchschnittene Bälge derselben.

Fig. 5 zeigt einen durch Fettschweiss verbundenen Büschel feiner Wollhaare, 35fach vergrössert (nach Nathusius).

Fig. 6 bis 8 zeigt Haar-Querschnitte (nach Nathusius): Fig. 6 von der Ziege, Fig. 7 vom Leicester-Schafe, Fig. 8 vom hochfeinen Merinoschafe.

§. 156. Die Falten der äusseren Haut.

Die äussere Haut hat verschiedene Dicke; im Allgemeinen ist sie auf der Rückenseite des Rumpfes dicker als auf der Bauchseite. An manchen Stellen liegt sie sehr fest auf ihrer Unterlage, namentlich da, wo sie unmittelbar den Knochen überzieht. An anderen Stellen aber bildet die äussere Haut Falten, welche zum Theil besondere Namen führen.

Folgende Hautfalten kommen am Körper der landwirthschaftlichen Hausthiere vor:

Am Kopfe, zu beiden Seiten des Kehlganges, tragen Schafe, Ziegen und Schweine kleine kegelförmige Falten, welche Glöckchen genannt werden.

Am Halse, und zwar am Uebergange zur Brust (vor der Vorbrust), zwischen den Vorderbeinen herabhängend, findet sich bei Rindern und Schafen eine mehr oder weniger starke Hautfalte, welche den Namen „Wamme“ oder „Triel“ führt. Bei einigen Rinderrassen ist diese Hautfalte sehr stark. Zahlreiche Querfalten am Halse, an der Schulter und an der Kruppe kommen

vor bei einigen wollreichen Schafschlägen, namentlich bei den Negrettis und Rambouillets.

Die äussere Haut bildet an der Mündung des männlichen Zeugungsgliedes eine tiefe Falte, welche Schlauch (Vorhaut) genannt wird.

Eine ebenfalls starke, beziehungsweise dicke Falte kommt am Hinterknie vor; sie stellt die Verbindung her zwischen der Haut des Hinterschenkels und der Weiche; sie wird als Anhaltspunkt benutzt zur Beurtheilung des Mastzustandes von Rindern und Schafen (Mastgriff der Weiche).

Als Hautfalten nach einwärts, d. h. als Hauteinstülpungen kommen vor:

Beim Schafe die äusseren Thränensäcke am medialen Augenwinkel; in demselben befinden sich zahlreiche, stark entwickelte Schweissdrüsen und kleine Talgdrüsen; ferner die Klauensäckchen zwischen beiden Klauen (in der Gegend des Gelenkes zwischen dem Fessel- und Kronenbeine), mit Schweiss- und Talgdrüsen zur Einfettung der Klauenspalte. Diese Klauensäckchen bilden einen wichtigen zoologischen Unterschied zwischen Schafen und Ziegen, welchen letzteren sie, ebenso wie den Rindern, fehlen.

Auch zu beiden Seiten des Euters und des Hodensackes beim Schafe kommen Einstülpungen vor, in welche reichliche Talgdrüsen ein schmieriges Sekret absondern, das die Gegend zwischen den Hinterschenkeln vor gegenseitiger Reibung schützt.

Beim Schweine findet sich am Schlauche, in der Gegend des Nabels eine beutelartige Einstülpung — der Nabelbeutel, worin zahlreiche Schweiss- und Talgdrüsen vorkommen.

§. 157. *Die Formen der Haare.*

Das Haar gehört mit seinen Wurzelscheiden dem Oberhautgewebe an (siehe §. 7), nur die Markschicht des Haares, die im unmittelbaren Zusammenhange steht mit der Papille, sowie der Haarbalg haben sich aus dem Bindegewebe der Lederhaut entwickelt.

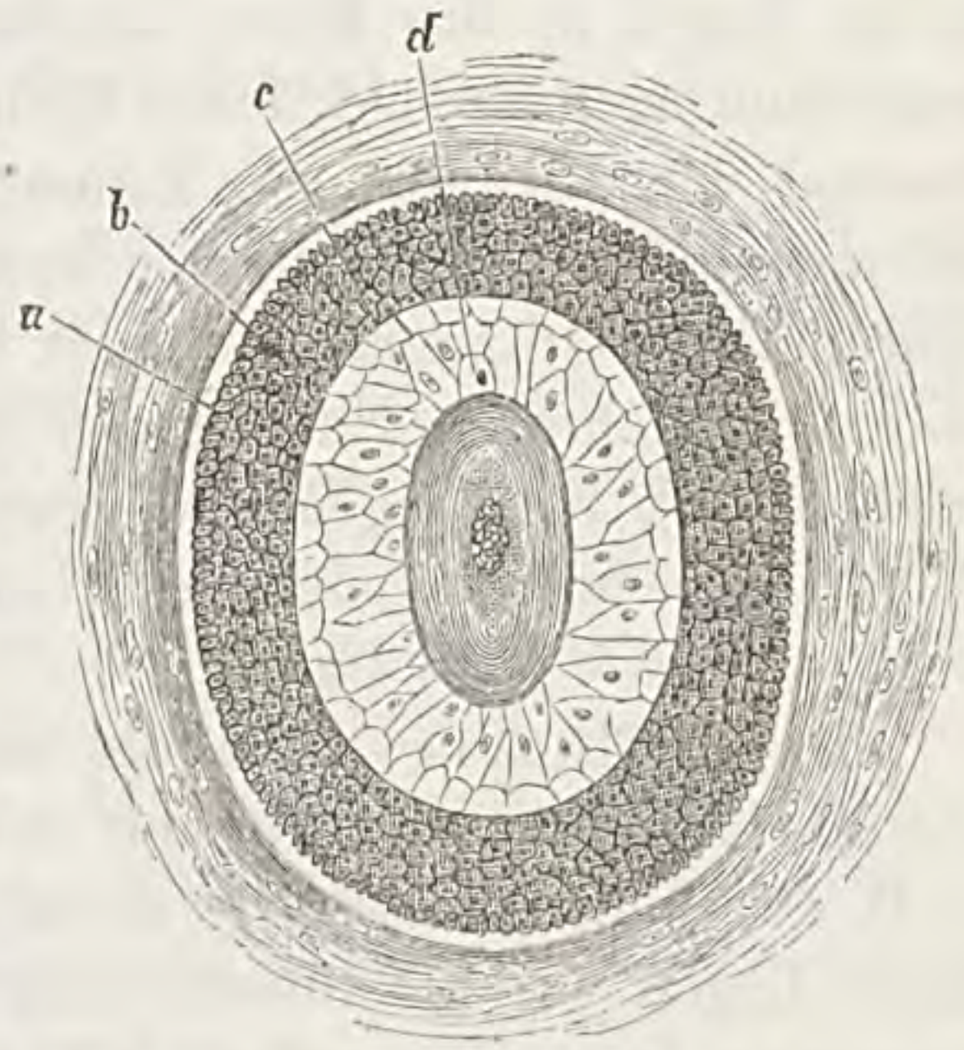
Nachstehende Fig. 76, welche den Querschnitt eines Haares mit seinen Wurzelscheiden und den Haarbalg darstellt, sowie Fig. 13 (Seite 14) werden uns den Bau des Haares veranschaulichen.

Am Körper der Haussäugethiere kommen folgende Formen von Haaren vor:

1. Tasthaare sind: lange und dicke, markhaltige Haare, welche an den Rändern der Augenlider, des Nüstern und der Oberlippe sitzen; sie stehen einzeln (nicht in Gruppen) und senkrecht in der Haut, und reichen mit ihren Wurzeln bis in das Unterhautbindegewebe, wo letztere von einem feinen Nervengeflechte, sowie von Fasern des Hautmuskels umgeben sind.

2. Grannenhaare sind: lange dicke, und meistens markhaltige Haare, welche senkrecht und einzeln in der Haut stehen und im Unterhautbindegewebe entspringen. Sie unterscheiden sich durch ihre Form nicht wesentlich von den Tasthaaren, ausser durch ihr Vorkommen, wohl aber durch ihren dichteren Stand und ihren zuweilen wellenförmigen Verlauf. Die Grannenhaare bilden den Stirnschopf, die Mähne und den Schweif des Pferdes, den Stirnschopf und die Schwanzquaste des Rindes, die Borsten des Schweines, die Körperhaare der Ziege und des langhaarigen Schafes; bei letzterem kommen sie entweder allein (Leicester) oder untermischt mit Flaumhaaren vor (Lincoln, Cotswold, Oxfordshiredown u. a.).

Fig. 76.



Querschnitt des Haares mit seinen Wurzelscheiden.
a Glashaut, welche den Haarbalg von den Wurzelscheiden trennt,
b äussere Wurzelscheide (Fortsetzung der Schleimschicht der Oberhaut),
c äussere Schicht (Henle's Schicht) der inneren Wurzelscheide,
d innere Schicht (Huxley's Schicht) der inneren Wurzelscheide, welche das Haar unmittelbar umgibt.

Siehe Taf. XXII, Fig. 3 *e*.

3. Deckhaare sind: dicke und kurze, markhaltige Haare, welche die Bedeckung der Pferde und Rinder bilden an denjenigen Körpertheilen, wo nicht Tast- und Grannenhaare vorkommen; beim Schafe finden sich Deckhaare (Stichelhaare), an denjenigen Körpertheilen, die frei sind von Flaumhaaren und Wollhaaren, sowie von Grannenhaaren. Die Deckhaare liegen schräge und parallel zu einander in der Tiefe der Lederhaut, über die ihre

Wurzeln nicht hinausreichen. Durch die schräge Lage in der Haut ergibt sich die dachziegelförmige Deckung dieser Haare oberhalb der Haut.

(Siehe Taf. XXII, Fig. 2 *d*.)

4. Flaumhaare sind: kurze und feine, meistens markfreie Haare, welche mit ihren Bälgen gruppenförmig in der oberflächlichen Schicht der Lederhaut liegen; sie stehen meistens in Verbindung mit Grannenhaaren, welche die Gruppen der Flaumhaare in der Regel in der Mitte durchsetzen. Die Bälge der Flaumhaare sind nach verschiedenen Richtungen gekrümmt. Der alleinige Bestand von Flaumhaaren kommt nur vor bei Embryonen und bei jugendlichen Thieren, vor dem ersten Haarwechsel. In Verbindung mit Grannenhaar findet sich das Flaumhaar als Unterhaar bei mehreren Schafrassen (Haidschnucken, Zackeln, Cotswolds u. a.), bei Ziegen und kraushaarigen Schweinen, sowie im Winterhaare der Pferde und Rinder.

(Siehe Taf. XXII, Fig. 3 *f*.)

5. Wollhaare sind: die markfreien, gekräuselten Haare der Merinoschafe und der mit denselben gekreuzten Schafrassen (z. B. der Southdowns). Die spiralig gewundenen Bälge der Wollhaare liegen in der oberflächlichen Schicht der Lederhaut in Gruppen beisammen (Taf. XXII Fig. 4 *f*) und die aus diesen Gruppen hervorgehenden Haare vereinigen sich zu Strähnchen, in welche die einzelnen Haare die in den Bälgen erlangte spiralige Richtung zwar beibehalten, aber durch den an der Luft verharzten Fettschweiss mit den übrigen Haaren desselben Strähnchens vereinigt, eine wollige, gekräuselte Form annehmen (Taf. XXII Fig. 5). Die Kräuselungen des Wollhaares sind um so enger, je feiner das Haar und je grösser die Fettschweissabsonderung ist. Die Strähnchen werden verbunden durch vereinzelte, zwischen den Wollhaargruppen entspringenden stärkeren Haare (sogenannte Binder nach Bohm), welche die Strähnchen in horizontaler oder schräger Richtung durchsetzen.

Das Wollhaar unterscheidet sich vom Flaumhaare also durch seine Kräuselung (in Folge stärkerer Entwicklung der mit dem Haarbalge in Verbindung stehenden Talgdrüsen und reichlicher Talgabsonderung), sowie durch den zusammenhängenden und aufrecht stehenden Stand (Stapelung) der Gesammt-Haarbekleidung. Das durch Stapelung zusammenhängende Wollkleid des Schafes heisst „Vliess“.

Der Querschnitt des Haares ist sehr unregelmässig, und zwar um so mehr, je grösser der Durchmesser ist. Die groben Haare haben einen ovalen, oder einen elliptischen, zuweilen einen bisquitförmigen Querschnitt; je feiner das Haar wird, desto mehr nähert sich sein Querschnitt der Kreisform, die bei den feinen Wollhaaren fast erreicht wird.

(Siehe Taf. XXII, Fig. 6 bis 8.)

§. 158. *Die Haarfelder.*

Bei den Haussäugethieren, welche fast gänzlich (d. h. mit Ausnahme der Körperstellen, an welchen Grannen- und Tasthaare vorkommen) mit Deckhaaren bekleidet sind, also beim Pferde und Rinde, haben diese Haare verschiedene Richtung. Man bezeichnet den Bereich der Haare von gleicher Richtung als Haarfeld. Die Stellen, wo die Haare von verschiedenen Seiten zusammenstossen, nennt man, wenn sie punktförmig sind: Haarwirbel, wenn sie linienförmig sind: Haarwall. Die Stellen, an welchen die Haare nach verschiedenen Richtungen auseinander gehen, nennt man, wenn sie punktförmig sind: Haarsterne, wenn sie linienförmig: Haarscheiden.

Am Körper des Pferdes und des Rindes kommen folgende Haarfelder vor:

1. Am Kopfe, vom Haarsterne der Stirn ausgehend, finden sich die paarigen Gesichtfelder und die paarigen Schläfenfelder, welche beiderseits die Augen umfassen, sich am Ganaschenwinkel vereinigen und bis zum Unterrande des Unterkiefers reichen, wo sie an das Kehlgangfeld grenzen.

2. Die paarigen Seitenfelder des Rumpfes liegen zu beiden Seiten des Halses, der Schulter und der Brust, und reichen nach hinten bis zur Flanke; am Vorderrande des Halses, sowie an der Medianlinie des Rückens und der Brust, bilden sie einen Haarwall. Die Richtung der Haare geht schräg nach hinten und unten.

3. An der Vorbrust hat das Vorbrustfeld seinen Mittelpunkt in einem Haarwirbel, in welchem die Haare fast radienförmig vom Unterhalse, vom Buge und von der Achselhöhle zusammentreten.

4. Die Unterbrustfelder nehmen beiderseits die Unterbrust ein und reichen bis zum Nabel. Die Haare sind nach hinten und aussen gerichtet.

5. Die Bauchfelder nehmen die Bauchfläche ein und reichen nach vorn bis zum Nabel. Die Haare sind nach vorn und aussen gerichtet. Die Bauchfelder treten mit den Unterbrustfeldern am Nabel und zu beiden Seiten desselben zusammen.

6. Die Flankenfelder haben ihren Mittelpunkt in dem Haarsterne der Flanken; in dem vorderen grösseren Theile des Feldes sind die Haare nach vorn und aussen gerichtet, entgegen der Haarrichtung der Seitenfelder des Rumpfes, und schräg zur Haarrichtung der Bauchfelder; der hintere Theil des Flankenfeldes hat nach hinten-oben und hinten-unten gerichtete Haare, welche sich mit den Hinterbeinfeldern vereinigen.

7. Die Vorderbeinfelder gehen von dem Haarwirbel in der Achselhöhle und am Bugwinkel aus; die Haare umgeben mit der Richtung nach unten-hinten die Vorderfläche und die Seitenfläche der Vorderbeine und vereinigen sich in dem Haarwalle an der Hinterfläche.

8. Die Hinterbeinfelder nehmen ihren Ursprung: an der medialen Seite vom Haarwirbel der Leistengegend, an der lateralen Seite vom Haarwirbel des Hinterkniees; letztere stehen mit den Flankenfeldern im Zusammenhange und sind an der Kruppe nach hinten-oben gerichtet, am Oberschenkel und Unterschenkel, sowie am Fusse: nach unten-hinten. Diese Haare vereinigen sich in dem Haarwalle an der Hinterfläche der Hinterbeine.

9. Das Haarfeld des Dammes, bei den Kühen, Milchspiegel genannt, nimmt den Raum ein zwischen After und Hodensack, beziehungsweise zwischen Wurf und Euter, und zwischen beiden Hinterschenkeln; es bedeckt also den sogenannten Damm. Die Haare sind nach unten und auswärts gerichtet und bilden zu beiden Seiten des Dammes, zusammen mit den entgegenkommenden Haaren des Hinterschenkelfeldes zwei Haarwälle, die mehr oder weniger weit von einander entfernt sind; ist der Abstand dieser beiden Haarwälle gross, beziehungsweise: ist das Haarfeld des Dammes recht breit, so gilt das als günstiges Zeichen für die Milchergiebigkeit, weshalb dieses Haarfeld die Bezeichnung „Milchspiegel“ erhalten hat.

Die Beurtheilung der Milchergiebigkeit einer Kuh nach ihrem sogenannten Milchspiegel ist sehr unsicher. Die Breite des Milchspiegels, beziehungsweise die

Breite des Dammes, ist abhängig von der Breite des Hintertheiles, also von der Hüftbreite und der Entfernung der Hinterschenkel von einander. Es ist möglich dass mit der Zunahme dieser Breitenmaasse auch das Euter breiter und grösser wird, und mit der zunehmenden Drüsenmasse auch die Milchergiebigkeit zunimmt, aber es ist das nicht allemal der Fall, und umgekehrt kommen grosse Euter bei schmalgebauten Milchkühen vor. Es darf daher der sogenannte Milchspiegel nicht als ein zuverlässiges Milchzeichen angesehen werden.

Die Richtung der Haare in den einzelnen Feldern ist wichtig für den Ablauf des Wassers vom Körper; auch ist sie beim Putzen der Pferde und Kühe zu beachten; es soll der Bürstenstrich der Haarrichtung folgen.

§. 159. *Die Farbe des Haares.*

Die Farbe des Haares entsteht durch Pigmentablagerung in seiner Rindenschicht.

Die Haarfärbung der landwirthschaftlichen Haussäugethiere ist viel mannigfaltiger als die der wilden Säugethiere, namentlich tritt die weisse Farbe dort viel häufiger auf.

Die weisse Farbe ist am verbreitetsten bei den Schafen und Schweinen, sie ist minder häufig bei den Pferden, und selten bei den Ziegen und Rindern. Im Allgemeinen ist die weisse Haarfarbe ein Zeichen vorgeschrittener künstlicher Züchtung, und sie ist häufig die Folge lang fortgesetzter Inzucht, beziehungsweise von Familienzucht. Man unterscheidet weiss geborene und weiss gewordene Thiere. Schafe, Schweine, Ziegen und Rinder, welche im späteren Alter weiss sind, werden auch weiss geboren. Nicht so bei den Pferden. Die weissen Pferde, welche in späterer Zeit Schimmel sind, werden mit einem dunkleren Haarkleide geboren; weissgeborene Pferde sind sehr selten und sie haben entweder eine schwarze oder eine rothe Pupille. Letztere ist eine Folge des fehlenden Pigmentes in der Aderhaut des Auges, woraus sich der Reflex der rothen Blutfarbe durch die Pupille erklärt. Die Pferde mit rother Pupille werden „Kakerlaken“ oder „Albinos“ genannt. Je nachdem die Farbe der weissgeborenen Pferde glänzend ist oder nicht, unterscheidet man Atlas-Weissgeborene oder Sammet-Weissgeborene.

Die meisten Schimmel-Farben enthalten weisse Haare gemischt mit farbigen, und man unterscheidet je nach der Farbe des Grundhaares, wenn sie schwarz ist: Schwarzschimmel, Mohrenschimmel, Blauschimmel (schwarze und graue Grundfarbe); wenn sie grau ist: Grauschimmel, Eisenschimmel; wenn

sie braun ist: Braunschimmel, Fliegenschimmel (braune und rothe Punkte), Forellenschimmel (braune und rothe Flecken und Striche), Tigerschimmel (braune und schwarze Flecken); wenn sie roth ist: Rothschimmel, Pfirsichblüthenschimmel (rothe Flecken); wenn sie gelb ist: Gelbschimmel, Muskatschimmel (gelbe und rothe Flecken), Zimmtschimmel (gelbe und rothe Flecken von mehr gleichmässiger Färbung), Honigschimmel (gelbbraun), Sandschimmel (gelbroth). Bei den Fohlen wiegt die Grundfarbe bis zum ersten Haarwechsel vor und die weissen Haare erscheinen nur in geringer Zahl (als Stichelhaare). Bei einigen Schimmeln nehmen die weissen Haare nach jedem Haarwechsel zu und sie erscheinen schon nach einigen Jahren ganz weiss; zu den weissgewordenen Schimmeln rechnet man den Silberschimmel, bei dem durch das glänzend weisse Haar die dunkle Haut durchscheint, und den Milchschimmel, dessen Haut von mattweissem Haar ganz bedeckt ist. Die Schimmelfarbe ist bei den Pferden, nach der braunen, die verbreitetste.

Den Schimmeln stehen in der Farbe zunächst die stichelhaarigen Pferde, d. h. solche, deren farbiges Haar auch im Alter mit einzelnen weissen Stichelhaaren durchsetzt ist. Man unterscheidet je nach der Grundfarbe: Stichelrappen, Stichelbraune, Stichelfüchse und Stichelfalben.

Die gelbe Farbe gehört bei Rindern und bei Pferden zu den selteneren. Je nachdem das Gelbe einen Stich in's Graue (auch in's Braune) oder einen Stich in's Weisse (schmutzig Weisse) hat, unterscheidet man Falben und Isabellen.*) Bei den falben Pferden sind die Mähnen- und Schweifhaare dunkler als die Deckhaare, bei den Isabellen sind sie gewöhnlich gleichfarbig oder heller. Man unterscheidet unter den Falben: Gelbfalben und Graufalben, und unter letzteren wiederum Mausfalben (bei den Pferden) und Braunfalben (bei den sogenannten thierfarbenen Rindern der kurzhornigen Rasse); die Graufalben haben meistens einen schmalen Rückenstreifen, sogenannten Aalstrich, der ent-

*) Die Farben-Bezeichnung „Isabell" rührt her von der Tochter Königs Philipp II. von Spanien, der Infantin Isabella, Gemalin des Erzherzogs Albrecht des Frommen von Oesterreich. Als ihr Gemal nämlich 1601 Ostende belagerte, that sie das Gelübde, ihre Leibwäsche nicht eher zu wechseln, als bis diese Festung eingenommen sei. So trug sie ihr Hemd mehr als drei Jahre (vom 12. Juni 1601 bis 22. September 1604) und die schmutzige Färbung desselben galt ihr zu Ehren fortan als Farbenname.

weder dunkler oder heller ist als die Haarfarbe des Rumpfes. Auch unter den Isabellen kommen dunklere und hellere Farben vor.

Die rothe Farbe ist bei Rindern sehr verbreitet; sie erscheint entweder einfarbig, oder unterbrochen durch weisse Felder und Flecken (Rothscheck oder Rothfleck); bei Pferden kommt sie minder häufig vor. Pferde mit rothgefärbtem Deckhaar und gleichgefärbtem oder heller gefärbtem Grannenhaar (Mähnenhaar und Schweifhaar), nennt man Füchse. Zu den Füchsen mit annähernd gleichfarbigem Deckhaar und Grannenhaar gehören die Lehmfüchse und Hellfüchse; zu den Füchsen mit hellem Granenhaar und dunklem (braunrothem) Deckhaar, gehören die Schweissfüchse und die Schwarzfüchse; zu den Füchsen mit dunkelrothem Grannenhaar und hellrothem Deckhaar gehören die Goldfüchse, die Falbfüchse und die Kupferfüchse (mit kupferrothem Deckhaar); wenn die dunkelrothen Grannenhaare mit grauen Haaren untermischt sind, so unterscheidet man: Brandfüchse (mit rothbraunem Deckhaar), Bronzefüchse (mit gelb-roth-braunem Deckhaar), und Dunkelfüchse (mit dunkelroth-braunem Deckhaar).

Die braune Haarfarbe, bei hellgrauer Hautfarbe, ist sowohl bei Pferden, wie bei Rindern, die am meisten verbreitete. Das Deckhaar der braunen Pferde ähnelt oft der zuletzt genannten Art von Füchsen, doch haben die als Braunen bezeichneten Pferde stets schwarze Grannenhaare und, mit Ausnahme der Hellbraunen, schwarze Beine. Man unterscheidet unter den Pferden: Schwarzbraune, Weichselbraune, Kastanienbraune, Rothbraune, Goldbraune und Hellbraune.

Die schwarze Farbe der Haare (Rappen), bei dunkelgrauer Hautfarbe, ist bei Pferden und Rindern nicht häufig und kommen bei ersteren die Rappen etwa in gleicher Zahl vor wie die Füchse. Man unterscheidet: Glanzrappen, Sammetrappen, Hellrappen oder Sommerrappen, die im Sommer schwarzes, im Winter schwarzbraunes Haar tragen.

Wenn farbige und weisse Haarfelder mit einander abwechseln, so nennt man diese Zeichnung scheckig, und wenn auf dunkler Grundfarbe weisse unregelmässige Flecken vorkommen, so nennt man sie fleckig. Kommen nur weisse Streifen vor, z. B. bei Rindern am Nacken (= Kamm, daher „Kampeten" — ein Rind mit weissem Nacken) und auf dem Rücken, so nennt man auch diese Zeichnung scheckig.

Die scheckige und fleckige Färbung ist bei Rindern häufiger als bei Pferden. Jede der vier vorgenannten Grundfarben bildet „Schecken“ und „Flecken“ und man unterscheidet demnach: Gelbschecken, Rothschecken, Braunschecken und Schwarzschecken, beziehungsweise Flecken; ausserdem gibt es noch bei Pferden: Achatschecken (bräunliche Farbenfelder mit grauer Schattirung), bei den Rindern: Blauschecken (Eisenfarbe). Bei den Schecken wechselt mit der dunklen und hellen Farbe des Haares auch die Farbe der Haut, die entweder grau ist oder weiss, beziehungsweise hellroth.

Wenn auf weisser Grundfarbe des Haares und heller Haut bei Pferden farbige Haarflecken vorkommen, so nennt man diese Zeichnung: Tiger, und man unterscheidet Gelbtiger, Rothtiger, Brauntiger und Schwarztiger.

Ausser der gescheckten und gefleckten Rumpffarbe kommen noch einzelne weisse und farbige Haarstellen, als „Abzeichen“ an bestimmten Theilen des Körpers vor. Man nennt einen kleinen weissen Haarbüschel auf der Stirne eine Flocke, einen grösseren weissen Fleck daselbst einen Stern. Sind Stirn und Nase durch einen weissen Streifen verbunden, so nennt man diese Zeichnung eine Blässe oder einen Spiegel, und wenn sie beim Pferde breiter ist als eine Hand — eine Laterne. Ist der ganze Kopf weiss (meistens bei farbigen Augenringen), so heisst ein so gezeichnetes Thier Weisskopf (schweizerisch: „Blösch“, in den österreichischen Alpenländern: „Helmeten“ genannt); ist bei Pferden auch die Umgebung des Auges weiss, so ist das Auge — ein Glasauge. Kommt ein Glasauge vor, dessen Umgebung dunkel behaart ist, so haben nach Roloff die Voreltern einen weissen Kopf gehabt, und es ist dann zu befürchten, dass dieses Abzeichen sich bei den etwaigen Nachkommen wieder einfindet. Findet sich auf der Oberlippe beim Pferde, oder auf dem Flozmaule beim Rinde ein weisser Fleck, meistens von dreieckiger Form, mit nach oben gerichteter Spitze, so nennt man dieses Abzeichen — eine Schnippe.

Auch an den Füssen kommen weisse Abzeichen vor, die sich entweder auf den Ballen beschränken, oder sich verbreiten bis zum Kronenbeine, ober bis zum Fesselbeine, oder bis zum Vorder-Fusswurzelgelenke und Hinter-Fusswurzelgelenke; im letzteren Falle nennt man ein so gezeichnetes Thier — gestiefelt.

Zu den farbigen Abzeichen gehören noch: der schon erwähnte Aalstrich und die fast gleichfarbigen Flecke auf farbigem Grundhaare; es können nämlich auf den vier Hauptfarben des Haares scharf umschriebene, thalergrosse bis apfelgrosse Flecken vorkommen, meistens auf der Seitenwand des Rumpfes, welche um einen Ton heller gefärbt sind als die Grundfarbe des Haares. Man nennt diese Zeichnung: geapfelt oder gethalert.

Die Haarfarbe der landwirthschaftlichen Hausthiere, insbesondere der Pferde und Rinder, ist häufig eine Eigenthümlichkeit der Rasse und sie steht insofern in Beziehung zu deren übrigen Körpereigenschaften; häufig aber ist die Bevorzugung der einen oder anderen Haarfarbe Seitens der Thierzüchter nur Modesache oder Liebhaberei. Im Allgemeinen dürften hellfarbige Thiere weichlicher und mehr empfindlich sein gegen äussere Einflüsse als dunkelfarbige Thiere. Besonders empfindlich sind die weissgebornen Albinos unter den Pferden und meistens auch die weissschimmeligen und isabellfarbenen Rinder.

§. 160. *Der Haarwechsel.*

Bei den landwirthschaftlichen Hausthieren, mit Ausnahme der alljährlich mindestens einmal geschorenen Schafe, findet fortwährend ein geringer Haarwechsel statt, wodurch abgestorbene Haare entfernt werden. Alle Jahre einmal aber kommt beim Pferde und Rinde ein vollständiger Wechsel des Deckhaares vor; in jedem Frühjahre, in den Monaten März und April, vertrocknen die Wurzeln des Winterhaares. Es entwickeln sich dann neue Haarkeime neben den alten Haarbälgen und wenn das junge Haar auf der Oberfläche der Haut erscheint, fallen die alten Winterhaare aus. Der neue Haarkeim entwickelt sich in Folge einer stärkeren Blutströmung zur Haut, und diese ist alsdann leichter zu Erkrankungen geneigt; überhaupt ist die Konstitution der Thiere zu dieser Zeit empfindlicher. Bei der Ziege und den flaumhaarigen Schafen erscheint das Flaumhaar erst im Herbste, und sie entbehren dasselbe während der Sommerzeit. In gleicher Weise erscheinen zur Herbstzeit auch beim Pferde und Rinde Flaumhaare unter den Deckhaaren. Bei der Ziege und dem flaumhaarigen Schafe besteht das sogenannte Winterhaar also aus Grannenhaar und Flaumhaar, beim Pferde und Rinde aus Deckhaar und Flaumhaar. Man bezeichnet das Erscheinen des Flaumhaares im Herbste fälschlich als Herbst-Haarwechsel; in Wahrheit aber handelt es sich dabei nicht um einen Wechsel

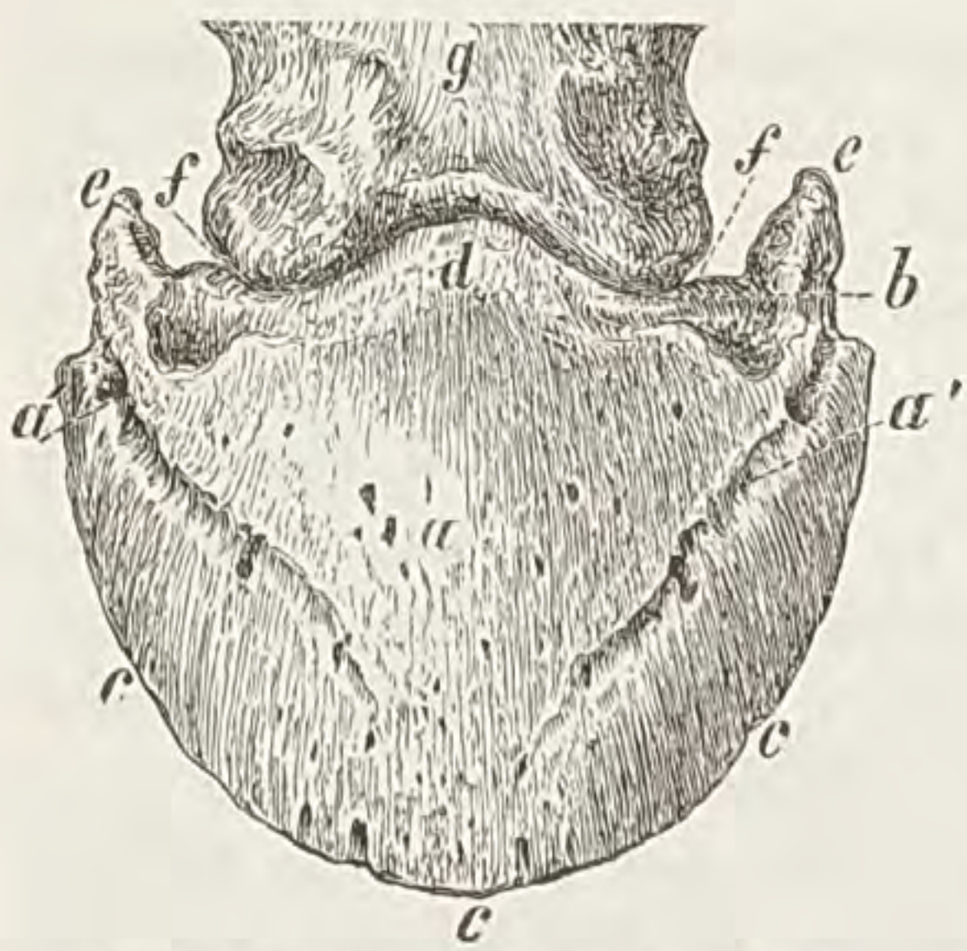
des Sommerhaares, sondern um eine Vervollständigung desselben durch Flaumhaar.

Im Frühjahre aber findet ein vollständiger Wechsel des Winterhaares statt, d. h. ein Ersatz desselben durch neues Haar. Durch den vermehrten Blutzufluss zur Haut entsteht ein Nervenreiz (Jucken) in derselben, den die Thiere durch Scheuern der Haut zu beheben suchen; damit wird zugleich das alte, abgestorbene Haar abgescheuert. Der Haarwechsel im Frühjahre kann durch fleissiges Putzen und Reinhalten der Haut wesentlich unterstützt werden.

§. 161. *Der Huf des Pferdes.*

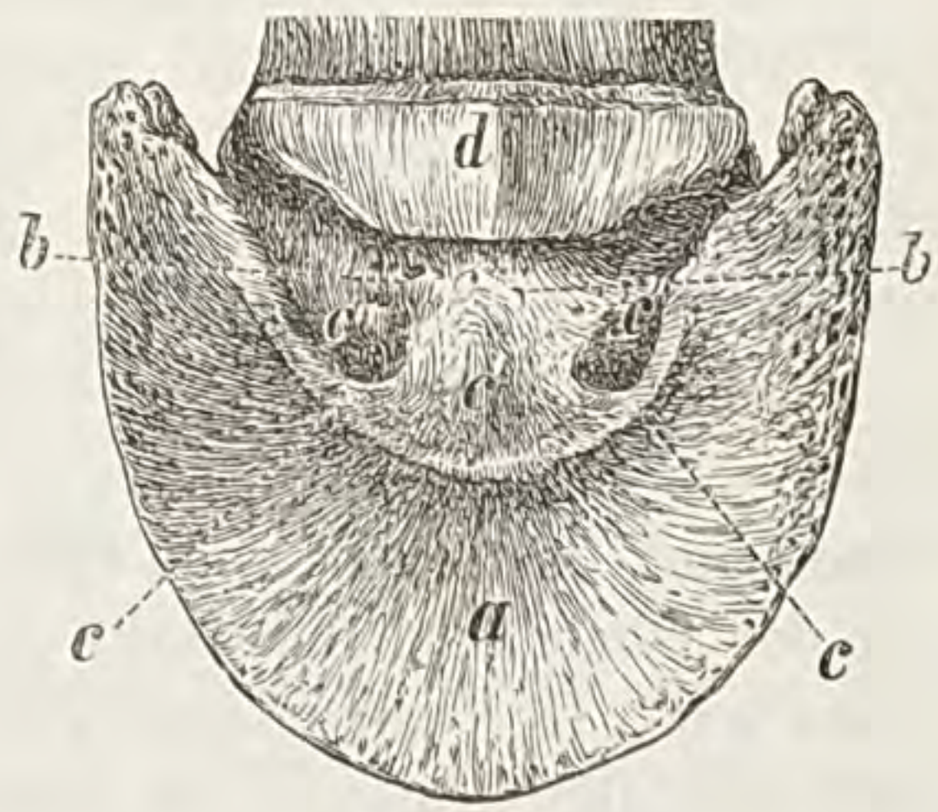
Die knöcherne Grundlage des Hufes, das Hufbein (dessen Wandfläche und Bodenfläche in Fig. 77 und 78 abgebildet ist), sowie der mit dem hinteren oberen Umfange des Hufbeines ver-

Fig. 77.



Vorderfläche vom Hufbeine des Pferdes.
a Wandfläche, *a'* Wandrinne,
b oberer oder Kronenrand,
c unterer oder Tragrand,
d Kronenfortsatz, *e* Hüftbeinhörner,
f Hüftbeingelenk,
g Kronenbein (durchschnitten).

Fig. 78.



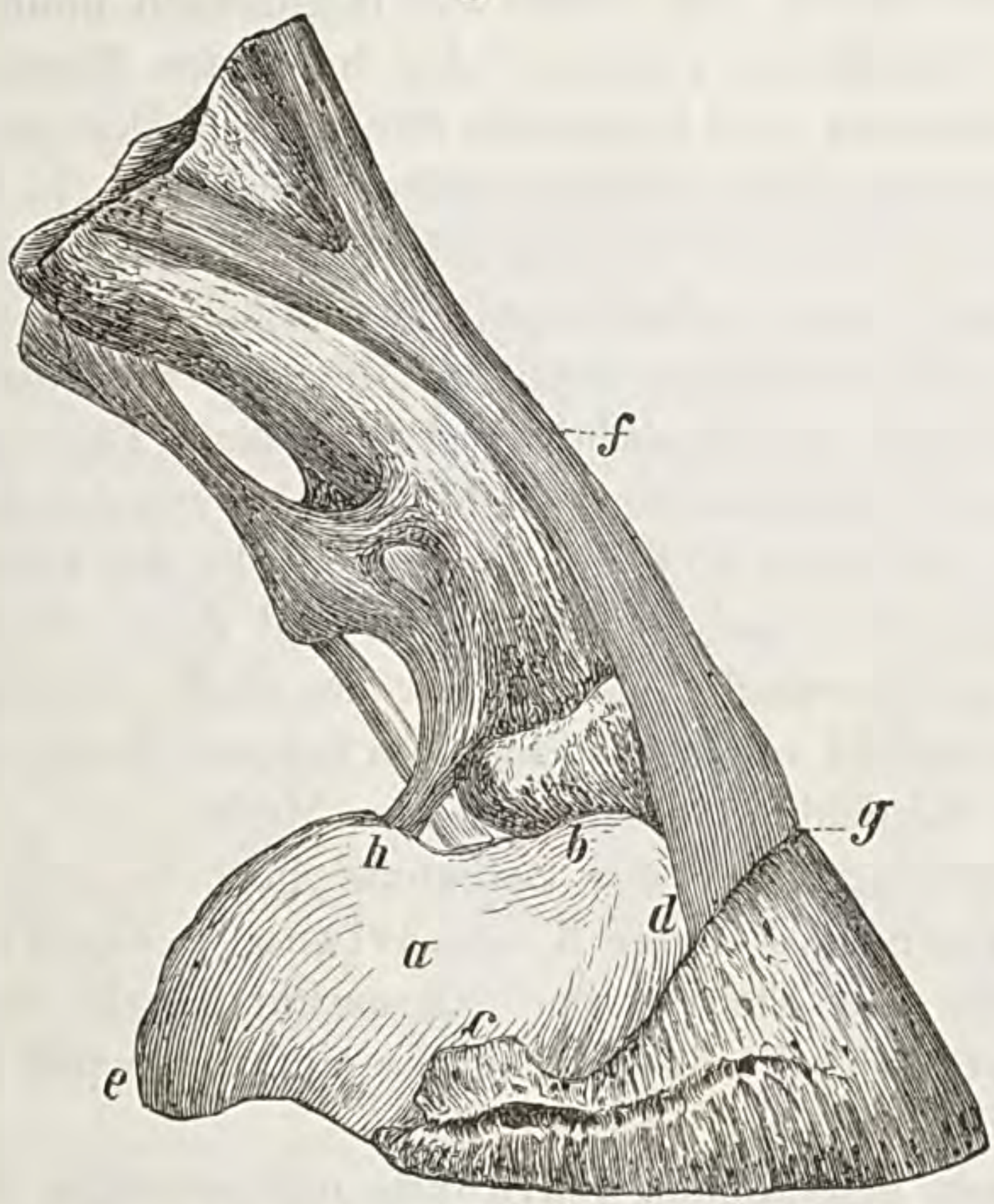
Bodenfläche vom Hufbeine des Pferdes.
a Sohlenfläche, *b* Sehnenfläche,
c Ansatzstelle der Sehne vom musc. flexor digitorum profundus,
c' Rauhigkeit zum Ansatze des unteren Strahlbeinbandes,
c'' Sohlenlöcher für die tiefe Hufbeinarterie und den Hufbeinnerv, *d* Strahlbein.

bundene Hufknorpel (dessen Form und Lage Fig. 79 zeigt), wird von der Lederhaut überzogen, die nur durch das Unterhautbindegewebe an ihre knöchernen und knorpeligen Grundlagen befestigt ist. Die Lederhaut des Hufes, welche den besonderen Namen

der Fleischhaut führt (obgleich Fleisch, d. h. willkürlicher Muskel, in derselben durchaus nicht vorkommt), ist reich an Blutgefässen und Nerven, welche in die langgestreckten Papillen eintreten.

Man unterscheidet, je nach der Gegend des Vorkommens, verschiedene Theile der Hufledерhaut; da dieselben jedoch nach den verschiedenen Theilen der Hornkapsel (des Hornschuhes)

Fig. 79.



Seitenansicht vom Hufbeine und Hufknorpel eines Pferdes.

a laterale Fläche des Hufknorpels, *b* oberer Rand desselben,
c unterer Rand desselben, mit den Hufbeinhörnern verbunden,
d vorderer Rand, mit der Strecksehne verbunden,
e hinterer Rand, den Ballentheil des Strahlpolsters lateralwärts begrenzend,
f Strecksehne (am Vorderhufe: vom vorderen Armmuskel der Zehen, am Hinterhufe: vom vorderen Oberschenkelmuskel der Zehen),
g Kronenfortsatz, *h* oberes Hufknorpelband.

des Hufes benannt werden, so wollen wir diese zuerst in Betracht ziehen.

Das Hufhorn vertritt der Hufledерhaut gegenüber die Stelle der Oberhaut. Zwischen die verlängerten Papillen der Lederhaut senkt sich Hornsubstanz, die ebenfalls gleichmässig über die Spitzen der Papillen sich hinzieht, also die gesammte

Huflederhaut schuhartig umgibt. Die Papillen der Huflederhaut enthalten die Blutgefässe, welche die Hornsubstanz des Hufes mit Ernährungsmaterial versehen, und die Nerven, welche dadurch möglichst nahe der Oberfläche des Hufes geführt werden, um durch die feste Hornsubstanz hindurch die Tasteindrücke zu empfangen. In die beiden äusseren Schichten des Hufhornes, d. h. in die Deckschicht und in die Schutzschicht, treten fadenförmige Fortsätze der Papillen ein, welche, ähnlich der Marksubstanz des Haares, den Inhalt der Hornröhren bilden.

Die Verbindung zwischen der behaarten Haut des Fusses und dem Hufhorne wird hergestellt durch das hellere und weichere Saumhorn, das nach hinten breiter wird und in den Ballen übergeht. Die innere Fläche des Saumhornes ist ausgehöhlt (Saumrinne) und enthält zahlreiche Löcher, in welche die Papillen der Huflederhaut eintreten; letztere wird als Grundlage des Saumhornes die Saumhaut (Fleischsaum Leisering's) genannt. Von dem Saumhorne, beziehungsweise von den Papillen der Saumhaut aus, bildet sich die Deckschicht des Hufes, die aus Weichhorn besteht, sehr elastisch ist und ihres Glanzes wegen (im trockenen Zustande) als Glasur des Hufes bezeichnet wird. Diese Deckschicht reicht fast bis zum unteren Rande der Vorderwand und der beiden Seitenwände des Hufes.

Unmittelbar unter der Saumhaut liegt in einer (inneren) Rinne des Hufhornes — der Kronenrinne — die Kronenhaut (Kronenwulst oder Fleischkrone), deren Papillen in die mittlere oder Schutzschicht des Hufhornes eindringen und das Ernährungsmaterial für diese liefern.

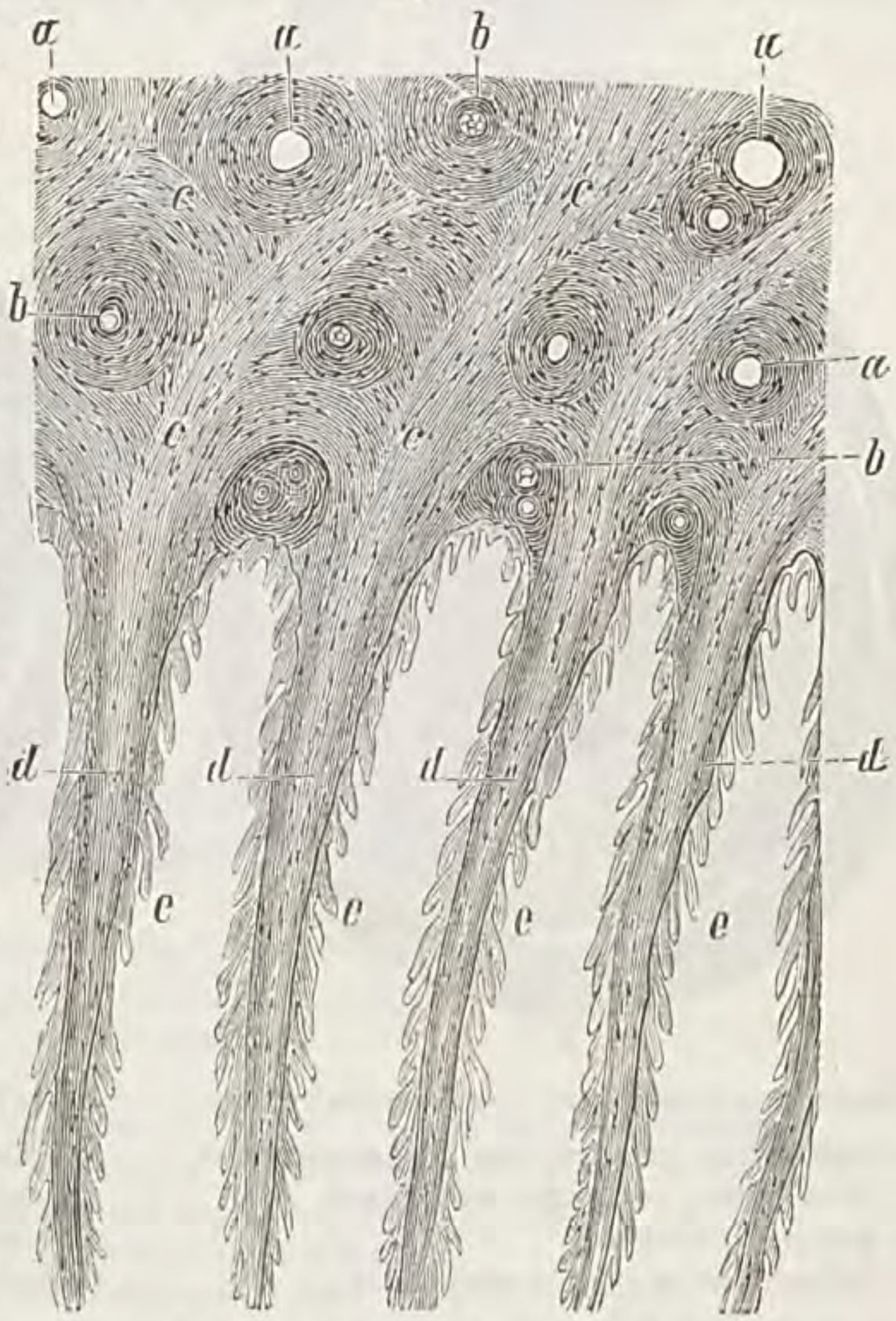
An dem eigentlichen Hufhorne unterscheiden wir: 1. das Wandhorn, 2. das Sohlenhorn, und 3. das Strahlhorn.

1. Das Wandhorn reicht vom Saumhorne bis zum Boden- oder Tragrande des Hufes. Der vordere Theil des Wandhornes wird Zehenwand, die beiden Seitentheile: Seitenwände, und der hintere Theil: Trachtenwand genannt. Die Seitenwand bedeckt grösstentheils den Hufknorpel; die Trachtenwand umschliesst denselben lateralwärts, rückwärts und medianwärts. Das Wandhorn besteht aus drei Hornschichten: aus der schon erwähnten Deckschicht, aus der mittleren oder Schutzschicht und aus der inneren oder Blattschicht. Letztere besteht an der Innenfläche aus zahlreichen längsverlaufenden, mit kleinen Zacken besetzten Hornblättchen (siehe Fig. 80 und Fig. 11,

Seite 13), in deren Thälern sich die blattförmigen Papillen (sogenannte Fleischblättchen) der Wandhaut (der sogenannten Fleischwand) einsenken. Die Papillen der Wandhaut sind mit den Hornblättchen sehr innig verbunden, so dass erst nach dem Tode des Pferdes, und zwar erst nach mehrtägiger Mazeration, der Hornschuh von der Hufledерhaut sich trennt.

Auf der Sohlenfläche zeigt sich als unteres Ende der Schutzschicht des Wandhornes der Tragrand, der, insoweit er der Trachtenwand angehört, an seinem hinteren Ende in einen spitzen Winkel (Eckstrebenwinkel) umbiegt und zu beiden Seiten des Strahles, etwa bis zur Mitte der ganzen Sohlenfläche, konvergirend verläuft; diese medialen Schenkel des Tragrandes heissen: die Eckstreben; sie werden durch die Eckstrebenfurche vom Strahle getrennt (Fig. 81 *i*). Am inneren Umfange des ganzen Tragrandes (einschliesslich der Eckstreben) verläuft die weisse Linie, welche den Tragrand, beziehungsweise das untere Ende der Schutzschicht des Wandhornes von dem Sohlenhorn trennt. Die weisse Linie stellt das untere Ende dar der Blattschicht des Wandhornes. Die Hornblättchen sind aber an dieser Stelle nicht mehr von den Papillen der Wandhaut, sondern von einer gelblichen Hornmasse ausgefüllt.

Fig. 80.



Querschnitt der Blattschicht des Wandhornes vom Pferdehuf.

a Hornröhrchen, *b* Hornzellen, *c* Zwischenhornsubstanz, *d* Hornblättchen, *e* Hornzacken derselben.

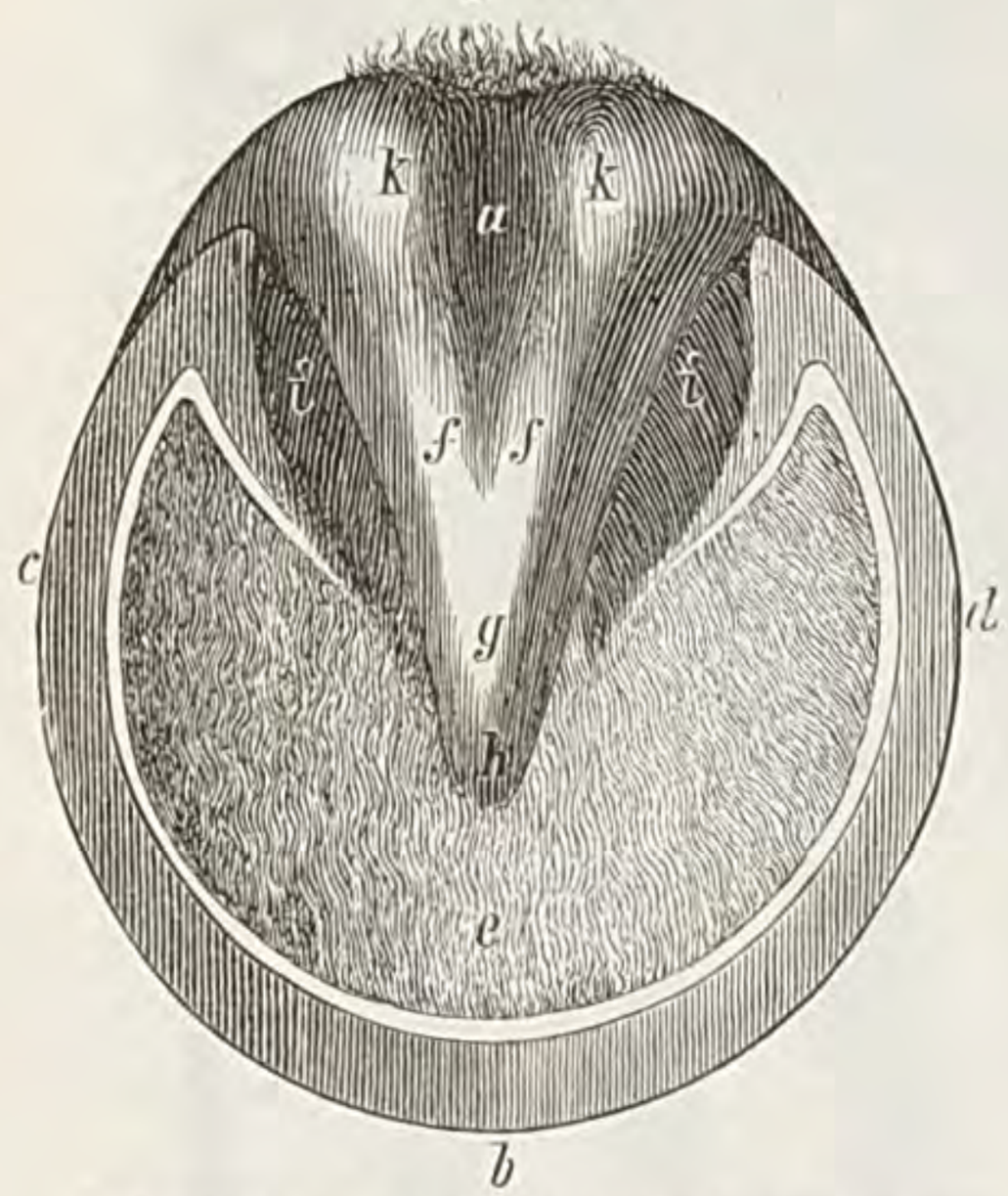
2. Das Sohlenhorn beginnt am inneren Rande der weissen Linie und begrenzt an ihrem hinteren Umfange den keilförmig einspringenden Strahl. Die innere Fläche der Hornsohle ist von zahlreichen Löchern durchsetzt, in welche sich die zotten-

förmigen Papillen der Sohlenhaut (der sogenannten Fleischsohle) einsenken.

3. Das Strahlhorn umgibt die Strahlhaut (den sogenannten Fleischstrahl) und beide überziehen das Strahlpolster. Die Strahlhaut sendet zahlreiche feine zottenförmige Papillen in das Strahlhorn und sie vereinigt sich rückwärts mit der Saumhaut, ebenso wie das Strahlhorn mit dem Saumhorn. Diese beiden Hautgebilde und Horngebilde gehen ohne bestimmte Grenze in einander über.

Der Strahl ist ein aus fibrösem Gewebe bestehendes, von elastischen Fasern durchsetztes Polster, welches beiderseits von

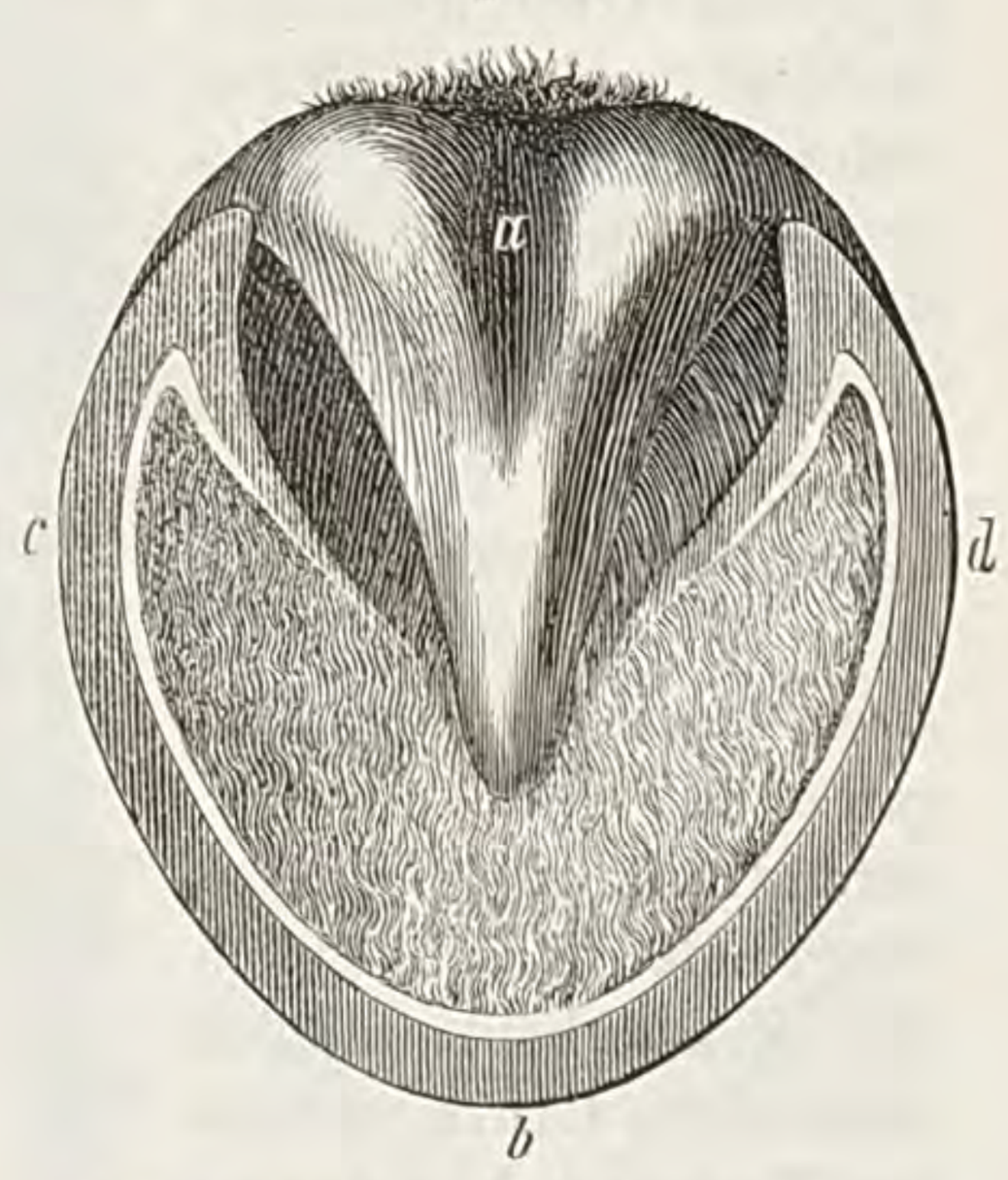
Fig. 81.



Bodenfläche vom linken Vorderhufe des Pferdes.

a Strahlfurche, unterhalb des „Hahnenkammes“,
b Zehenspitze, *c* laterale Seitenwand,
d mediale Seitenwand,
e Sohlenfläche mit der weissen Linie,

Fig. 82.



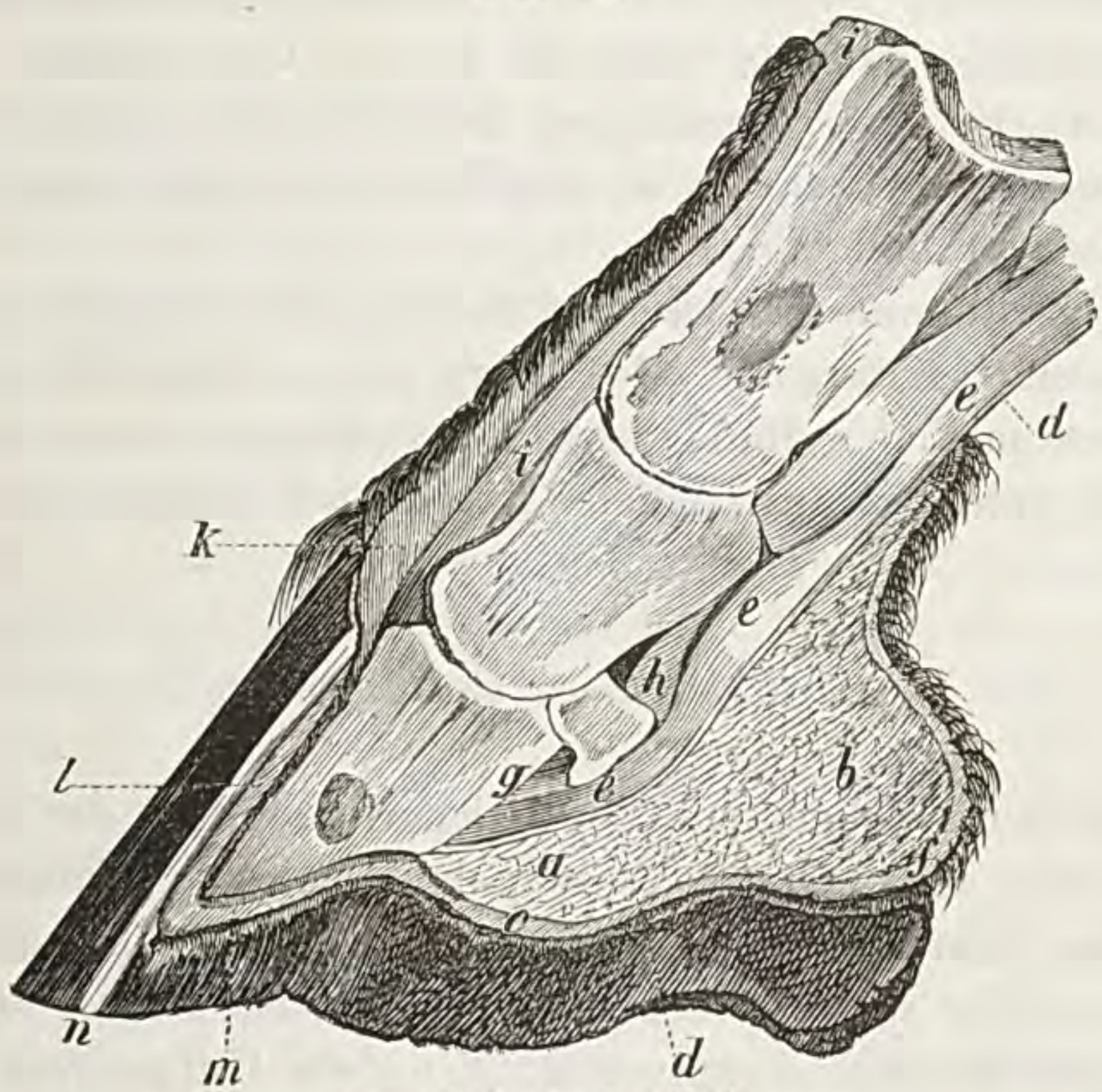
Bodenfläche vom linken Hinterhufe des Pferdes.

f Schenkel des Strahlhornes,
g Sohlentheil des Strahlhornes,
h Spitze des Strahlhornes, *i* Eckstrebenfurche,
k Hufballen (Ballentheil des Strahlhornes).

den Aesten des Hufbeines und von den Hufknorpeln begrenzt ist und nach vorn-oben der Sehne des hinteren tiefen Armmuskels, beziehungsweise des hinteren Unterschenkelmuskels der Zehen (musc. flexor digitorum profundus) und dem Strahlbeine anliegt. Der Strahl hat eine keilförmige Gestalt; seine Spitze reicht bis etwa zum vorderen Drittel der Sohlenfläche des Hufes. Etwa in der Mitte der Sohlenfläche theilt sich das Strahlpolster in zwei Schenkel, welche eine Furche oder Spalte zwischen sich lassen, in die sich die Strahlhaut und das Strahlhorn einsenkt;

die Einsenkung des letzteren, beziehungsweise die Erhebung des Strahlhornes zwischen die Schenkel des Strahlpolsters wird Hahnenkamm genannt. Die beiden Schenkel des Strahlpolsters endigen hinten in zwei starken Wulsten, welche von der Saumhaut und dem Saumhorne überzogen werden; diese Theile führen den Namen „Hufballen“.

Fig. 83.



Längsschnitt der Pferdezehe.

a Sohlentheil des Strahlpolsters, *b* Ballentheil desselben,
c Strahlhaut des Sohlentheiles, darunter Strahlhorn,
d Fesselhufbeinband, anliegend der
e Beugesehne des Hufbeines (am Vorderhufe: vom hinteren tiefen Armmuske der Zehen, am Hinterhufe: vom hinteren Unterschenkelmuskel der Zehen, musc. flexor digitorum profundus), *f* Strahlhaut des Ballentheiles,
g unteres Strahlhufbeinband, *h* oberes Strahlhufbeinband,
i Strecksehne des Hufbeines (am Vorderhufe: vom vorderen Armmuskel der Zehen, am Hinterhufe: vom vorderen Oberschenkelmuskel der Zehen),
k Saumhaut, *l* Wandhaut, *m* Sohlenhaut, darunter Sohlenhorn,
n Blattschicht des Wandhornes, an der Sohle als weisse Linie erscheinend.

Der Strahl liegt mit seiner unteren Hornfläche im natürlichen Zustande, d. h. bei einem unbeschlagenen Hufe, in gleicher Ebene mit dem Tragrande des Hufes.

Das Strahlpolster verhindert durch sein elastisches Gewebe, und dadurch, dass es zwischen den Eckstreben, als den nach hinten offenen und federnden Endtheilen des Wandhornes gelegen

ist (welche durch das Strahlpolster ausgedehnt werden), dass die Weichtheile des Fusses gedrückt werden und der übrige Körper durch den Niederfallstoss erschüttert wird.

Die Vorderhufe sind im Ganzen etwas grösser, vorn runder, an den Seiten breiter (siehe Fig. 81 und 82) und weniger steil als die Hinterhufe. An den Vorderhufen bildet die Zehenwand mit der horizontalen Bodenfläche einen Winkel von 55°, an den Hinterhufen einen Winkel von 60°. An den Hinterhufen ist ferner die Sohlenfläche mehr gewölbt als an den Vorderhufen.

Die Farbe der Hornsubstanz des Hufes ist meistens dunkel; nur bei weissen Abzeichen an den Füssen ist der entsprechende Huf weiss oder hellgelb.

Als verkümmerter Afterhuf für das Daumenglied erscheint die sogenannte Kastanie oder Hornwarze oberhalb der Fusswurzel am medialen Rande des Vorderbeines, sowie unterhalb des Sprunggelenkes am medialen Rande des Hinterbeines.

§. 162. *Klauen und Hörner.*

Das dritte Zehenglied der Wiederkäuer und der Schweine ist von dem Klauenschuh umgeben, wie das Hufbein vom Hufe. Das Klauenbein wird unmittelbar von der Klauenlederhaut umhüllt, welche ihre verlängerten Papillen als Zotten und Blättchen in das Klauenhorn einsenkt. Ein dem Hufknorpel entsprechender Klauenknorpel fehlt; ebenso das Strahlpolster mit seinen Anhängen — der Strahlhaut und dem Strahlhorn. An Stelle des bis auf die Sohlenfläche hinabreichenden Strahlpolsters findet sich ein kleines elastisches Ballenpolster, welches von der Saumhaut und vom Saumhorne bedeckt ist.

Die Klauenlederhaut erscheint als Saumhaut, als Kronenhaut, als Wandhaut und als Sohlenhaut, welche Theile der Haut die entsprechenden Theile des Klauenhornes — die Deckschicht, die Schutzschicht, die Blätterschicht der Wand, sowie die Sohlenschicht — mit Ernährungsmaterial versorgen. Die Wandhaut besitzt feine blattförmige Papillen, welche zwischen die Hornblättchen des Wandhornes eingreifen; die übrigen Theile der Lederhaut haben zottenförmige Papillen, deren fadenförmige Verlängerungen die Marksubstanz der Klauenröhrchen bilden. An dem Wandhorne unterscheidet man eine schwach konkave mediale

und eine konvexe laterale Seite; ein eigentlicher Tragrand, sowie die Eckstreben fehlen, dagegen kommt eine weisse Linie vor, die in gleichem Zusammenhange steht mit den Hornblättchen des Wandhornes, wie beim Pferdehufe.

Die Afterklauen sind verkümmerte Klauen, die beim Schweine noch ein Afterklauenbein umgeben, bei den Wiederkäuern aber, der knöchernen Grundlage entbehrend, der äusseren Haut anhängen. Die Afterklauen haben denselben Bau wie die Hauptklauen.

Die Hörner der Wiederkäuer haben die knöchernen Hornzapfen (Hornfortsätze des Stirnbeines) zur Grundlage. Diese sind von der Lederhaut (Hornlederhaut) überzogen, welche zahlreiche zottenförmige Papillen enthält, zwischen welche die Schleimschicht der Oberhaut sich einsenkt. Diese Schicht ist umgeben von der eigentlichen Hornsubstanz (der Hornscheide), welche der weichen Hornschicht der Oberhaut entspricht. Das Ernährungsmaterial und Bildungsmaterial der Hornscheide wird von den reichlichen Blutgefässen der Lederhautpapillen zugeführt und diese Blutgefässe stammen wiederum von den Kranzarterien der Hornwurzel.

In der Hornsubstanz verlaufen die fadenförmigen Fortsätze der Lederhautpapille als Marksubstanz der Hornröhrchen.

Die knöchernen Hornzapfen sind hohl und stehen in Verbindung mit den Stirnhöhlen.

Die Form der Hörner, beziehungsweise der Hornscheiden, ist verschieden nach Art und Geschlecht der Thiere. Bei den Schafen und Ziegen haben die männlichen Thiere, wenn überhaupt, längere und dickere Hörner als die weiblichen, die häufig hornlos sind. Unter den Rindern haben die männlichen Thiere kürzere aber dickere Hörner als die weiblichen und die verschnittenen Thiere. Die Schnittochsen haben die längsten Hörner von meistens rundlichem Querschnitt. Die Hörner der Kühe stehen an Länge zwischen denen der Ochsen und der Stiere; bei einigen Rassen sind die Kuhhörner oben und unten abgeplattet und haben einen vorderen schärferen und einen hinteren stumpferen Rand, auch sind sie nach verschiedenen Richtungen gebogen. Die Hörner der Stiere sind vorwiegend kegelförmig, mit rundlichem oder ovalem Querschnitte, und sie haben meistens nur eine seitliche Richtung.

Nach der Geburt des ersten Kalbes, und fortan nach jeder Trächtigkeitsperiode, setzen sich an den Hörnern der Kühe Ringe

ab, derart, dass wallartige Kreise mit furchenartigen abwechseln. Während der Trächtigkeit bilden sich die furchenartigen, beziehungsweise schwächeren Hornringe aus Mangel an Hornsubstanz, weil ein Theil derselben dem mütterlichen Organismus zu Gunsten des Embryos entzogen wird. Ausser der Zeit der Trächtigkeit, oder in der ersten Zeit derselben, wo die Hornsubstanz noch in geringerer Masse verbraucht wird, bilden sich wiederum die normalen, stärkeren Hornringe. Nach der Zahl der schwachen Hornringe lässt sich demnach die Zahl der zur Entwicklung gebrachten Kälber beurtheilen. Nach der Ansicht Anderer aber haben jene Ringe mit der Trächtigkeit nichts zu thun, sondern sie sind einfach Jahresringe.

Die Farbe der Klauen und Hörner entspricht im Wesentlichen der Grundfarbe der Haut. Bei den Rindern mit dunkler Haut sind die Hörner in der Jugend ganz schwarz und werden später am Grunde weiss oder gelblich, so dass nur die Spitze schwarz bleibt. Bei allen Rindern ist übrigens die Hornspitze dunkler gefärbt als der Körpertheil und die Wurzel des Hornes.

b) Das Sehorgan.

§. *163. Uebersicht der Theile des Sehorganes.*

Das Sehorgan besteht: 1. aus dem Augapfel, welcher in der von einer fibrösen Haut (periorbita) ausgekleideten knöchernen Augenhöhle (orbita) gelegen und von Fettpolstern umgeben ist, und 2. aus den Schutzorganen desselben, welche theils innerhalb, theils ausserhalb der Augenhöhle liegen.

1. An dem Augapfel sind zu unterscheiden:

a) die Augenhäute, welche denselben wie die Schalen einer Zwiebel umgeben; es sind deren drei: α) die äussere Augenhaut (Fig 84, *a, b*); β) die mittlere Augenhaut (Traubenhaut *e, h*); γ) die innere Augenhaut (Nervenhaut *n, o*); letztere enthält die Zweige des Sehnerven und ist der eigentliche lichtempfindende Theil des Auges.

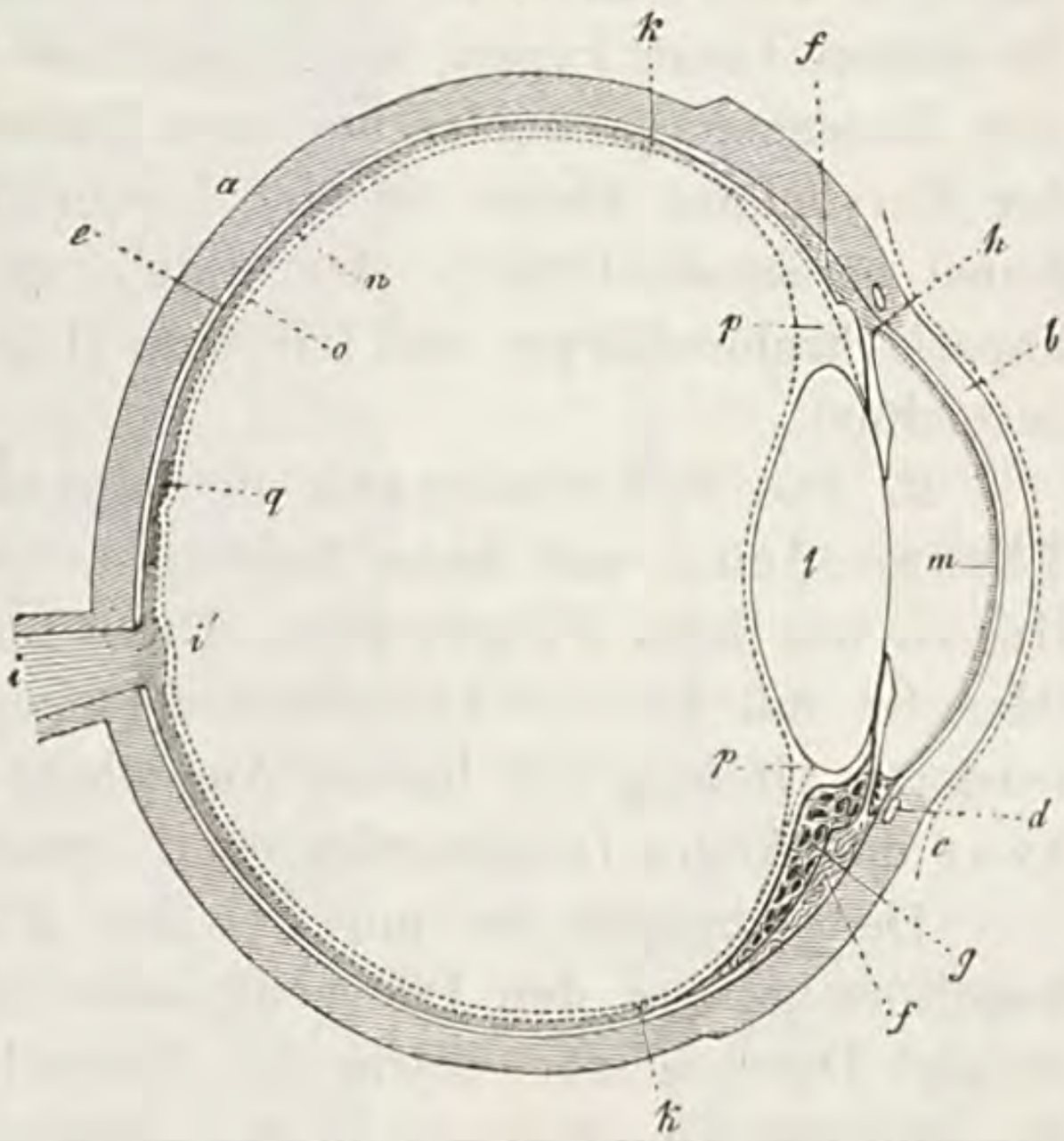
b) Der dioptrische Apparat, bestehend aus: α) der Hornhaut (Fig. 84 *b*), welche den vorderen durchsichtigen Theil der äusseren Augenhaut bildet; β) dem Wasser der vorderen Augenkammer, des Raumes zwischen der hinteren Fläche *m* der Hornhaut

und γ) der Linse *l*, einer bikonvexen durchsichtigen Scheibe; δ) dem Glaskörper, einer gallertartigen durchsichtigen Substanz.

c) Der Bewegungsapparat des Augapfels, bestehend aus willkürlichen, grad und schräg verlaufenden Muskeln, welche den Augapfel nach verschiedenen Richtungen zu drehen vermögen.

Der dioptrische Apparat liegt in der sagittalen oder der Sehaxe des Auges und er ist rings umgeben von den drei Augenhäuten. Der vorderste Theil des dioptrischen Apparates — die Hornhaut (cornea) — liegt in einem Falze der äusseren oder harten Augenhaut *a* (sclera). Die mittlere Augenhaut, in deren von der äusseren Augenhaut bedeckten Theile — der Aderhaut *e* (choroïdea) — sich reichliche Blutgefässe verzweigen, verdickt sich nach vorn, am Umfange der Linse, beziehungsweise deren Rande gegenüber, zu einem fibrös-muskulösen Körper — dem Strahlenkörper *g* (corpus ciliare), der hauptsächlich aus einem organischen kreisförmigen Muskel *f* (dem Strahlenmuskel, musc. ciliaris) besteht; aus dem Strahlenkörper entspringt die Regenbogenhaut *h* (iris), welche als Vordertheil der Aderhaut anzusehen ist. Die Iris enthält in ihrer Mitte einen kreisförmigen oder querovalen Ausschnitt — die Pupille, im übrigen liegt sie dem peripherischen Umfange der von einer durchsichtigen Kapsel

Fig. 84.



Schematischer Durchschnitt des Auges (vom Menschen).

a hinterer Theil (harte Augenhaut, sclera) der äusseren Augenhaut,
b vorderer Theil (Hornhaut, cornea) derselben,
c Bindehaut des Auges, *d* Venenring der Regenbogenhaut,
e hinterer Theil (Aderhaut, choroïdea) der mittleren Augenhaut,
f Strahlenmuskel, *g* Strahlenkörper,
h vorderer Theil (Regenbogenhaut, iris) der mittleren Augenhaut, *i* Sehnerv, *i'* Sehnervenhügel,
k vorderes Ende der Hauptschichten der inneren Augenhaut (Nervenhaut, retina), *l* Krystalllinse,
m hintere Fläche der Hornhaut, die vordere Augenkammer nach vorn begrenzend, *n* Nervenhaut (retina),
o innere Begrenzungshaut derselben,
p Kanal (canalis Petitii) zwischen den beiden vorderen Blättern des Strahlenblättchens der Nervenhaut,
q gelber Fleck (Stelle des deutlichsten Sehens).

umgebenen Linse unmittelbar an, deren von der Iris unbedeckter Theil in der Pupille sich vorwölbt. Die Linse ist mit ihrer Kapsel eingebettet in einer Grube des Glaskörpers, der rings umgeben ist von der inneren Begrenzungshaut *o* der Nervenhaut (retina), welche in der Gegend des Strahlenkörpers als Strahlenblättchen dessen hinteren Rand überzieht, um sich in der Nähe des Linsenrandes in zwei Blätter zu spalten, von denen das hintere Blatt an die hintere Linsenkapsel, das vordere an die vordere Linsenkapsel tritt. Zwischen den beiden vorderen Blättern des Strahlenblättchens der Nervenhaut bleibt ein die Linsenkapsel umgebender enger Kanal *p* (canalis Petitii). Der Raum zwischen vorderer Linsenkapsel, Strahlenkörper und Iris wird als hintere Augenkammer bezeichnet.

2. Die Schutzorgane des Auges bestehen: *a)* aus der Thränendrüse mit ihren Anhängen, und *b)* aus den Augenlidern mit ihren Talgdrüsen. Die innere Oberfläche der Augenlider ist mit einer Schleimhaut versehen, welche sich auf den vorderen Umfang der harten Augenhaut umschlägt und Bindehaut des Auges (conjunctiva oculi) genannt wird.

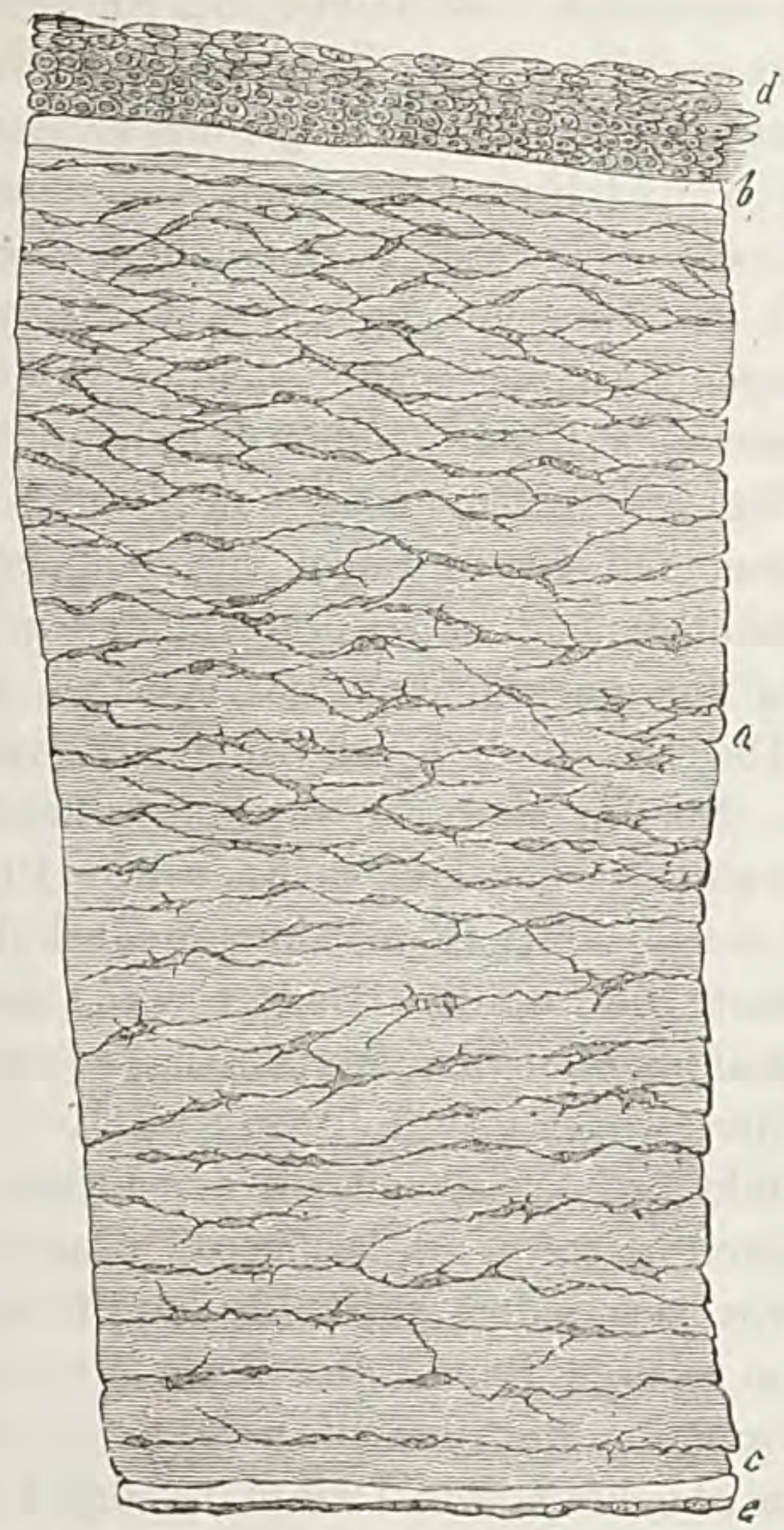
Der Augapfel ist nur bei den Fleischfressern annähernd kugelförmig; bei den Pflanzenfressern aber ist der quere (äquatoriale) Durchmesser, sowie der Höhendurchmesser grösser, als der sagittale Durchmesser in der Sehaxe.

§. 164. *Die Häute des Augapfels.*

Die äussere Augenhaut umgibt den ganzen Augapfel; der vordere durchsichtige Theil derselben, welcher dem dioptrischen Apparate angehört, ist die Hornhaut des Auges (cornea). Sie besteht aus Bindegewebsfasern und zahlreichen sternförmigen Hornhautkörperchen (Fig. 85 *a* und Fig. 86), welche durch feinste Ausläufer miteinander zusammenhängen, wodurch innerhalb der Hornhautfasern ein Kanalsystem entsteht. Die vordere (äussere) Fläche der Hornhaut trägt ein dichteres Fasergewebe und ist mit einem glashellen Blatte *b* und einem geschichteten Pflasterepithel *d* besetzt; man bezeichnet beide als vordere Grenzschicht der Hornhaut. Die hintere Grenzschicht der Hornhaut wird ebenfalls gebildet von einem glashellen elastischen Blatte *c*, das mit einem einfachen Pflasterepithel *e* besetzt ist.

Den undurchsichtigen Theil der äusseren Augenhaut bildet die harte Augenhaut (sclera), die aus einem festen fibrösen Gewebe besteht. Die Farbe derselben ist weiss-bläulich. Der vordere Umfang der harten Augenhaut ist von der Bindehaut

Fig. 85.



Sagittalschnitt von der Hornhaut (cornea) eines neugeborenen Kindes.

a Hornhautgewebe, *b* vorderes glashelles Blatt, *c* hinteres glashelles Blatt, *d* geschichtetes Pflasterepithel der vorderen Grenzschicht, *e* einfaches Pflasterepithel der hinteren Grenzschicht.

Fig. 86.

Hornhautkörperchen von einen 4-monatlichen Kinde.

des Auges überzogen und bildet an der Verbindungsstelle mit der Hornhaut den sogenannten Hornhautfalz, an welchem die Bindegewebsfasern der harten Augenhaut mit einer leichten, wellenförmigen Biegung ununterbrochen in die Fasern der Horn-

haut übergehen. Der hintere Umfang der harten Augenhaut ist von dem Sehnerven durchbohrt; die Durchbohrungsstelle wird die Siebplatte genannt, weil die Fasern der Nervenscheide mit den Fasern der harten Augenhaut an dieser Stelle sich vereinigen, wodurch ein Fasernetz, beziehungsweise siebförmige Oeffnungen in demselben entstehen, welche von den Nervenfasern des Sehnerven durchsetzt werden. An den seitlichen Umfang der harten Augenhaut befestigen sich die Augenmuskeln.

Die mittlere Augenhaut liegt der harten Augenhaut nur bis zum Strahlenkörper an, der vordere Theil derselben, die Regenbogenhaut (iris) entfernt sich von dem vorderen Abschnitte der äusseren Augenhaut und spannt sich vor die Linse aus, der sie mit ihrem zentralen Rande — dem Pupillenrande — aufliegt. Die vordere Fläche der Regenbogenhaut ist durch die Hornhaut hindurch sichtbar und ist in Folge von eingelagerten Pigmentkörnchen bei verschiedenen Thieren verschieden gefärbt; nur an hellblau gefärbten und an sogenannten Glasaugen ist die Iris frei von Pigment. Die Iris besteht aus Bindegewebsfasern, zahlreichen Blutgefässen, Nerven und aus zwei unwillkürlichen Muskeln, von denen der eine — der Erweiterer der Pupille (musc. dilatator pupillae) — radienförmig verlaufende Muskelfasern hat, durch deren Verkürzung die Pupille erweitert wird; dadurch werden also mehr Lichtstrahlen dem Inneren des Auges zugeführt. Der andere Muskel — der Verengerer der Pupille (musc. sphincter pupillae) — besteht aus kreisförmigen, den Pupillenrand umkreisenden Fasern, durch deren Verkürzung die Pupille verengert und der Lichtzutritt vermindert wird. Beim Pferde und beim Schafe hängen vom oberen Rande der querovalen Pupille kleine pigmentirte Körperchen — die Traubenkörner — in die Pupille hinab; sie dienen gleichfalls zur Dämpfung des Lichtes.

Den hinteren, grösseren Theil der mittleren Augenhaut bildet die Aderhaut (choroïdea), welche aus drei Schichten besteht:

1. die braune Haut oder die äussere Aderhaut (lamina fusca s. suprachoroïdea) ist eine aus feinen Bindegewebsfasern bestehende und von zahlreichen sternförmigen Pigmentzellen durchsetzte Haut, welche der harten Augenhaut unmittelbar anliegt.

2. Die Gefässhaut oder die mittlere Aderhaut führt die Blutgefässe und man kann an derselben zwei Schichten unterscheiden: *a)* die äussere Schicht enthält die grösseren Blutgefässe,

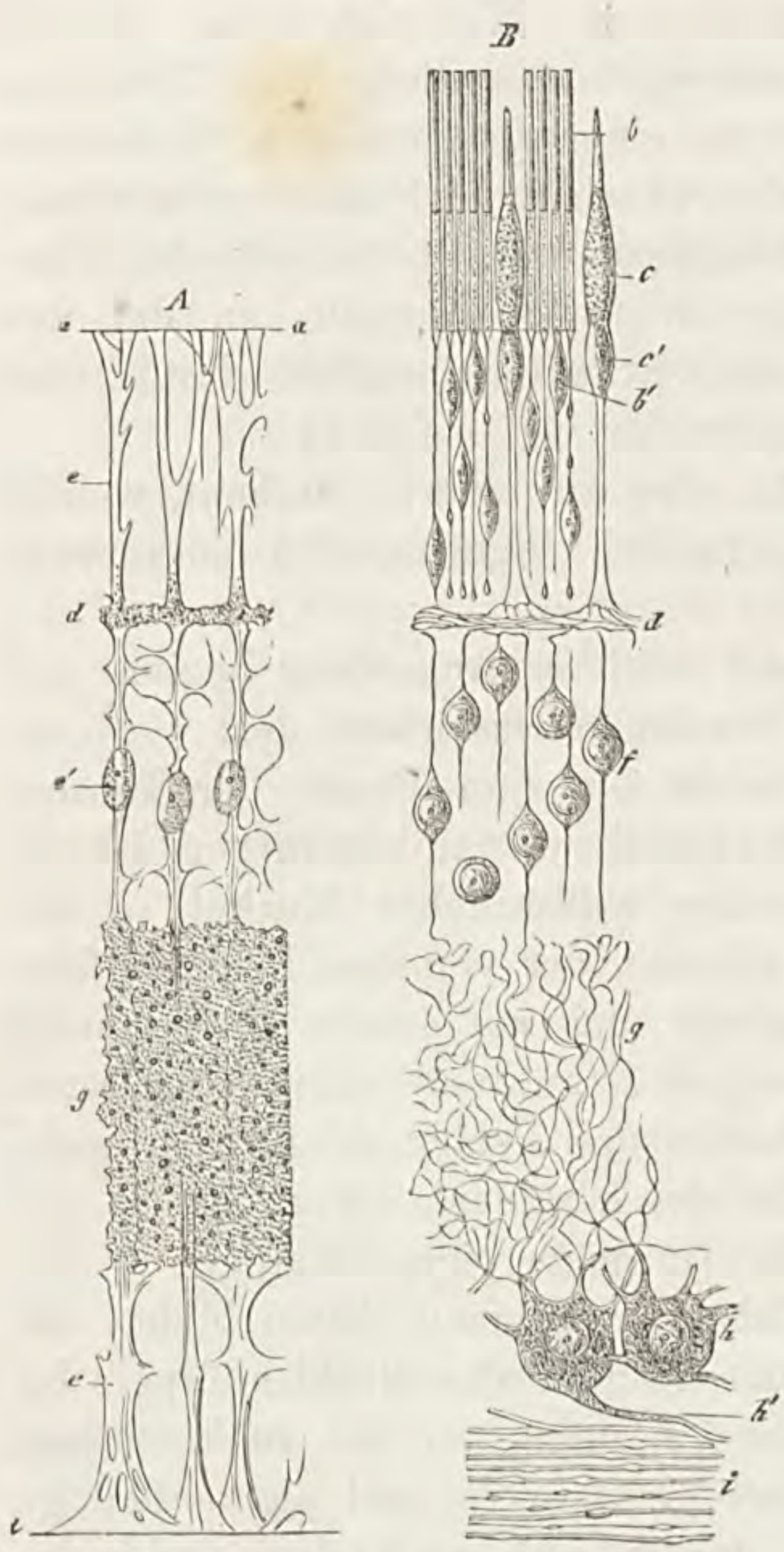
namentlich Venenstämme, deren Aeste bogenförmig oder strahlenförmig zusammentreten (Strudel- oder Wirtelgefässe); *b)* die innere Gefässschicht enthält vorwiegend Kapillargefässe. Zwischen beiden Gefässschichten liegt an einer beschränkten Stelle des hinteren Umfanges des Augapfels, oberhalb des Sehnerveneintrittes: *c)* die Tapete, die eine metallglänzende grünbläulich oder blaugelblich schillernde Stelle der Aderhaut darstellt, an der das Pigment fehlt; der Glanz entsteht wahrscheinlich durch eine Kreuzung der Bindegewebsfasern der Gefässschicht.

3. Die Pigmentschicht oder die innere Aderhaut, welche aus sechsseitigen, schwarz gefärbten Pigmentzellen zusammengesetzt ist.

Der Strahlenkörper der mittleren Augenhaut beginnt mit einem gezackten Rande (ora serrata) etwas hinter dem vorderen Drittel des Augapfels, und reicht bis zum Rande der Linsenkapsel. Der wesentliche Bestandtheil des Strahlenkörpers ist ein dessen äussere Schicht bildender willkürlicher Muskel — der Strahlenmuskel (musculus ciliaris), der von dem Hornhautfalze der harten Augenhaut entspringt und mit seinen meridionalen Fasern in die Aderhaut übergeht, während seine Ringfasern parallel dem Linsenrande verlaufen und den Strahlenkörper nicht verlassen. Die innere Schicht des Strahlenkörpers besteht aus zahlreichen Gefässschlingen, die in einem pigmenthaltigen Bindegewebe eingebettet sind, welches nach innen Falten bildet, die strahlenförmig von dem gezackten Rande des Strahlenkörpers bis in die Nähe des Linsenrandes verlaufen, wo sie zackenförmig enden. Man nennt diese innere gefässreiche und pigmenthaltige Schicht des Strahlenkörpers den Strahlenkranz (orbiculus ciliaris) und die Endzacken desselben: die Strahlenfortsätze (processus ciliares). Letztere verbinden sich nicht mit dem Linsenrande direkt, sondern nur durch Vermittlung des den ganzen Strahlenkörper überziehenden Strahlenblättchens (zonula ciliaris s. Zinnii) der inneren Augenhaut. Der Strahlenkranz ist am medialen Umfange des Augapfels schmäler.

Die innere Augenhaut besteht aus der Nervenhaut (Netzhaut, retina), welche der inneren Fläche der Aderhaut anliegt und mit ihrer vorderen Verlängerung — dem Strahlenblättchen (zonula ciliaris s. Zinnii), den Strahlenkörper überzieht und an der Seite des Linsenrandes in die Linsenkapsel übergeht.

Fig. 87.



Schematische Darstellung der Nervenhaut des Auges.

A Bindegewebiger Theil:

a äussere Grenzschicht,
e radiale Stützfasern mit ihren Kernen *e'*,
d Gerüstmasse der Zwischenkörner und
g der molekularen Schicht,
i innere Grenzschicht (diese unterste Schicht ist im Holzschnitte fälschlich mit *e* bezeichnet).

B Nervöser Theil:

b Stäbchen mit Aussengliedern und Innengliedern,
c Zapfen mit Aussenglied und Körper,
b' Stäbchenkorn, *c'* Zapfenkorn,
d Zwischenkörnerschicht,
f innere Körnerschicht, *g* Molekularschicht,
h Nervenzellen, *h'* ihr Axenzylinderfortsatz,
i Nervenfaserschicht.

Die Nervenhaut ist aus sieben Schichten zusammengesetzt, die von feinen strukturlosen Häutchen (sogenannten Grenzhäutchen) begrenzt sind.

Diese Schichten sind, umgeben von einem bindegewebigen Gerüste (Fig. 87 *A*), von aussen nach innen: 1. die Schicht der Stäbchen und Zapfen (Fig. 87 *B*, *b c*), welche von dem äusseren Grenzhäutchen (Fig. 87 *A*, *a*) begrenzt, der Pigmentschicht der Aderhaut anliegt; 2. die äussere Körnerschicht (Fig. 87 *B*, *b' c'*), bestehend aus Stäbchen- und Zapfenkörnern, die mit den Stäbchen und Zapfen verbunden sind; 3. die Zwischenkörnerschicht *d*, bestehend aus der Ausbreitung der Zapfenfasern zu feinsten Fibrillen; 4. die innere Körnerschicht *f*, deren morphologische und physiologische Bedeutung man nicht kennt; 5. die Molekularschicht *g*, bestehend aus einem Netzwerk sehr feiner Nervenfasern, umgeben von einem feinen Schwammgewebe; 6. die Nervenzellenschicht *h*, bestehend aus Nervenzellen, deren Protoplasmafortsätze in die Molekularschicht eintreten; 7. die Nervenfaserschicht *i*,

welche aus den feinsten, nur den Grenzzylinder enthaltenden Enden des Sehnerven besteht; diese Schicht ist von dem inneren Grenzhäutchen bedeckt und grenzt an den Glaskörper des Auges.

Das innere Grenzhäutchen bildet als Strahlenblättchen die vordere Fortsetzung der Nervenhaut, während die übrigen Schichten an dem gezahnten Rande des Strahlenkörpers enden. (Siehe Fig. 84 *k*).

Die Stäbchen in der Nervenhaut der Haussäugethiere sind im Leben ausgezeichnet durch ein rothes Pigment — den sogenannten Sehpurpur, der den Zapfen fehlt.

Die Stelle wo der Sehnerv in die Nervenhaut eintritt (Mariotte's „blinder Fleck") entbehrt der vorgenannten Nervenhautschichten und ist dieselbe durch Licht nicht erregbar.

Die Stelle des deutlichsten Sehens ist bezeichnet durch den in der Sehaxe liegenden gelben Fleck der Nervenhaut, der vorwiegend Zapfen enthält, in welche die sehr feinen Fasern des Sehnerven eintreten.

§. 165. *Der dioptrische Apparat des Auges.*

Der vorderste Abschnitt desselben, die Hornhaut ist bereits im vorigen Paragraphen beschrieben.

Das in der vorderen und hinteren Augenkammer befindliche Augenwasser (humor aquaeus) ist eine im Leben vollkommen klare Flüssigkeit, welche Spuren von Eiweiss und Kochsalz enthält.

Die Krystalllinse (lens crystallina) liegt, umgeben aber nicht berührt von den Zacken, beziehungsweise den Strahlenfortsätzen des Strahlenkranzes, in einer tellerförmigen Grube des Glaskörpers. Das Linsengewebe besteht aus Fasern (siehe §. 9). Die Linse ist an ihrer hinteren Fläche etwa um ein Drittel mehr gekrümmt als an ihrer vorderen; beide Flächen, sowie der kreisrunde Rand sind überzogen von der Linsenkapsel, welche durch das der inneren Augenhaut angehörige Strahlenblättchen mit dem Strahlenkörper und der Nervenhaut verbunden ist.

Der Glaskörper (corpus vitreum), aus einer gallertigen Substanz bestehend, ist ein vollkommen klarer und durchsichtiger Körper, welcher den von den Augenhäuten umschlossenen Raum ausfüllt und diese gespannt erhält. Der Glaskörper wird unmittelbar umgeben von dem inneren Grenzhäutchen und der Nervenfaserschicht der Nervenhaut.

§. 166. *Die Augenmuskeln.*

Der Augapfel ist von sieben willkürlichen Muskeln umgeben, von denen fünf in gerader, zwei in schräger Richtung verlaufen.

Die grad verlaufenden Muskeln entspringen vom hinteren Umfange der knöchernen Augenhöhle, in der Umgebung des Sehnervenkanales. Der obere (musc. rectus sup.) und untere (musc. rectus inf.), sowie der äussere (musc. rectus ext.) und innere gerade Augenmuskel (musc. rectus int.) liegen an den ihrem Namen entsprechenden Seiten des Augapfels und befestigen sich mit kurzen und flachen Sehnen an die harte Augenhaut, in der Nähe des Hornhautfalzes. Durch die Wirkung dieser Muskeln wird der Augapfel nach hinten gezogen.

Der fünfte gerade Augenmuskel ist der Grundmuskel des Auges (musc. rectus posticus s. retractor oculi), der sich an den hinteren Umfang des Augapfels festsetzt und den Sehnerven umhüllt.

Der obere schiefe Augenmuskel oder der Rollmuskel (musc. obliquus superior s. trochlearis) entspringt von der inneren Wand der knöchernen Augenhöhle, zwischen dem oberen und dem inneren geraden Augenmuskel; er tritt durch einen an den medialen Umfang der Augenfläche des Stirnbeines befestigten knorpeligen Ring — die Rolle — aus welchem er lateralwärts umbiegt, um, unter den oberen geraden Muskel durchtretend, an der harten Augenhaut zwischen dem oberen geraden und dem äusseren geraden Muskel sich zu befestigen. Der Rollmuskel dreht den Augapfel so, dass der Blick sich lateralwärts (auswärts) richten kann.

Der untere schiefe Augenmuskel (musc. obliquus inferior) entspringt vom Thränenbeine; er liegt unter dem unteren geraden Muskel und befestigt sich an den lateralen Umfang des Augapfels, neben und unter dem äusseren geraden Muskel. Seine Wirkung ist: den Augapfel so zu rollen, dass der Blick medianwärts (einwärts) und abwärts gerichtet werden kann.

§. 167. *Die Schutzorgane des Auges.*

Man unterscheidet: innere und äussere Schutzorgane des Auges. Zu jenen gehört der Thränenapparat, zu diesen der Deckapparat des Auges.

Der Thränenapparat umfasst folgende Organe:

1. Die Thränendrüse (glandula lacrymalis) ist eine traubenförmige Drüse, welche in der Thränendrüsengrube des Jochfortsatzes (Wangenfortsatzes) vom Stirnbeine liegt. Aus den zahlreichen Läppchen der Drüse gehen etwa 15 Ausführungsgänge hervor, welche am lateralen Winkel des oberen Augenlides, die Bindehaut durchbohrend, münden und die Thränen über den vorderen Theil des Augapfels fliessen lassen. Die Thränen sammeln sich am medialen Augenwinkel in dem Thränensee.

2. Die Thränenkarunkel (caruncula lacrymalis) ist eine der äusseren Haut angehörige, mit Haaren besetzte Hervorragung im Thränensee; an derselben scheiden sich die Thränen, um in die (am oberen und unteren Rande der Thränenkarunkel gelegenen) punktförmigen Oeffnungen der Thränenröhrchen einzutreten; durch letztere gelangen sie in den Thränensack.

3. Der Thränensack liegt am Eingange des knöchernen Thränenganges und bildet den erweiterten Anfang des häutigen Thränenkanales, welcher, an der lateralen Nasenwand verlaufend, in der Nähe der Nasenöffnung, am lateralen unteren Nasenwinkel mündet.

Der Deckapparat des Auges besteht:

1. Aus dem oberen und dem unteren Augenlide (palpebra sup. et inf.), welche aussen von der äusseren Haut, innen von einer Schleimhaut bedeckt sind, die sich auf den vorderen Umfang der harten Augenhaut überschlägt und diese bis zum Rande der Hornhaut bedeckt. Derjenige Theil der Schleimhaut, welcher mit dem Augenlide verbunden ist, heisst die Bindehaut des Augenlides (conjunctiva palpebrarum); der Theil, welcher die harte Augenhaut überzieht, heisst die Bindehaut des Auges (conjunctiva bulbi) und die Umschlagsstelle derselben vom Augenlide auf das Auge: das Gewölbe der Bindehaut. An der medialen und der lateralen Seite des Auges vereinigen sich beide Augenlider in dem medialen und lateralen Augenwinkel, von denen ersterer etwas tiefer liegt, weshalb die Thränen dort zusammenfliessen. Zwischen beiden Häuten der Augenlider liegt ein fibröses Gewebe, welches von der Knochenhaut der Augenränder seinen Ursprung nimmt. Ueber dem Augenlidrande befindet sich der Augenlidknorpel (tarsus), der die Meibom'schen Drüsen umschliesst; diese Drüsen sind Talgdrüsen, die an den Augenlidrändern münden und die sogenannte Augenbutter ab-

sondern, wodurch die Augenlidränder fettig erhalten und vor der gelind ätzenden Wirkung der salzigen Thränen geschützt werden. Der Rand des Augenlides ist mit den Augenwimpern (cilia) besetzt, die am oberen Augenlide stärker als am unteren sind; Talgdrüsen und Schweissdrüsen münden in deren Haarbälge, welche tief in der äusseren Haut der Augenlider eingebettet sind. Die äussere Fläche der Augenlider ist mit kurzen Deckhaaren und einzelnen Tasthaaren (sogenannten Warnborsten) besetzt.

2. Die Nickhaut (membrana nictitans s. palpebra tertia) ist bei den Haussäugethieren der übrig gebliebene Rest des dritten medialen Augenlides der Vögel. Die Nickhaut der Haussäugethiere besteht aus einer am medialen Augenwinkel gelegenen halbmondförmigen Bindegewebsfalte, in welcher ein platter Knorpel eingebettet ist, den ringsum die Nickhautdrüse umgibt, welche durch mehrere Ausführungsgänge ein schleimiges Sekret zwischen Augapfel und Nickhaut ergiesst. Bei seiner Bewegung passirt der Augapfel am medialen Augenwinkel die Nickhaut und diese entfernt, in der Art einer Schaufel, die von den Thränen dem medialen Augenwinkel zugeschwemmten und am medialen unteren Umfange des Augapfels anhaftenden fremden Körper.

§. 168. *Der Gang der Lichtstrahlen im Auge und das Sehen.*

Die Lichtstrahlen müssen den dioptrischen Apparat des Auges passiren, bevor sie zu dem nervenerregenden Theile desselben, nämlich zur Nervenhaut gelangen können. Auf diesem Wege werden sie dreimal gebrochen: 1. an der vorderen Fläche der Hornhaut, 2. an der vorderen Fläche der Linse, und 3. an der hinteren Fläche derselben. Durch die übrigen Theile des dioptrischen Apparates, nämlich durch das Wasser in der vorderen und hinteren Augenkammer, sowie durch den Glaskörper des Auges erfährt der Lichtstrahl keine Brechung. Das Augenwasser hat nämlich ein gleiches Brechungsvermögen wie die Hornhaut, und das Brechungsvermögen des Glaskörpers ist geringer als das der Linse.

Die stärkste Brechung findet statt an der äusseren Oberfläche der Hornhaut, wo der Lichtstrahl aus einem dünneren Medium (der Luft) übergeht in ein dichteres. Da die Linse an ihrer hinteren Oberfläche eine stärkere Krümmung hat als an ihrer

vorderen, und die Krümmungen der konzentrischen Schichten der Linse von vorn nach hinten zunehmen, so steigert sich auch die Brechung der Lichtstrahlen beim Gange durch die Linse. Die Lichtstrahlen dringen endlich vor bis zur Pigmentschicht der Aderhaut, wo sie aufgesogen werden; sie durchdringen also die ganze Nervenhaut und erregen in deren äussersten Schicht (in den Stäbchen und Zapfen) die feinsten Zweige des Sehnerven. Zugleich wird auf der vorderen, beziehungsweise inneren Fläche der Nervenhaut ein umgekehrtes verkleinertes Bild desjenigen Gegenstandes erzeugt, von dem die Lichtstrahlen in die Sehaxe fallen. Dieses Bild aber hat mit dem Sehen nichts zu thun, sondern das Sehen kommt allein zu Stande durch den Lichtreiz, der auf die Sehnervenenden in den Stäbchen und Zapfen einwirkt. (Siehe auch §. 176.)

Damit ein Gegenstand deutlich gesehen werde, ist es nothwendig, dass die Lichtstrahlen, welche von den äusseren Punkten des Gegenstandes ausgehen und die Ränder der brechenden Medien passiren, sich nach ihrer Brechung im gelben Flecke (der Stelle des deutlichsten Sehens) der Nervenhaut vereinigen. Die Strahlen, welche durch die Mitte (den Knotenpunkt) der brechenden Medien hindurchgehen, werden nicht gebrochen. Der Knotenpunkt des Auges liegt in der Sehaxe der Linse, zwischen ihrem Mittelpunkte und der hinteren Fläche. Von sehr entfernten Gegenständen gehen alle Lichtstrahlen ungebrochen durch den Knotenpunkt des Auges und sie vereinigen sich in der Nervenhaut als ihrem Brennpunkt. Der Knotenpunkt und der gelbe Fleck des Auges werden durch die inneren Augenmuskeln mit dem Gegenstande, beziehungsweise mit dessen deutlich wahrzunehmenden Punkten, in eine gerade Linie gebracht. Zur Ermöglichung des deutlichen Sehens besitzt das Auge noch zwei sehr zweckmässige Einrichtungen, wodurch die Blendung und die Anpassung des Auges zu Stande kommt.

Die Blendung des Auges geschieht durch die Regenbogenhaut, welche den Rand der Linse von vorn bedeckt; sie verhindert das Einfallen der Lichtstrahlen am Rande der Linse; diese Strahlen würden nur ein undeutliches Bild geben, weil ihr Brennpunkt dem gelben Flecke ferner liegt als die den Mittelpunkt der Linse passirenden Strahlen. Durch die Ringmuskelfasern der Regenbogenhaut, die sich in Folge des Lichtreizes verkürzen, wird die Menge des einfallenden Lichtes geregelt. Die Regen-

bogenhaut verlängert ihre Radien um so mehr, beziehungsweise die Pupille verengert sich um so mehr, je mehr Licht das Auge trifft; umgekehrt erweitert sich die Pupille um so mehr (in Folge der Verkürzung der radiären Muskelfasern der Iris), je weniger Licht dem Auge zukommt. Im Dunkeln sind also die Pupillen grösser als im Hellen. Beim Pferde, sowie bei Schaf und Ziege, wird ausserdem das Licht gedämpft durch die vom oberen Pupillenrande herabhängenden Traubenkörner.

Die Anpassung (Akkomodation) des Auges an ferne oder nahe Gegenstände, behufs des deutlichen Sehens, wird geregelt durch den Strahlenmuskel. Im Ruhezustande desselben wird die vordere Fläche der Linse abgeflacht durch die elastische Spannung des Strahlenblättchens, das sich als vordere Verlängerung der Nervenhaut an die vordere Linsenkapsel befestigt. In diesem Zustande ist das Auge für die Fernsicht eingerichtet, beziehungsweise der Lichtstrahlung von fernen Gegenständen angepasst. Wenn sich aber der Strahlenmuskel verkürzt und damit das Strahlenblättchen nach vorn gezogen und erschlafft wird, so kehrt die Linse zu ihrem natürlichen Gleichgewichtzustande zurück (der durch die Spannung des Strahlenblättchens gestört wurde), und die vordere Fläche derselben wird konvexer und damit die Strahlenbrechung stärker, beziehungsweise der Brennpunkt der Lichtstrahlen mehr nach vorn gerückt. Zugleich wird durch die Verkürzung des Strahlenmuskels die Aderhaut angespannt; dadurch wird der Glaskörper gegen die Hinterfläche der Linse gedrückt und diese vorgeschoben. Durch diese Bewegungen wird das Auge für die Nahsicht eingerichtet, beziehungsweise der Lichtstrahlung von nahen Gegenständen angepasst.

Bei den Wiederkäuern und dem Pferde gestattet die Seitwärtsstellung der Augen nicht ein vollkommen gleichzeitiges Sehen mit beiden Augen, namentlich ist das erschwert bei der grossstirnigen Rasse des Rindes. Dagegen erleichtert die Seitwärtsstellung der Augen und die Querstellung der Pupille das Sehen in lateraler Richtung, so dass Pferde und Wiederkäuer etwa zwei Drittel des Horizontes überschauen können, wenn die Gesichtskreise beider Augen zusammengelegt werden. Diese Erweiterung des Horizontes wird nach Bendz bei Pferden und Wiederkäuern auch dadurch begünstigt, dass ihr medialer Strahlenkörper kleiner und der entsprechende Theil der Nervenhaut grösser ist, wodurch sie das Licht von den äusseren Grenzen des Gesichtskreises empfangen können.

c) Das Gehörorgan.

§. 169. *Uebersicht der Theile des Gehörorganes.*

Das Gehörorgan besteht aus drei Haupttheilen: 1. aus dem äusseren Gehörgange, 2. aus der Paukenhöhle mit dem Ohr-Nasenschlauche, 3. aus dem Labyrinthe.

Diese drei Haupttheile des Gehörorganes sind eingebettet in das Felsenbein; sie entsprechen beinahe den drei Theilen desselben, und zwar liegt der äussere Gehörgang zwischen dem

Fig. 88.

Schematischer Durchschnitt des Gehörorganes.

Lufträume: weiss gelassen; wassererfüllte Räume: wagrecht schraffirt; Knochenschnitt: gefleckt.

c.s. Bogengang,	*v.* Vorhof,	*l.sp.* Spiralblatt derselben,	*m.m.* Hammerstiel,
f.o. ovales Fenster.		*n.a.* Gehörnerv,	*a.* Axe des Hammers,
f.r. rundes Fenster,		*st.* Steigbügel,	*t.e.* Ohr-Nasenschlauch,
sc.v. Vorhoftreppe der Schnecke,		*i* Ambos,	*m.t.* Paukenfell,
sc.t. Paukentreppe derselben.		*c.m.* Hammerkopf,	*m.a.e.* äusserer Gehörgang.

(Die Pfeile am Hammerstiele und am Steigbügel zeigen die Richtung der Bewegung an, die bewirkt wird durch den Spannmuskel des Paukenfelles und den Steigbügelmuskel.)

Warzentheile und dem Paukentheile, die Paukenhöhle liegt zumeist im Paukentheile, und das Labyrinth gehört der Pyramide des Felsenbeines an.

Jedes der drei Haupttheile des Gehörorganes hat seinen besonderen Eingang und ist von dem benachbarten Theile abgeschlossen. Der äussere Gehörgang steht durch die äussere Gehöröffnung mit der äusseren Luft in Verbindung und ist durch das Paukenfell abgeschlossen von der Paukenhöhle. Die Paukenhöhle hat die eben bezeichnete Grenze gegen den äusseren Gehörgang und ist gegen das Labyrinth, beziehungsweise gegen dessen Vorhofstheil abgeschlossen durch die Haut des ovalen Fensters,

und gegen den Schneckentheil des Labyrinthes durch die Haut des runden Fensters; die Paukenhöhle steht durch den Ohr-Nasenschlauch in Verbindung mit der Nasenhöhle. Das Labyrinth öffnet sich durch den inneren Gehörgang (der vom Angesicht- und vom Gehörnerven ausgefüllt wird) in die Schädelhöhle und ist durch die Häute des ovalen und runden Fensters von der Paukenhöhle abgeschlossen.

Der äussere Gehörgang besteht aus einem knorpeligen (Ohrmuschel und Ringknorpel) und einem knöchernen Theile; beide funktioniren als Schallleitungsorgan und die Ohrmuschel hat insbesondere die Aufgabe: den Schall aufzufangen und die Schallwellen zu sammeln. Die Paukenhöhle ist der mittlere Theil des Gehörorganes und hat die Funktion: die das Paukenfell treffenden Schallwellen mittelst der Gehörknöchelchen fortzuleiten auf das Labyrinthwasser, welches der Fussplatte des das ovale Fenster verschliessenden Steigbügels anliegt. Das Labyrinth ist der empfindende Theil des Gehörorganes, der die Schallwellen empfängt und durch Vermittlung von Wasser den Endapparaten des Gehörnerven überträgt.

§. 170. *Die Ohrmuschel und der äussere Gehörgang.*

Die Ohrmuschel besteht aus einem von der äusseren Haut bekleideten Faserknorpel, dessen unteres ringförmiges Ende an den knöchernen Gehörgang befestigt ist. An der Ohrmuschel unterscheidet man: die obere Spitze, den unteren Muschelgrund und die mittlere Muschelspalte, welche den Eingang in das Gehörorgan umfasst. Die Höhlung, beziehungweise der konkave Theil der Muschel, ist im ruhigen Zustande nach vorn gekehrt, der Rücken, der konvexe Theil nach hinten. Nur bei den Schlappohren einiger Schaf- und Schweinerassen wendet sich die Höhlung der Muschel an ihrem äusseren Theile medianwärts, der Rücken der Muschel lateralwärts. Der mediale Rand der Ohrmuschel ist an seinem oberen Theile konkav, der laterale Rand ist konvex und steht weiter nach vorn als jener.

Das untere Ende der Ohrmuschel umfasst den Ringknorpel oder Kürass (cartilago annularis), der die knorpelige Verlängerung des knöchernen Gehörganges bildet und das laterale Ende desselben fest umschliesst.

Die Ohrmuschel sowohl, wie der knöcherne Gehörgang haben einen schwach spiraligen Verlauf; sie werden von der äusseren Haut überzogen, die bis zum Muschelgrunde behaart ist. Im knöchernen Gehörgange finden sich zahlreiche knäuelförmige Drüsen — die Ohrenschmalzdrüsen, die das Ohrenschmalz absondern, eine klebrige, talgartige Masse, welche nebst den Haaren am Muschelgrunde das Eindringen fremder Körper verhindert. Die äussere Haut überzieht mit einer sehr feinen Schichte auch die äussere Fläche des Paukenfelles.

Die zahlreichen, die Ohrmuschel bewegenden Muskeln haben wir bereits in §. 111 kennen gelernt. Namentlich die aufgerichtete, fast zierliche Ohrmuschel des Pferdes ist sehr leicht beweglich und ihre Bewegungen geben uns ein Bild von der Seelenstimmung und dem Temperamente dieses Thieres. Lebhafte Pferde bewegen ihre Ohrmuscheln rascher und häufiger als träge und phlegmatische. Stets wird die Spalte der Ohrmuschel der Richtung des Schalles zugewendet. Pferde, welche hinten ausschlagen wollen, legen die mit ihrer Spalte nach hinten gerichteten Ohrmuscheln an den Nacken, weil sie von hinten Gefahr oder einen Angriff erwarten, dem sie ihre ganze Aufmerksamkeit zuwenden. Bei letzterwähnter Stellung der Ohrmuscheln darf man von Pferden eines Angriffes gewärtig sein.

§. 171. *Die Paukenhöhle (cavitas tympanica).*

Die Paukenhöhle ist der lufthaltige Hohlraum des mittleren Ohres, der zwischen dem an ihrer lateralen Wand ausgespannten Paukenfelle und dem ihre mediale Wand bildenden Labyrinthe gelegen ist. Sie ist ausgekleidet von einer Schleimhaut, deren Absonderung die Luft der Paukenhöhle feucht erhält.

Das Paukenfell (membrana tympanica) ist eine aus drei Schichten bestehende Haut: die laterale Schicht gehört der äusseren Haut an, die mittlere Schicht stammt von der Beinhaut der Paukenhöhle, die innere Schicht von der Schleimhaut derselben. Es ist in einem Knochenringe befestigt, der rings umgeben ist von einem Knochenfachwerk, das den Inhalt der Paukenblase bildet. Dieser durch Knochenblättchen in zahlreiche Fächer abgetheilte Hohlraum empfängt durch den knorpeligen, mit Schleimhaut ausgekleideten Ohr-Nasenschlauch (die Eustachische Röhre) Luft aus der Nasenhöhle, beziehungsweise aus der Rachenhöhle, wo er in der Verlängerung des unteren Nasenganges mündet. Bei dem Pferde ist der Ohr-Nasenschlauch vor seiner Mündung an der hinteren lateralen Wand der Rachenhöhle sackartig erweitert. Dieser Luftsack des Pferdes ermöglicht

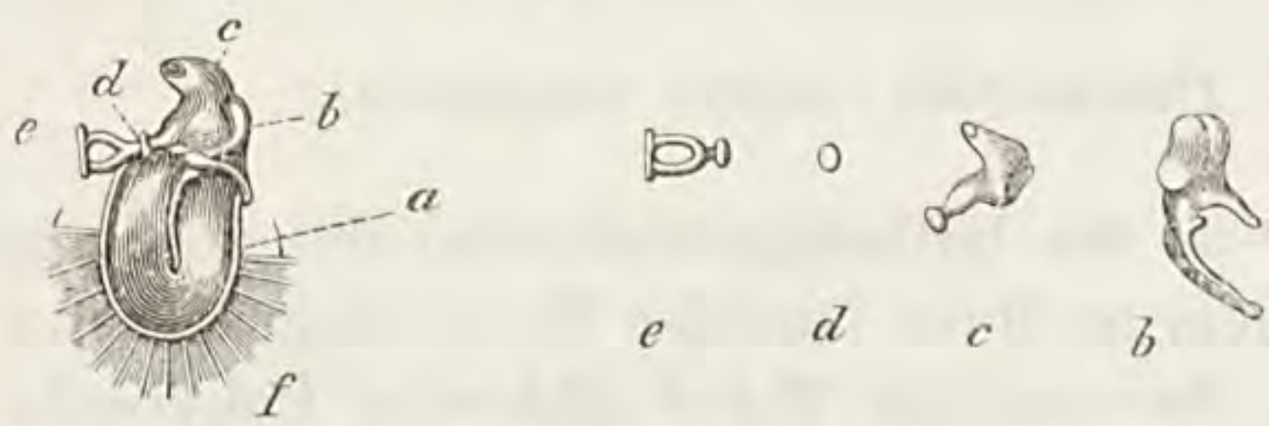
eine Vorwärmung der Luft, bevor sie in die Paukenhöhle eintritt. Franck hält den Luftsack für einen Resonator, der erweitert und verengert und dadurch verschiedenen Tönen angepasst werden kann.

Die in die Paukenhöhle durch den Ohr-Nasenschlauch eintretende Luft bewirkt einen Gegendruck gegen die auf das Paukenfell drückende äussere Luft, wodurch dasselbe in einer für die Fortpflanzung der Schallwellen erforderlichen Spannung erhalten wird, die noch verstärkt werden kann durch die beiden willkürlichen Muskeln der Gehörknöchelchen.

Die Gehörknöchelchen bilden ein Knochensystem, das die Verbindung herstellt zwischen dem Paukenfelle und dem in den Vorhof des Labyrinthes führenden ovalen Fenster. Die landwirthschaftlichen Hausthiere besitzen jederseits drei Gehörknöchelchen: den Hammer, den Amboss und den Steigbügel.

Der Hammer (malleus) ist ein kolbenförmiger oder hammerförmiger kleiner Knochen, dessen Kopf frei in der Paukenhöhle liegt und sich mit dem Amboss verbindet; mittelst des Halses oder der Axe geht der Kopf in den Hammerstiel über, der zwischen den Blättern des Paukenfelles gelegen ist. An den Hals des Hammers befestigt sich der Spannmuskel des Paukenfelles (musc. tensor tympani), durch dessen Verkürzung das Paukenfell angespannt wird.

Fig. 89.



Paukenfell und Gehörknöchelchen vom Pferde.
a Paukenfell, *b* Hammer, *c* Amboss, *d* Linsenbeinchen, *e* Steigbügel, *f* Knochenfächer der Paukenblase.

Der Amboss (incus) hat die Form eines zweiwurzeligen Backzahnes. Der Körper des Amboss gelenkt mit dem Hammerkopfe, der kurze Schenkel desselben ist durch Bandmasse an das Felsenbein befestigt und sein langer Schenkel verbindet sich (durch Vermittlung eines kleinen linsenförmigen Knochens) mit dem Köpfchen des Steigbügels.

Der Steigbügel (stapes) entspricht in seiner Form ganz seinem Namen. Durch sein Köpfchen verbindet er sich mit dem Amboss, und seine Fussplatte liegt im ovalen Fenster, wodurch die Paukenhöhle von dem Vorhofe des Labyrinthes abgeschlossen wird. Der Steigbügel wird durch einen besonderen kleinen Muskel

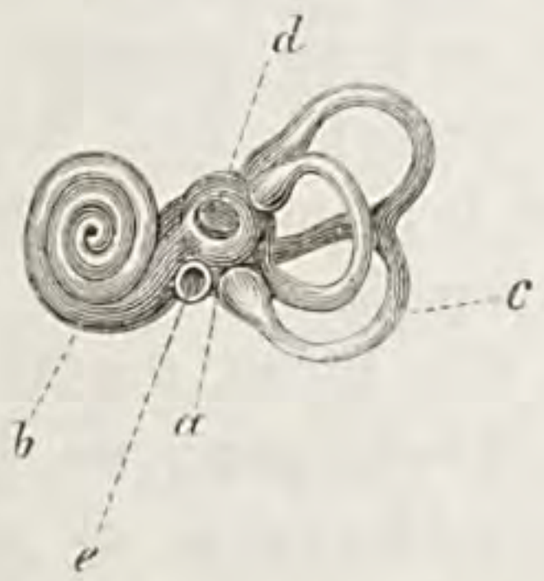
(den Steigbügelmuskel, musc. stapedius), der sich an sein Köpfchen ansetzt, in das ovale Fenster gepresst.

An der medialen Wand der Paukenhöhle befindet sich das ovale und das runde Fenster und zwischen beiden das Vorgebirge, ein Knochenvorsprung, der von der ersten Windung der Schnecke herrührt. Das ovale Fenster, das durch die Fussplatte des Steigbügels geschlossen ist, führt in den Vorhof des Labyrinthes; das runde Fenster, das durch eine zarte Haut (das Nebenpaukenfell) geschlossen ist, führt zur Paukentreppe der Schnecke.

§. 172. *Das Labyrinth (labyrinthus).*

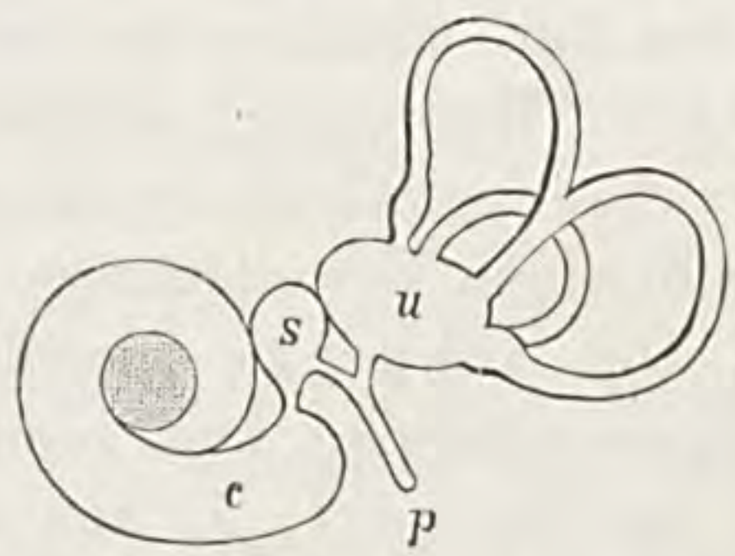
Das in die Knochenmasse der Pyramide vom Felsenbeine eingebettete Labyrinth besteht aus einem knöchernen und einem häutigen Theile; letzterer liegt jenem überall an und bildet einen

Fig. 90.



Labyrinth vom Ohre des Schweines.
a Vorhof, *b* Schnecke,
c Bogengänge, *d* ovales Fenster,
e rundes Fenster.

Fig. 91.



Schema des häutigen Labyrinthes.
u der ovale Sack mit den häutigen Bogengängen,
s der runde Sack mit der häutigen Schnecke *c*,
p die Vorhof-Wasserleitung.

geschlossenen und mit dem Labyrinthwasser (der Endolymphe) erfüllten Sack, auf dessen Innenfläche sich die Aeste des Gehörnerven verzweigen. Das Labyrinth umfasst drei Abtheilungen: 1. den Vorhof, 2. die Bogengänge, und 3. die Schnecke, welche mit einander im Zusammenhange stehen, von Beinhaut ausgekleidet sind und zwischen dieser und dem häutigen Theile Wasser (die Perilymphe) enthalten; das häutige Labyrinth mit seinen Nervenverzweigungen ist also beiderseits von Wasser (von Endo- und Perilymphe) umgeben.

1. Der Vorhof (vestibulum) bildet einen kleinen Hohlraum zwischen den Bogengängen und der Schnecke; er grenzt lateral-

wärts an die Paukenhöhle, medianwärts an den inneren Gehörgang, nach vorn an die Schnecke, nach hinten an die Bogengänge. Aus dem Vorhofe führen vier Oeffnungen in die Bogengänge, eine Oeffnung (das ovale Fenster) in die Paukenhöhle und eine Oeffnung zur Vorhoftreppe der Schnecke. In der Perilymphe des Vorhofes liegen zwei gesonderte kleine Säcke (der ovale und der runde Sack), in deren Labyrinthwasser sogenannter Gehörsand oder Gehörsteine (otolithi) enthalten sind, die aus kleinen Krystallen von Calciumcarbonat bestehen. Der ovale Sack (utriculus) steht mit den häutigen Bogengängen im Zusammenhange; auf seiner inneren Fläche verzweigt sich der Vorhofast vom Gehörnerven. Der runde Sack (sacculus) setzt sich fort in das häutige Labyrinth der Schnecke; auf seiner inneren Fläche verzweigt sich ein Ast des Schneckennerven. Beide Säcke sind durch die Vorhof-Wasserleitung (aquaeductus vestibuli) verbunden, wie Fig. 91 zeigt.

2. Die Bogengänge (canales semicirculares) stellen sich dar als drei bogenförmig gewundene Knochenröhren, die sich gegen den Vorhof öffnen und ihrer Lage nach als lateraler, oberer und unterer Bogengang unterschieden werden. Der knöcherne und der häutige Theil der Bogengänge beginnt im Vorhofe mit flaschenförmigen Erweiterungen (den Ampullen).

3. Die Schnecke (cochlea) hat die Form des Gehäuses einer Gartenschnecke und besitzt $2^1/_2$ Windungen; sie besteht: *a)* aus der Spindel, *b)* aus dem Spiralkanale, *c)* aus dem Spiralblatte.

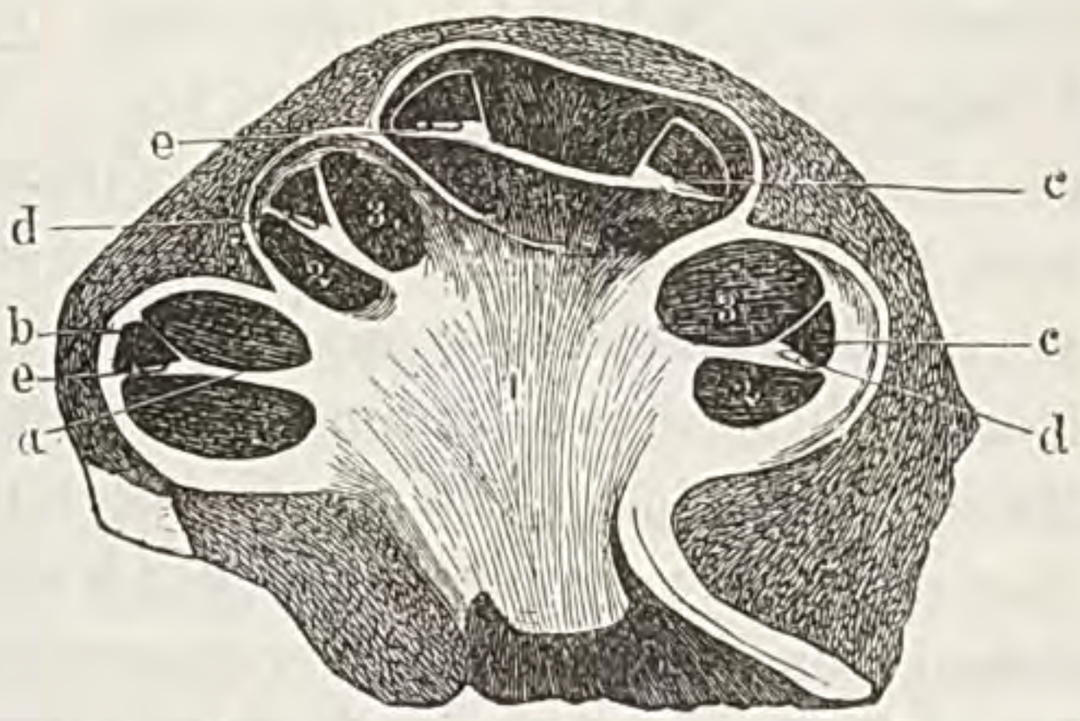
a) Die Spindel bildet die Axe der Schnecke, die aber die Spitze derselben nicht erreicht, sondern an der zweiten Windung endet. Der weitere Theil (die Basis) der Spindel beginnt am inneren Gehörgange und nimmt dort den Schneckenast des Gehörnerven auf, während dessen zweiter Hauptast, der Vorhofnerv, zum Vorhofe des Labyrinthes verläuft.

b) Der Spiralkanal ist der aus $2^1/_2$ Windungen bestehende Raum, der die Spindel umgibt, und der von dem häutigen Theile des Labyrinthes ausgekleidet ist, welcher aus dem runden Sacke des Vorhofes entsteht. Der Spiralkanal wird getheilt durch

c) Das Spiralblatt, welches von der Spindel zur gegenüberliegenden Wand des Felsenbeines verläuft und den Spiralkanal in eine obere mediale und eine untere laterale Abtheilung trennt, die „Treppen“ genannt werden. Die obere mediale Treppe mündet

an der Basis der Schnecke im Vorhofe und heisst die Vorhoftreppe (scala vestibuli); die untere laterale Treppe mündet im runden Fenster und heisst die Paukentreppe (scala tympani). Der knöcherne Theil des Spiralblattes reicht auswärts von der Spindel kaum bis zur Hälfte des Spiralkanales; der häutige Theil des Spiralblattes aber vollzieht die oben erwähnte Theilung des Spiralkanales und nahe seinem letzten äusseren Drittel, löst sich ein häutiges Blättchen (die Reissner'sche Haut) von demselben und befestigt sich, oberhalb des häutigen Spiralblattes, gesondert an die der Spindel gegenüberliegende Wand des Felsenbeines. Der auf dem Durchschnitte dreieckige Raum zwischen dem häutigen Spiralblatte und der Reissner'schen Haut ist der Schneckenkanal (canalis cochlearis), in welchem der eigentliche Erregungsapparat des Ohres seine Lage hat. Der Theil des häutigen Spiralblattes, der nach Abtrennung der Reissner'schen Haut übrig bleibt, wird als tympanale Wand des Schneckenkanales bezeichnet (Fig. 92).

Fig. 92.



Senkrechter Durchschnitt durch die Schnecke eines Kalbembryos.

a häutiges Spiralblatt, *b* Reissner'sche Haut, *c* Schneckenkanal, *d* Lage des Corti'schen Organes, *e* tympanale Wand des Schneckenkanales, 1 Axe der Schnecke mit dem Schneckennerven, 2 Paukentreppe, 3 Vorhoftreppe.

Der Erregungsapparat des Gehöres liegt auf der dem Schneckenkanale zugekehrten Fläche seiner tympanalen Wand und wird nach seinem Entdecker: das Corti'sche Organ genannt. Dasselbe besteht aus verschiedenartigen Fasern und Zellen, in welche die im knöchernen Spiralblatte verlaufenden Aeste des Schneckennerven eintreten und endigen.

§. 173. *Der Gang der Schallwellen im Ohre.*

Die Schallwellen werden von der hörrohrartigen Ohrmuschel aufgefangen und durch den äusseren Gehörgang dem Paukenfelle zugeleitet, an dessen gespannter Haut sie anschlagen und dieselbe in Schwingung versetzen. Diese Schwingungen werden durch den

dem Paukenfelle zunächst anliegenden Hammergriff übertragen auf den Amboss und auf den Steigbügel, dessen Fussplatte die ihm im ovalen Fenster anliegende Perilymphe des Vorhofes in Bewegung versetzt. Die Schwingungen der Perilymphe werden dann übertragen auf das Labyrinthwasser des Vorhofes, der Bogengänge und der Schnecke. Das ausweichende Labyrinthwasser der Schnecke wölbt das Nebentrommelfell des runden Fensters in die Paukenhöhle vor. Durch die Wellenbewegungen des Labyrinthwassers werden zunächst die feinen Nervenzweige vom Vorhofaste des Hörnerven und sodann die feinen Endigungen vom Schneckennerven innerhalb des Corti'schen Organes gereizt. Einige Physiologen nehmen an, dass hauptsächlich durch diese Zweige des Hörnerven die Gehörempfindung vermittelt wird und dass jene Nervenendigungen des Vorhofastes gar nicht dem eigentlichen Hören dienen; die Nervenverzweigungen insbesondere in den häutigen Bogengängen mit ihren Ampullen sollen die Empfindung von der Gleichgewichtslage des Körpers vermitteln. Nach der Ansicht anderer Physiologen vermittelt der Vorhofnerv die Empfindung der Geräusche, der Schneckennerv die Empfindung der Töne.

Das erste Organ des inneren Ohres, welches also die Schallwellen aufnimmt, ist das Paukenfell, und damit dieses in Schwingung versetzt werden kann, ist es nothwendig: dass auf seiner inneren Seite genügend Luft vorhanden ist.

Es muss also in die Paukenhöhle ein Luftstrom durch den Ohr-Nasenschlauch (Eustachische Röhre) eintreten können, und wenn dieser Luftstrom Hindernisse findet, wie z. B. bei Anschwellung der Schleimhaut jener Röhre in Folge von Katarrhen, dann wird die Luft der Paukenhöhle, ohne erneuert zu werden, von den Blutgefässen der letzteren aufgesogen und es entsteht in derselben ein luftverdünnter Raum; das Paukenfell schwingt dann unvollkommen oder gar nicht, und es tritt Schwerhörigkeit oder Taubheit ein. Bei normaler Funktion des äusseren und mittleren Ohres kann eine zu starke Schwingung des Paukenfelles durch die Verkürzung des an den Hammerhals angreifenden Muskels verhindert werden, wodurch das Paukenfell nach einwärts gezogen und stärker gespannt wird; dadurch wird die Schwingung und die Stärke des Tones vermindert. In gleicher Weise wirkt wahrscheinlich auch der Steigbügelmuskel; durch dessen Verkürzung wird die Fortleitung der schwingenden Bewegung des Steigbügels auf das Labyrinthwasser etwas gehemmt.

d) Das Geschmackorgan.

§. *173. Die Geschmackwarzen der Zunge.*

Als Geschmackorgan dient die Schleimhaut der Zungenoberfläche, welche mit ihren verschiedenartigen, von derbem Epithel überzogenen Papillen eine Vergrösserung der Oberfläche bewirkt. In den als Geschmackwarzen bezeichneten Papillen der Schleimhaut enden die vom Zungenaste des 9. Hirnnerven stammenden Geschmacknervenfasern.

Man unterscheidet drei Formen von Geschmackwarzen:

1. Die kegelförmigen (papillae filiformes) sind, mit Ausnahme der Wurzel, auf dem ganzen Zungenrücken verbreitet und bedingen dessen rauhe, beim Rinde reibeförmige Oberfläche.

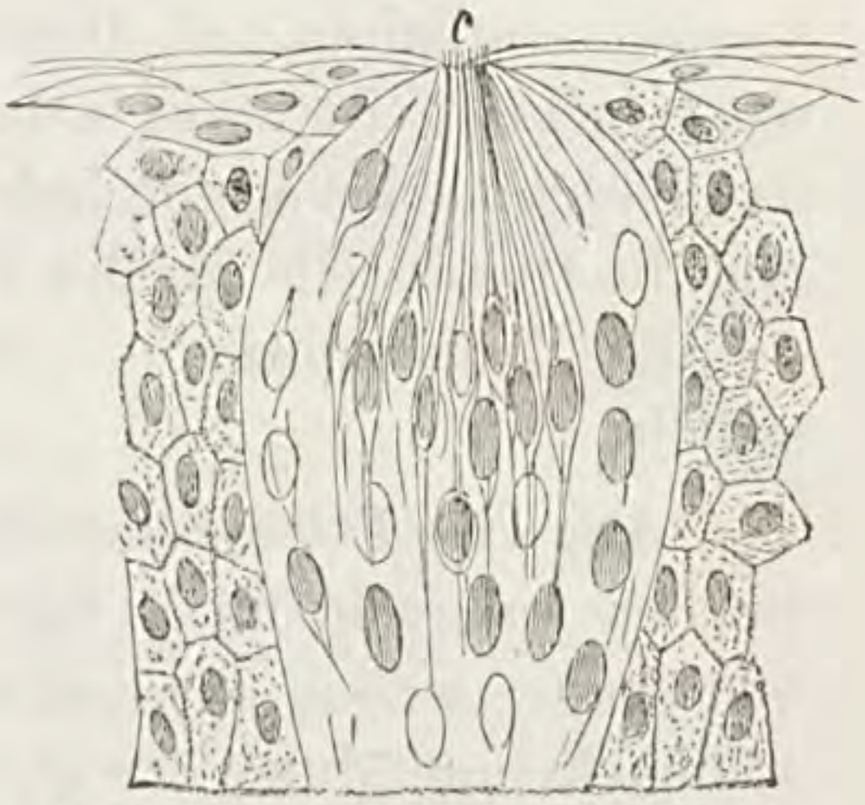
2. Die schwammförmigen Geschmackwarzen (papillae fungiformes) nehmen die hintere Hälfte des Zungenrückens ein und stellen breite schwammförmige Erhabenheiten dar.

3. Die umwallten Geschmackwarzen (papillae circumvallatae) sind in ihrem Vorkommen auf die Wurzel, beziehungsweise

Fig. 93.

Aus dem seitlichen Geschmackorgane des Kaninchens. Die Geschmackleistchen im vertikalen Durchschnitt.

Fig. 94.



Geschmackknospe (Schmeckbecher) vom Kaninchen.
c die Geschmackpore.

auf den nach hinten abfallenden Theil des Zungenrückens beschränkt; sie bilden flache, rundliche Hervorragungen, welche in der Mitte einen knopfförmigen Körper tragen, der ringsum von einer Vertiefung (dem Graben des Walles) umgeben ist, welche den knopfförmigen Körper von dem ringförmigen Walle trennt. In den Graben des Walles münden die Ausführungsgänge kleiner

Schleimdrüsen. Das Epithel sowohl des knopfförmigen Körpers wie des Walles enthält eigenthümliche nervöse Endapparate: die Geschmackknospen, in welchen die vom 9. Hirnnerven stammenden Geschmacknerven eintreten. Die Geschmackknospen haben eine Kolbenform und sie sitzen vorwiegend an den Seitenrändern des knopfförmigen Körpers und des Walles der umwallten Geschmackwarzen, seltener an den schwammförmigen Warzen; mit ihrem breiteren Grunde (dem Boden des Kolbens) berühren sie das Bindegewebe der Schleimhaut, mit ihrer Oeffnung — der Geschmackpore (Fig. 94 *c*), welche auf einer halsähnlichen Verlängerung der Geschmackknospe aufsitzt, erreichen sie die Oberfläche des Epithels der Geschmackwarze. Von diesem Epithel sind die Geschmackknospen seitlich umgeben, so dass also nur der Grund derselben nach innen, die Oeffnung aber nach aussen vorragt. Die Geschmackknospe besteht äusserlich aus mehreren Lagen ovaler Epithelzellen, den Deckzellen, welche eine einfache zentrale Lage von verlängerten Epithelzellen wie die Blätter einer Knospe umhüllen. Diese zentralen Geschmackzellen stehen wahrscheinlich mit den Enden des Geschmacknerven in Verbindung, doch kennt man die Art der Verbindung nicht.

Da die kegelförmigen Geschmackwarzen keine Geschmackknospen enthalten, so dürften sie für die Geschmackempfindung wohl nicht in Betracht kommen, zumal sie auf dem vorwiegend den Geschmack vermittelnden Stellen der Zunge sich nicht finden und die Hauptstelle für das Vorkommen der kegelförmigen Papillen — die Zungenspitze — die Geschmackempfindung nicht vermittelt.

Die vier Formen des Geschmackes: süss, sauer, salzig, bitter, werden wahrscheinlich durch Reizung besonderer Nervenfasern vermittelt, wobei der gelöste Stoff, welcher die besondere Geschmackempfindung erregt, durch die Pore in die Geschmackknospe eindringt und hier mit den Geschmackzellen in Verbindung kommt; die den Geschmack erregende Flüssigkeit wird in der Vertiefung der umwallten Geschmackwarzen zurückgehalten.

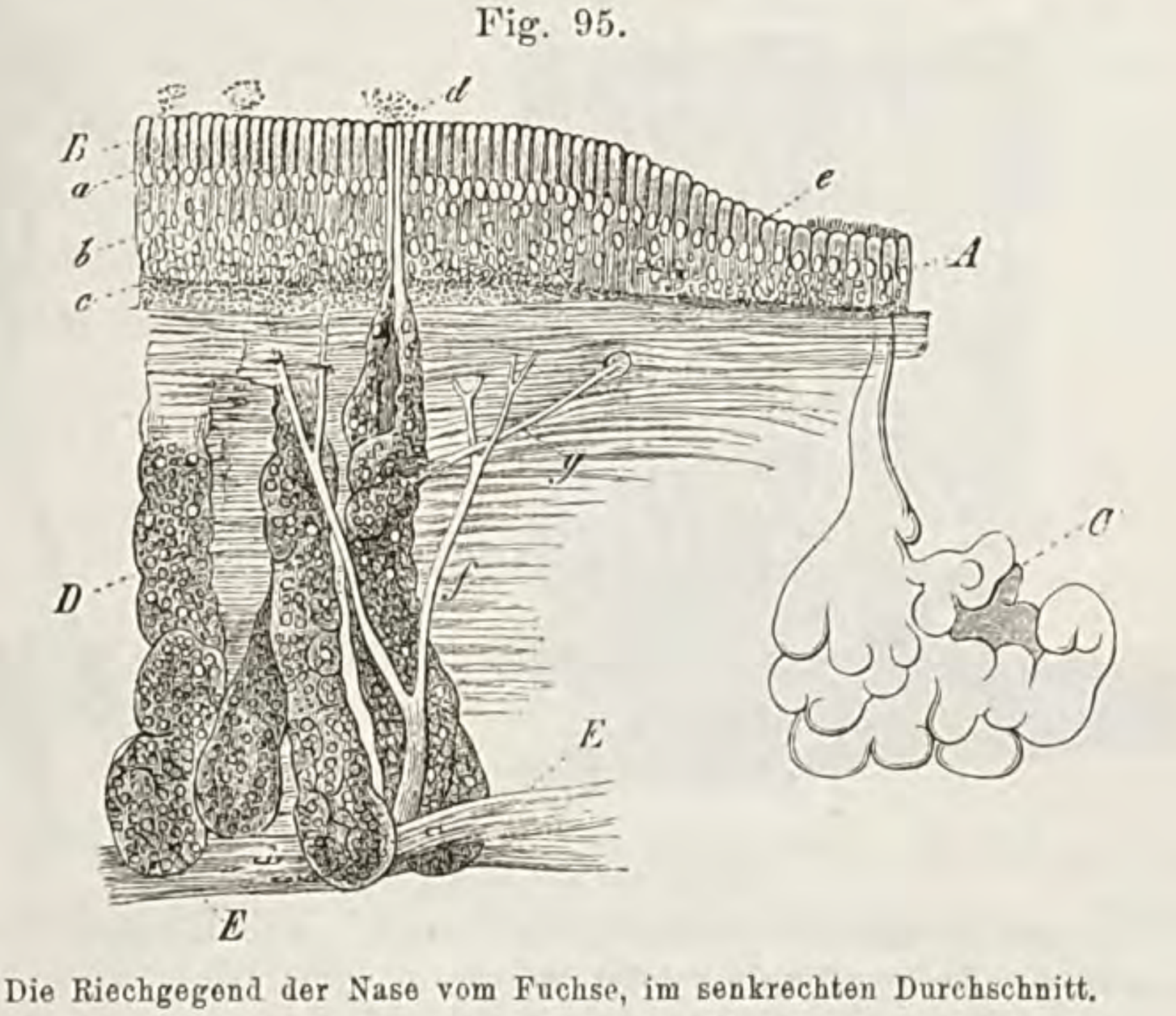
Das Geschmackorgan der Hausthiere ist das am wenigsten ausgebildete Sinnesorgan. Die Geschmackempfindung des Süssen und des Salzigen ist allen Hausthieren sehr angenehm, während die Empfindung des Sauren und des Bittern ihnen Unlust erregt.

e) Das Geruchorgan.

§. 174. Die Riechgegend der Nase (regio olfactoria).

Als Geruchorgan dient die Schleimhaut der Nase im oberen und zum Theil im mittleren Nasengange, hauptsächlich da, wo sie die Nasenscheidewand und das Siebbein-Labyrinth, sowie einen Theil der oberen Muschel überzieht. Während die Schleimhaut an den übrigen Stellen der Nase ein Flimmerepithel trägt und rosig gefärbt ist, enthält jene als Riechgegend bezeichnete Stelle ein zylinderförmiges, von Flimmern freies, aber mit

Fig. 95.



Die Riechgegend der Nase vom Fuchse, im senkrechten Durchschnitt.

B Die zylindrischen Epithelien derselben,
a Lage der Kerne,
b Lage der Epithelplatten,
c Lage des Pigmentes,
A das benachbarte gewöhnliche Flimmerepithel,
e die Grenze zwischen beiden,
C gewöhnliche traubige Schleimdrüsen,
D Bowman'sche Drüsen mit dem Gange *d*,
E Ast des Riechnerven,
f aufsteigende Zweige mit weiterer Theilung *g*.

feinen Härchen besetztes Epithel und eine von Pigmentablagerung unterhalb der Epithelschicht herrührende, dunklere (gelbbraune) Färbung.

In der Schleimhaut der Riechgegend befinden sich eigenthümliche schlauchförmige Drüsen, die nach ihrem Entdecker Bowman benannt werden. Dieselben enthalten rundliche Drüsenzellen, sowie gelbbräunliche Körnchen (durch welche die eigen-

thümliche Färbung der Riechgegend wohl zum Theil bedingt ist) und münden mit einem sehr engen Ausführungsgange zwischen den Zylinderepithelzellen. Der Inhalt und die physiologische Bedeutung dieser Bowman'schen Drüsen sind noch unbekannt.

Das Epithel zeigt zweierlei Formen: eine breitere, welche nach abwärts in plattenförmige Endstücke übergeht (Fig. 97 *b d*), und eine schmälere, welche in einen fadenförmigen Ausläufer (Fig. 96 *a* und 97 *a*) endet, der sich mit jenen Epithelplatten verbindet.

Diese Epithelplatten bilden ein maschenförmiges Gewebe, in dessen Lücken Zellen und Zellenkerne eingelagert sind (Fig. 96 *c*),

Fig. 96.

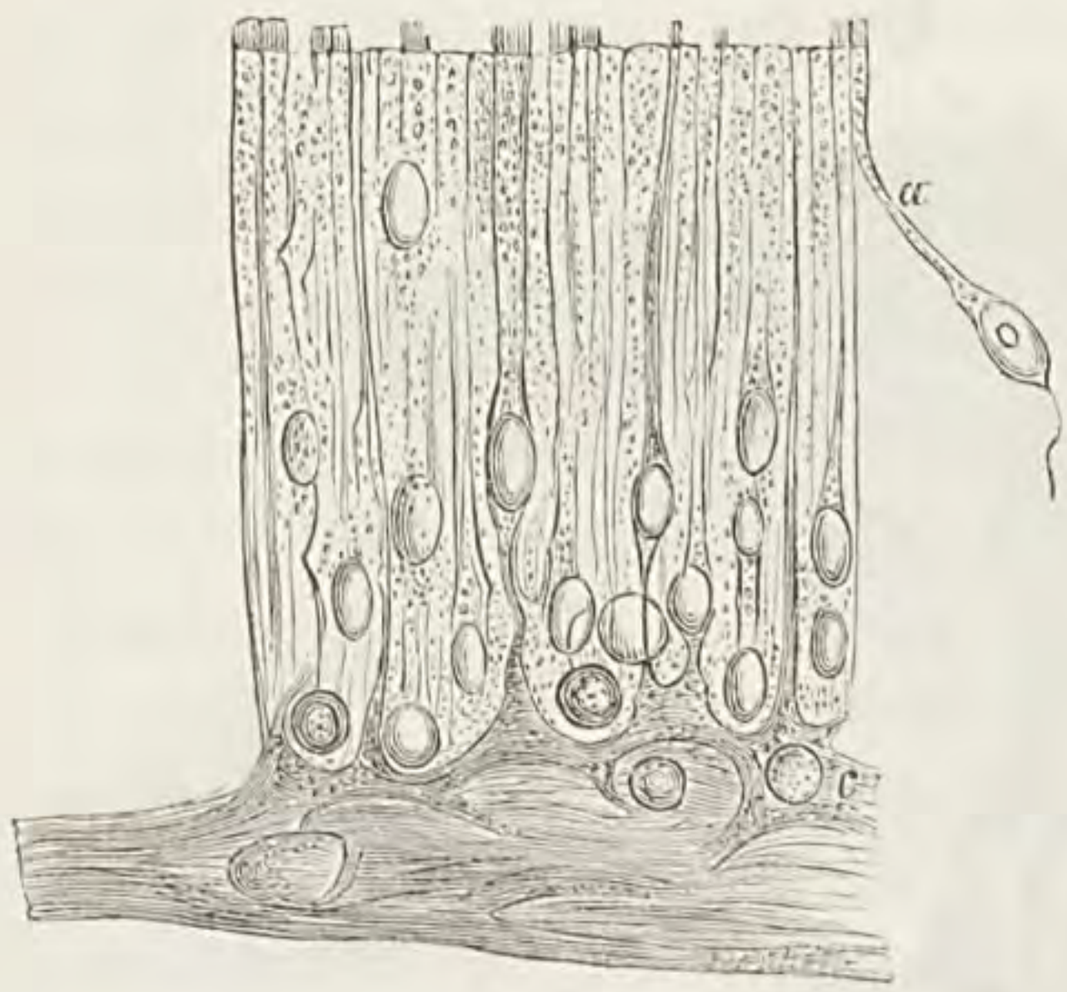


Fig. 97.

Schleimhaut der Riechgegend.

a schmale Epithelzellen (sogenannte Riechzellen), *b* breite Epithelzellen,
c maschenförmiges Gewebe des Riechnerven,
d plattenförmiges Endstück der Zylinderepithelzellen.

und in welches nach S. Exner die feinsten Zweige des Riechnerven endigen.

Die Geruchempfindung wird also durch jene Epithelplatten vermittelt, d. h. die luftförmigen Stoffe, welche die Geruchempfindung erregen, müssen an der bezeichneten Stelle auf die feinen Enden des Riechnerven einen Reiz ausüben, der wahrscheinlich nur im ersten Augenblicke der Berührung stattfindet.

Zur Wahrnehmung von Gerüchen, muss ein mit den riechenden Stoffen geschwängerter Luftstrom den mittleren und den oberen Nasengang, beziehungsweise die Riechgegend durchstreichen. Die riechenden Stoffe bleiben an der Nasenschleimhaut haften und

werden wahrscheinlich von dem Nasenschleim gelöst und in das Innere der Epithelzellen aufgenommen. Sobald der Luftstrom jene Riechgegend nicht erreichen kann (z. B. bei starker Anschwellung der Nasenschleimhaut in Folge von Katarrhen), hört die Geruchempfindung auf.

Durch Zurückhalten des Athems, sowie während des Ausathmens, wird die Geruchwahrnehmung verhindert; umgekehrt kann durch rasches kurzes Einathmen (Schnüffeln) die Geruchwahrnehmung verstärkt werden, weil dadurch stets neue Luftschichten mit dem Geruchorgane in Berührung gebracht werden, beziehungsweise die reizende Berührung des Geruchnerven häufig wiederholt wird.

In Bezug auf die geringe Grösse der durch den Geruch wahrgenommenen Stoffe, ist das Geruchorgan das feinste aller Sinnesorgane. Unsere landwirthschaftlichen Haussäugethiere besitzen einen sehr scharfen Geruchsinn, der ihnen wesentlich zur Prüfung des Futters und der einzuathmenden Luft dient. Nach dem Hunde ist das Schwein ausgezeichnet durch seine Geruchschärfe.

Zweiundzwanzigstes Kapitel.

Die Mechanik des Empfindungsapparates.

§. 175. *Nervenreize und Nervenleitung.*

Alle Ursachen oder Kräfte, welche den ruhenden Zustand eines Nerven verändern, beziehungsweise dessen Thätigkeit erregen, nennen wir Reize. Zu den Nervenreizen gehören die verschiedenartigen mechanischen und chemischen Bewegungsformen, sowie Licht, Schall, Wärme und Elektrizität. Von diesen Nervenreizen besitzt nur die Elektrizität eine allgemeine Wirkung, insofern sie alle Nerven zu erregen vermag. Die übrigen Reize äussern ihre Wirkung nur auf einzelne Nerven oder Nervenbezirke; so erregt das Licht nur den Sehnerven, der Schall nur den Hörnerven, Druck und Wärme nur die Tastnerven der äusseren Haut u. s. w.

Nach den Orten ihres Auftretens unterscheiden wir folgende Arten von Reizen:

1. Die Sinnesreize erregen die Nerven des Sinnesapparates, die in demselben in unmittelbarer Beziehung stehen

zu den Kräften der Aussenwelt. Die Sinnesreize erzeugen durch die Nervenleitung der äusseren Haut das Tastgefühl und das Druckgefühl, durch die Nervenleitung des Sehorganes die Lichtempfindung, durch die Nervenleitung des Gehörorganes die Schallempfindung, durch die Nervenleitung des Geschmackorganes die Geschmackempfindung, durch die Nervenleitung des Geruchorganes die Geruchempfindung. Unter den Sinnesreizen sind uns die Wirkungen des Lichtes und des Schalles am besten bekannt.

2. Die sympathischen Reize erregen die Nerven des sympathischen Geflechtes und sie erzeugen: *a)* unwillkürliche Muskelbewegung; *b)* Drüsenabsonderung (Sekretion); *c)* Empfindung.

a) Die unwillkürliche Muskelbewegung im Bereiche des sympathischen Nerven ist entweder unregelmässig, wie z. B. die Darmbewegung, oder sie ist regelmässig (automatisch); die automatische Bewegung ist entweder rhythmisch, wie die Bewegung des Athmungsapparates und des Herzens, oder sie ist tonisch, wie die Bewegung der Blut- und Saftgefässe, der Regenbogenhaut des Auges u. s. w. Die Natur der Reize, welche die unwillkürliche Muskelbewegung erregen, ist uns wenig bekannt. Die Bewegung der Darmmuskeln und der Gefässmuskeln kommt wohl meistentheils durch mechanische Reize zu Stande, die Bewegung der Regenbogenhaut wird durch den Lichtreiz erregt; dagegen ist uns die Natur der Reize, welche die rhythmische Muskelbewegung erzeugen, gänzlich unbekannt.

Man nimmt an, dass die rhythmische Bewegung durch die Erregung vom Hemmungsnerven zu Stande kommt, welche in diejenigen Nervenzellen eintreten, durch deren Erregung die automatische Bewegung erfolgt. Man stellt sich vor, dass durch Reizung jener Hemmungsnerven (die hauptsächlich dem Stamme des Lungen-Magennerven angehören), die Uebertragung des Reizes von der erregten Nervenzelle auf die motorische Nervenfaser gehemmt wird, beziehungsweise die angenommenen Widerstände vermehrt werden, welche jener Uebertragung im Wege stehen.

b) Die Absonderung der Drüsen wird erregt durch mechanisch-chemische Reize; so geschieht z. B. die Absonderung der Drüsen des Verdauungsapparates hauptsächlich durch die Einwirkung der in den Verdauungskanal aufgenommenen Futtermittel, die Absonderung der Drüsen des Kreislaufapparates und des Absonderungsapparates durch den Reiz des in vermehrter

Menge zufliessenden Blutes (was wiederum eine Folge ist von Erregung der sogenannten vasomotorischen Nerven), die Absonderung der Drüsen des Zeugungsapparates auf dem Wege des Reizreflexes, von den Sinnesnerven aus.

c) Die Natur der Empfindungsreize im Bereiche des sympathischen Nerven ist uns gänzlich unbekannt; sie kennzeichnen sich hauptsächlich als Schmerzempfindung bei Störungen in der Funktion der vegetativen Apparate und sie kommen dem Thiere zum Bewusstsein durch Reflex auf die Empfindungsnerven des Rückenmarkes.

3. Die Gemeingefühlsreize erregen die Empfindungsnerven des Gehirnes und des Rückenmarkes und sie erzeugen im Organismus das Gefühl von Lust und Unlust, beziehungsweise von Wollust und Schmerz. Da diese Nerven in Verbindung stehen mit dem sympathischen Nervengeflechte, so empfangen sie einen Theil ihrer Reize von diesem, unter Anderen die vorerwähnten Schmerzreize, ferner die Reize, welche das Träumen erregen. Die Reize, welche die Empfindungsnerven des Gehirnes und des Rückenmarkes unmittelbar treffen, sind mechanisch-chemischer Art; sie erzeugen gewöhnlich bei geringem Grade der Erregung das Gefühl von Lust und Wohlbehagen, wie z. B. beim Reiben, Bürsten und Striegeln der Haut, sowie bei mässiger Muskelbewegung; bei höheren Graden der Erregung, wie z. B. beim Kratzen, Peitschen und bei Verletzungen der Haut, sowie bei übermässiger Muskelbewegung erzeugen sie Schmerz und Unbehagen. Wir können demnach drei Gruppen von Empfindungsnerven unterscheiden, durch deren Reizung das Gemeingefühl erregt wird: 1. Die Verbindungsfasern zwischen den empfindungsleitenden Nerven des sympathischen Geflechtes und dem Gehirn und Rückenmarke; 2. die Empfindungsnerven der äusseren Haut; 3. die Empfindungsnerven der willkürlichen Muskeln. Die Reizung der ersten Gruppe erzeugt Schmerz, der durch die Störung innerer Organe verursacht wird; die Reizung der zweiten Gruppe erzeugt im geringen Grade Lust und Wohlbehagen, sowie das Gefühl der Wärme, im höheren Grade Unlust oder Schmerz, sowie das Gefühl von Hitze oder Kälte;*) die Reizung der dritten

*) Das Gemeingefühl von Hitze und Kälte, das erregt wird durch den gesteigerten Zufluss und Abfluss des Blutes der äusseren Haut, ist meines Erachtens keine Sinnesempfindung; letztere entsteht nur durch Reizung der in die Gefühlswarzen eintretenden Nerven.

Gruppe erzeugt, in Folge der Verkürzung ihrer Fasern, das Muskelgefühl, das im geringen Grade der Reizung als Wohlbehagen, im höheren Grade als Ermüdung sich kundgibt. Als besondere Formen des Gemeingefühles erscheinen die Gefühle von Hunger und Durst, sowie das Gefühl der Sättigung; jene erregen Unbehagen, dieses Wohlbehagen. Diese Gefühle kommen durch verschiedenartige Reize zu Stande, die zum Theil durch den sympathischen Nerv, zum Theil durch die Muskelgefühlsnerven vermittelt werden.

4. Die Willensreize kommen in einer uns gänzlich unbekannten Weise in den Nervenzellen des Grosshirnes zu Stande, von wo aus die motorischen Nerven ihre Erregung den nervösen Endplatten der willkürlichen Muskeln zuleiten. Ausserdem aber sind die Nervenzellen des Grosshirnes mit Hemmungsnerven verbunden, welche eine jenen zugeleitete Empfindungserregung, beziehungsweise eine Reflexerregung hemmen können.

Die Reize, welche die Nerven entweder in ihren Reizaufnahmeapparaten, oder in ihrem Verlaufe treffen, werden von denselben fortgeleitet, und zwar nach beiden Längsrichtungen: wenn der Reiz den Nerven in seinem Verlaufe getroffen hat. Die ältere Meinung, dass die Nervenleitung nur in einer Richtung geschieht, und zwar die der Empfindungsnerven von der Peripherie zum Zentrum, die der Bewegungsnerven vom Zentrum zur Peripherie, ist durch neuere Erfahrungen berichtigt worden. Die frühere Annahme von zentripetalleitenden und zentrifugalleitenden Nerven hat nur insoferne noch Berechtigung, als sie hinweist auf den Endapparat der Nervenleitung. Der Endapparat der Empfindungsnerven, d. h. der Apparat, welcher durch den Reiz der Empfindungsnerven erregt wird, liegt im Zentrum des Nervensystemes; die Empfindungsnerven sind also insofern zentripetalleitend, als sie den an der Peripherie des Nervensystemes auftretenden Reiz dem Zentrum desselben zum Bewusstsein bringen. Der Endapparat der Bewegungsnerven liegt an der Peripherie des Nervensystemes und die Bewegungsnerven leiten den Willensreiz aus dem Zentrum des Nervensystemes an die Peripherie desselben; insofern sind sie zentrifugalleitende Nerven. Von den Reizaufnahmeapparaten kann die Nervenleitung selbstverständlich nur zu den Endapparaten, also nur nach einer Richtung führen. Aber die Reize, welche den Nerven in seinem Verlaufe treffen, werden nach beiden Richtungen, d. h. zentripetal und zentrifugal

geleitet; doch kommen sie nur an ihren Endapparaten zur Wirkung, beziehungsweise zum Bewusstsein des Thieres.

Die leitenden Organe des Nervensystemes, d. h. die Nervenfasern, verhalten sich durchaus passiv zu den sie treffenden Reizen. Wir haben in §. 49 bereits drei Arten von Nervenfasern kennen gelernt: Empfindungsnerven*) (sensibele), Bewegungsnerven (motorische) und Drüsennerven (sekretorische); auf Grund neuerer Forschungen dürfen wir diesen als vierte Art anreihen: die Hemmungsnerven. Die Unterscheidung dieser vier Arten von Nerven stützt sich nicht auf ihre Form, sondern nur auf ihre Funktion, d. h. auf ihre Arbeit in den Endapparaten. Der Sehnerv erzeugt Lichtempfindung, aber nicht weil er im Sehorgane durch Licht gereizt wird, sondern weil der in ihm fortgeleitete Reiz, gleichviel welche Ursache er hatte, in seinem zentralen Endapparate die Lichtempfindung erregt. Wird der Sehnerv in seinem Verlaufe durch andere Ursachen als durch Licht gereizt, also z. B. durch mechanischen Druck oder durch Elektrizität, so bewirkt dieser Reiz an seinem Endapparate auch nur Lichtempfindung. Es erzeugt ferner die Reizung des Hörnerven stets nur Schallempfindung, niemals etwa Lichtempfindung oder Schmerz, weil die zentralen Endapparate dieses Nerven, auf den ihnen zugeleiteten Reiz, gleichviel aus welcher Ursache dieser entsteht, nur durch Schallempfindung reagiren können. Ein gereizter Muskelnerv kann nur durch Bewegung reagiren, weil sein peripherisches Ende mit einer Muskelfaser verbunden ist, während die Fortleitung nach seinem zentralen Ende, d. h. zur Nervenzelle des Gehirnes, dort keine Wirkung erzeugt. Ein gereizter Drüsennerv äussert seine Erregung nur durch Sekretion weil sein peripherischer Endapparat — die Drüse — allein erregbar ist, während sein zentrales Ende auf den empfangenen Reiz nicht reagirt. Ein gereizter Hemmungsnerv erzeugt nur Hemmung einer rhythmischen oder einer Reflexbewegung.

---

*) Gewöhnlich werden die Empfindungsnerven unterschieden in sensibele, welche das Gemeingefühl erregen, und in sensuelle (Sinnesnerven), welche eine Sinnesempfindung erregen. Diese Unterscheidung ist meines Erachtens unwesentlich und bezüglich der Haut und Zungennerven kaum durchführbar, da diese sowohl sensibele wie sensuelle Erregungen vermitteln; ob diesen beiden Arten von Erregungen in Haut und Zunge besondere Nervenfasern dienen, ist keinesweges ausgemacht.

Unter allen Umständen entscheidet also nur die Funktion des zentralen oder peripherischen Endapparates, mit welchen ein Nerv verbunden ist, über dessen Funktion; oder richtiger: die Funktion des gereizten Nerven ist abhängig von seinem erregbaren Endapparate, dessen Arbeit im Zentrum des Nervensystemes die Empfindung, an der Peripherie die Muskelbewegung und die Drüsensekretion erzeugt; Hemmung einer Bewegung geschieht sowohl in zentralen, wie in peripherischen Endapparaten.

Aus diesen Thatsachen ergibt sich das Gesetz der isolirten Leitung, wonach eine gereizte Nervenfaser ihren Erregungszustand nur in der Längsrichtung fortleitet, d. h. zu ihrem zentralen oder peripherischen Endapparate, niemals aber in der Querrichtung; eine gereizte Nervenfaser überträgt ihren Erregungszustand also niemals auf eine benachbarte Nervenfaser. Es ist demnach leicht verständlich, dass in einem peripherischen Rückenmarknerven, von dem wir wissen, dass er sensibele und motorische Nervenfasern enthält, eine einzelne sensibele Nervenfaser gereizt werden kann, ohne ihren Erregungszustand auf die benachbarte sensibele und motorische Faser zu übertragen, die mit jener in demselben Nervenstrange vereinigt ist.

Die Uebertragung des Erregungszustandes von einer Nervenfaser auf die andere ist nur möglich durch Vermittelung einer oder mehrerer Nervenzellen. Die Uebertragung geschieht entweder willkürlich (absichtlich) oder unwillkürlich (unabsichtlich). Die Uebertragung mit Willen ist der gewöhnliche Fall: wenn in Folge einer Empfindungserregung ein willkürlicher Muskel absichtlich bewegt wird. Die unwillkürliche Uebertragung des Erregungszustandes einer gereizten Nervenfaser auf die andere, nennt man Reflexerregung und man unterscheidet folgende Fälle von Reflexerregung:

1. Uebertragung des Erregungszustandes von einer sensibelen Nervenfaser auf eine andere sensibele Nervenfaser: Fall der Reflexempfindung (Mitempfindung); z. B. Schmerzempfindung bei Verletzung benachbarter sensibeler Nervenfasern.

2. Uebertragung des Erregungszustandes von einer sensibelen Nervenfaser auf eine motorische Nervenfaser: Fall der Reflexbewegung; z. B. Niesen bei Reizung der Nasenschleimhaut, Husten bei Reizung der Kehlkopfschleimhaut.

3. Uebertragung des Erregungszustandes von einer sensibelen Nervenfaser auf eine sekretorische Nervenfaser: Fall der Reflexsekretion; z. B. Speichelsekretion im Hungerzustande beim Anblicke von Futter, Samensekretion beim Geruche brünstiger Thiere.

4. Uebertragung des Erregungszustandes von einer sensibelen Nervenfaser auf eine hemmende Nervenfaser: Fall der Reflexhemmung; z. B. Verlangsamung des Herzschlages in Folge von Reizung des Lungen-Magennerven.

Der häufigste Fall der Reflexerregung ist die Reflexbewegung. Man kann sich diesen Fall so vorstellen, dass die Erregung in dem gereizten sensibelen Nerven so stürmisch ist und durch die zentrale Nervenzelle so rasch auf den benachbarten motorischen Nerven übertragen wird, dass der Wille nicht Zeit hat seinen Einfluss geltend zu machen. Wenn die Erregung in der Bahn eines sensibelen Nerven aber regelmässig abläuft, dann kann der Wille eine darauf folgende willkürliche Muskelbewegung zulassen oder sie hemmen. Im letzteren Falle kann die in den Nervenzellen des Grosshirnes gehemmte Empfindungserregung in demselben einen Eindruck hinterlassen, der eine gewisse Dauer hat und den wir als Gedächtniss bezeichnen; oder die gehemmte Empfindung wird in Wärme umgewandelt und als solche empfunden, wenigstens ist das beim Menschen der Fall.

§. 176. *Die Mechanik der peripherischen Endapparate des Nervensystemes.*

Das Nervensystem der landwirthschaftlichen Haussäugethiere besitzt drei Gruppen von peripherischen Endapparaten: 1. den Sinnesapparat, 2. den Muskelapparat, 3. den Drüsenapparat.

1. Der Sinnesapparat enthält die peripherischen Enden der die Sinnesempfindungen erregenden Nerven.

Der Sehnerv, der Hörnerv, der Geschmacknerv und der Geruchnerv besitzen eigene Endapparate, welche den peripherischen Enden des Tastnerven bei den landwirthschaftlichen Haussäugethieren fehlen.*)

*) Ob die bei den landwirthschaftlichen Haussäugethieren vorkommenden Pacini'schen und Krause'schen Körperchen der Tastempfindung dienen, dürfte wohl zweifelhaft sein, da sie der äusseren Haut nicht allein eigenthümlich sind, sondern auch in Organen vorkommen, welche keine Beziehung zur Tastempfindung haben.

Im Sehorgane bilden die Stäbchen und Zapfen der äusseren Schicht der Nervenhaut die den Lichtreiz aufnehmenden Theile. Die Physiologen schreiben den Stäbchen die Wahrnehmung der quantitativen Lichtdifferenzen und der Raumverhältnisse zu, den Zapfen aber ausserdem die Wahrnehmung der qualitativen Lichtdifferenzen (der Farben). Der gelbe Fleck, die in der Sehaxe gelegene Stelle des deutlichsten Sehens, enthält vorwiegend Zapfen. Die Stäbchen und Zapfen stehen mit sehr feinen Fasern des Sehnerven in Verbindung, welche, von der inneren Nervenfaserschicht ausgehend, die ganze Nervenhaut durchsetzen. Die Lichtwellen übertragen ihre Bewegung den in den Stäbchen und Zapfen enthaltenen Molekülen, und diese wiederum den feinsten Enden des Sehnerven, der diese Bewegung bis zu dem Zentralorgane (dem Sehhügel des Grosshirnes) fortpflanzt und hier die Lichtempfindung, beziehungsweise die Farbenempfindung erzeugt. Wie die Bewegung der Lichtwellen übertragen wird und in welcher Weise die Molekularbewegung innerhalb der Stäbchen und Zapfen vor sich geht, ist uns unbekannt.

Aus den Untersuchungen von Boll und von W. Kühne ergibt sich: dass durch die Einwirkung sichtbarer Lichtstrahlen der den Stäbchen eigenthümliche Sehpurpur zersetzt, beziehungsweise gebleicht, d. h. in Sehgelb und Sehweiss umgewandelt wird. Im Dunkeln wird der Sehpurpur wieder erzeugt, wahrscheinlich durch Einwirkung Seitens der Pigmentschicht der Aderhaut.

Welche Bedeutung die Zersetzung und Wiedererzeugung des Sehpurpurs für das Sehen hat, ist bisher noch nicht festgestellt worden. Der Sehpurpur des lebenden Auges wirkt wie eine zur photographischen Aufnahme hergerichtete Platte; er vermag wie diese: beleuchtete Gegenstände festzuhalten. Gleichwohl erscheint das deutliche Sehen vom Dasein des Sehpurpurs nicht abhängig zu sein, da der purpurfreie gelbe Fleck (die Stelle des deutlichsten Sehens) vorwiegend Zapfen enthält, die niemals Sehpurpur besitzen; ferner sind auch die Stäbchen im Auge vieler scharfsehenden Vögel und Reptilien, ohne Sehpurpur. Die überraschende photochemische Wirkung des Sehpurpurs bedarf also noch weiterer Aufklärung hinsichtlich ihrer physiologischen Bedeutung.

Im Gehörorgane werden die Fasern (Stäbchen) und Haarzellen des Corti'schen Organes der Schnecke durch die vom ovalen Fenster aus bewegte Endolymphe des häutigen Labyrinthes in Schwingungen versetzt. Diese Bewegung wird den feinen Aesten des im knöchernen Spiralblatte verlaufenden Schneckennerven mitgetheilt, dessen Erregung an dem zentralen Ende des Hörnerven die Schallempfindung erzeugt. Man vermuthet, dass die feinsten Nervenenden des Schneckennerven mit den Haarzellen des Corti'schen Organes in Verbindung stehen. Aehnliche Haar-

zellen finden sich auch auf der sogenannten Hörleiste im häutigen Labyrinthe des Vorhofes, und stehen diese mit den Enden des Vorhofnerven in Verbindung. Diese Nervenfasern sollen, wie schon erwähnt, die Empfindung von Geräuschen erregen, während dem Schneckennerven die Erregung von Tonempfindungen zugeschrieben wird.

Unsere Kenntniss von den Bewegungserscheinungen im Geschmackorgane und Geruchorgane sind noch unvollständiger als die vom Sehorgane und Gehörorgane. Man nimmt an, dass die verschiedenen Arten des Geschmackes von besonderen Nerven fortgeleitet werden, deren Erregung in den Geschmackknospen geschieht. Für die Geruchempfindung kommen wahrscheinlich chemische Umwandlungen in Frage, welche den Inhalt der epithelialen Endplatten der Riechgegend betreffen, wodurch die dort endenden feinsten Zweige des Geruchnerven erregt werden. In welcher Weise diese Erregung, beziehungsweise die Uebertragung der als Sinnesreiz bezeichneten Molekularbewegung stattfindet, ist beim Geruchorgan so wenig bekannt, wie bei den übrigen Sinnesorganen.

2. Der Muskelapparat, d. h. jede einzelne Muskelfaser empfängt eine Nervenfaser, deren feinste, nur aus dem Axenzylinder bestehenden Zweige in die Substanz der Muskelfaser übergehen. Die vielfach verbreitete Annahme, dass die Muskelnerven in Endplatten endigen (siehe Fig. 39 *A*, Seite 38), ist für das Verständniss der Erregungserscheinungen im Muskel schwieriger, als jene hauptsächlich von Gerlach gestützte Ansicht, wonach überall im Muskel eine innige Vermengung von Nerven und Muskelsubstanz stattfindet. Man nimmt an, dass der durch den Willensreiz oder den Empfindungsreiz (im reflektorischen Wege) erregte motorische Nerv seinerseits zu einem Reiz wird für den Muskel und in demselben chemische Umsetzungen bewirkt, in deren Folge mechanische Arbeit und Wärme entstehen. Der Nerv wirkt also im Muskel als auslösende Kraft, gleichsam als der Funke, der die chemischen Kräfte im Muskel in Bewegung setzt. Nach der Entladungshypothese von E. du Bois-Reymond entsteht in dem Ende (oder dem Endapparate) der gereizten motorischen Nervenfaser eine plötzliche elektrische Schwankung, die auf die Muskelsubstanz in gleicher Weise erregend wirkt, wie ein unmittelbar den Muskel von aussen treffender elektrischer Schlag.

3. Der Drüsenapparat enthält wahrscheinlich verschiedenartige Nervenendigungen. Nach Pflüger endigen die Nerven der Unterkieferdrüse und der Bauchspeicheldrüse in dem Kerne der Drüsenzelle; nach Krause kommen besondere Endkapseln der Drüsennerven vor. Die Mechanik der Drüsenapparate ist noch wenig bekannt.

Ob auch die übrigen, dem Sinnesapparate nicht angehörenden Empfindungsnerven mit besonderen peripherischen Endapparaten in Verbindung stehen, ist ebenfalls zweifelhaft. Als solche dürften in Betracht kommen: die schon erwähnten Pacini'schen und Krause'schen Körperchen in verschiedenen Schleimhäuten, ferner die von Krause entdeckten Genitalnervenkörperchen, die Finger für die Vermittler der Wollustempfindung hält.

§. 177. *Die Mechanik des Gehirnes.*

Das Gehirn empfängt die Empfindungsbewegung und erregt die Muskelbewegung; es ist das Organ des Vorstellens und des Willens. Diese beiden Funktionen der Seele sind verbunden mit den Nervenzellen, in welchen die Bewegung der sensibelen Nervenfasern aufgenommen und entweder gehemmt, oder mittelst der motorischen Nervenfasern auf den Bewegungsapparat übertragen wird. Die Hemmung der Empfindungsbewegung hat zur Folge: entweder eine Umwandlung der Empfindungen in Vorstellungen, oder in eine der Wärmebewegung ähnliche, schwingende Molekularbewegung des protoplasmatischen Inhaltes der Nervenzellen. So lange diese schwingende Molekularbewegung dauert, kann die Empfindung, welche sie verursacht hat, wieder hergestellt werden in Form von Vorstellungen, oder sie kann in Muskelbewegungen umgesetzt werden.

Dass bei den höher organisirten Thieren nicht alle Empfindungsbewegung in Muskelbewegung umgesetzt wird, ist unzweifelhaft. Es muss also Empfindungsbewegung im Gehirne gleichsam gestaut werden; daraus ist die Thatsache des Gedächtnisses zu erklären. Ob aber das, was im Gedächtnisse aufbewahrt wird, Empfindungen oder Vorstellungen (die Verbindung verschiedenartiger Empfindungen) sind — dürfte bei Thieren fraglich erscheinen. Die Art der thierischen Vorstellungen ist uns gänzlich unbekannt.

Jede Erregung, beziehungsweise Bewegung, welche auf der Bahn der sensibelen Nerven in die Nervenzellen des Gehirnes

gelangt, wird also entweder sofort in Muskelbewegung umgesetzt, oder zu Vorstellungen verarbeitet, oder im Gedächtnisse aufbewahrt. Aus letzterem können die ursprünglichen Empfindungen gleichsam als Nachempfindungen (Vorstellungen) wieder wachgerufen und in Bewegungen umgesetzt werden, die, ohne erkennbaren Zusammenhang mit den früheren Empfindungen, als rein willkürliche erscheinen. In der That aber gibt es keine rein willkürlichen Bewegungen, d. h. solche, die nicht auf vorausgegangene Empfindungen zurückgeführt werden könnten; denn andernfalls müsste Bewegung, entgegen dem Gesetze von der Erhaltung der Kraft, aus Nichts entstehen können.

Die Physiologen haben sich bemüht, durch Versuche an lebenden Thieren die Verrichtungen der einzelnen Theile des Gehirnes festzustellen. Die Ansichten darüber gehen aber weit auseinander und es gibt nur sehr wenige Anhaltspunkte für das Verständniss der Verrichtungen des Gehirnes.

Je höher die geistigen Fähigkeiten der Thiere stehen, desto grösser ist das Gewicht des Grosshirnes im Verhältniss zum Körpergewichte und im Verhältniss zum Gewichte der übrigen Hirntheile; desto zahlreicher sind auch die Hirnwindungen und desto grössere Ausdehnung gewinnt damit die graue Substanz, welche die Nervenzellen enthält.

Wenn an lebenden Thieren die beiden Halbkugeln des Grosshirnes abgetragen wurden, so zeigten die Thiere (bei der Verletzung des Grosshirnes) weder Schmerz, noch Bewegung, sondern sie verfielen in einen schlafähnlichen Zustand und verloren die Fähigkeit der willkürlichen Bewegung, während die unwillkürlichen Bewegungen fortdauerten.

Wenn die Sehhügel und die Vierhügel einer Seite verletzt wurden, so trat Erblindung auf dem Auge der anderen Seite ein. Reizung der Vierhügel hatte Bewegung der Regenbogenhaut (Iris) und des Augapfels zur Folge.

Die Grosshirnschenkel sind empfindlich und ihre Verletzung erregt konvulsivische Muskelbewegungen.

Das Kleinhirn regulirt die Muskelbewegungen. Nach Verletzung oder Zerstörung desselben, entsteht völlige Regellosigkeit der Bewegungen, Taumeln, Unsicherheit im Gange u. s. w. Zu den höheren geistigen Fähigkeiten sollen die Verrichtungen des Kleinhirnes nicht in Beziehung stehen. Es gilt als „Koordinations-

zentrum" der willkürlichen Bewegungen und es soll seine Aufgabe sein: die willkürlichen Bewegungen zu kombiniren und gewissen Zwecken anzupassen.

Das verlängerte Mark ist an seiner oberen Fläche sehr empfindlich. Es leitet die ihm durch das Rückenmark zukommenden Empfindungserregungen zum Gehirn und die Willenserregungen zum Rückenmark und zu den motorischen Nervenwurzeln. Als die Hauptverrichtung des verlängerten Markes gilt die Regulirung der Respirationsbewegung. Die Erregung der Athmungsnerven (des n. phrenicus für das Zwerchfell, der nn. intercostales für die Zwischenrippenmuskeln und für die Bauchmuskeln der Rippen) geht aus von der schon erwähnten, als Lebensknoten bezeichneten Stelle am Boden der Rautengrube. Die Verletzung oder Zerstörung dieses Athmungszentrums hebt sogleich die Athembewegungen auf und vernichtet das Leben.

Die Thätigkeit des Gehirnes ist eine verschiedene im Zustande des Wachens und des Schlafes. Im wachen Zustande werden die mehr oder minder lebhaften Erregungen der Empfindungsnerven fortwährend reflektorisch übertragen auf die Bewegungsnerven und erzeugen jene tonische Verkürzung der Muskeln, welche das Thier aufrecht erhält; dadurch wird das Stehen bewirkt, und, wenn einmal der Anstoss zur Bewegung gegeben ist, auch die stetige, fast automatische Vorwärtsbewegung. Sobald durch Entfernung des Tageslichtes und durch die äussere Ruhe in der Natur, die Erregung der Empfindungsnerven sich vermindert, so werden auch die reflektorischen tonischen Muskelverkürzungen schwächer; in Zusammenwirkung mit den sogenannten Ermüdungsstoffen, welche durch anhaltende Muskelthätigkeit erzeugt werden, sinkt das Thier in Schlaf. Der Schlaf ist um so tiefer und anhaltender, je stärker die vorausgegangene Muskelthätigkeit, beziehungsweise die Empfindungserregungen waren. Mit dem Schlafe hört das Bewusstsein auf und alle Nervenbewegungen sind alsdann nur reflektorischer Art. Die Empfindungen (Vorstellungen) und Bewegungen, welche im Traume vorkommen, werden vorwiegend durch den sympathischen Nerven erregt.

§. 178. *Die Mechanik des Rückenmarkes.*

Das Rückenmark ist das Sammelorgan für die Mehrzahl der peripherischen Nerven, die von demselben zu allen Theilen des Halses, des Rumpfes und der Glieder austreten. Man nimmt an: dass jede im oberen Rückenmarkstrange liegende Nervenfaser die Empfindungserregung einer ganz beschränkten Hautstelle zum Gehirne fortleitet, und dass jede im unteren Rückenmarkstrange verlaufende Nervenfaser die Willenserregung des Grosshirnes einer ganz bestimmten Muskelfaser mittheilt. Im

regelmässigen Verlaufe der Nervenleitung erscheint die Funktion des Rückenmarkes als eine fast passive. Es kann aber auch die graue Substanz des Rückenmarkes sowohl die Erregung der Empfindung, wie die der Muskelbewegung mit einem gewissen Widerstande fortleiten, der in der Bahn der Empfindung als Schmerz, in der Bahn der Muskelerregung als krampfhafte Bewegung sich kundgibt. Die graue Substanz des Rückenmarkes kann endlich mittelst der mit ihren Nervenzellen verbundenen sensibelen und motorischen Fasern, die direkte Uebertragung der Erregung von sensibelen Nerven auf motorische vermitteln. In diesem Falle entsteht die vom Willen unabhängige Reflexbewegung.

Die genannten Bahnen in der grauen Substanz des Rückenmarkes werden als Nervenleitungen benutzt im Falle gesteigerter Erregung sensibeler und motorischer Nerven, also wenn die gewöhnliche Bahn in der weissen Substanz der oberen und unteren Stränge des Rückenmarkes gleichsam zu eng wird für den vermehrten Andrang von Empfindungserregungen und Bewegungserregungen. Die gesteigerte Erregung sensibeler Nerven empfindet das Thier als Schmerz; die gesteigerte Erregung motorischer Nerven äussert sich als Muskelkrampf (Konvulsion). Auch die vom Willen unabhängige Reflexbewegung trägt häufig den Charakter krampfhafter Zuckung.

Die früher (§. 175) erwähnten Fälle der Reflexempfindung (Mitempfindung) und der Reflexsekretion beziehen sich vorzugsweise auf die Rückenmarknerven und auf ihre Verbindungen mit dem sympathischen Nerven.

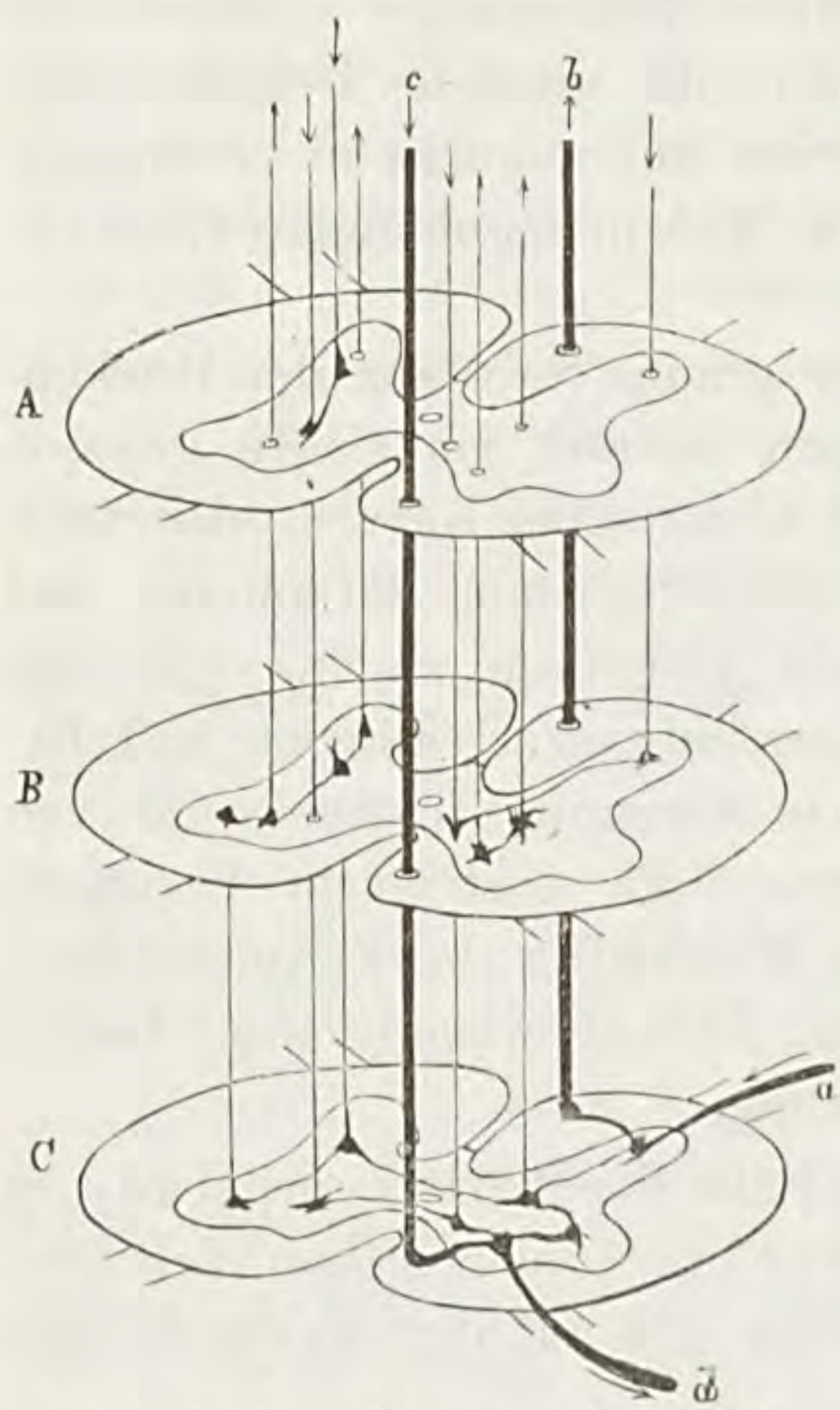
Das nach A. Fick*) in umstehender Fig. 98 dargestellte Schema gibt uns ein anschauliches Bild von der Nervenleitung im Rückenmark. *A B C* sind in perspektivischer Zeichnung drei (undurchsichtig gedachte) Querschichten des Rückenmarkes mit Nervenwurzeln. Die Grenze zwischen weisser und grauer Substanz ist angedeutet und in die letztere sind Nervenzellen als schwarze Sterne eingezeichnet. In die Querschicht *C* tritt eine sensibele Nervenfaser *a* durch die obere Wurzel ein. Sie hängt zunächst mit einer Zelle des oberen Hornes der grauen Substanz zusammen, und von dieser geht ein Ausläufer in eine Faser des weissen Oberstranges über, die ununterbrochen zum Hirne verläuft. Sie ist unter *b* als dicker schwarzer Strich mit aufwärts gerichtetem Pfeil gezeichnet. Dies ist der Weg, welchen die durch *a* zentripetal geleitete Erregung am leichtesten, mit dem geringsten Widerstande betreten kann. Dieser Weg wird betreten, wenn die Faser *a* an ihrem Ende durch sehr schwache Reize leicht erregt ist.

*) Compendium der Physiologie des Menschen. Wien 1874, S. 104.

Dies ist der Fall der nicht schmerzhaften genau lokalisirten Tastempfindung und Druckempfindung.

Von der mit *a* zunächst zusammenhängenden Nervenzelle stehen aber der Erregung noch andere Wege offen innerhalb der grauen Substanz, von einer Zelle zur anderen, die auch zum Hirne führen. Die feinen schwarzen Verbindungsstriche zwischen den Zellen zeigen solche Bahnen, die oberhalb *A* durch aufwärts gerichtete Pfeilspitzen bezeichnet sind. Alle diese Wege aber enthalten zahlreichere Nervenzellen, und sie sind deshalb widerstandsreicher, so dass sie nur von stärkeren Erregungen betreten werden. Dies ist der Fall der schmerzhaften, nicht streng lokalisirten Empfindung.

Fig. 98.



Schema der Nervenleitung im Rückenmarke.

Von den vielen Bahnen, die von der mit *a* verknüpften Nervenzelle ausgehen, können aber auch einzelne im Rückenmarke selbst zu Zellen führen, von welchen motorische Fasern in den unteren Wurzeln ausgehen; eine solche ist beispielsweise in der Schicht *C* gezeichnet, von der sensibelen Faser *a* zur motorischen Faser *d*. Wenn diese Bahn von der Erregung betreten wird, so haben wir den Fall des Reflexes.

Zu der Zelle, von welcher die motorische Faser *d* abgeht, führen nun aber auch Wege vom Hirne aus, und zwar erstens eine ganz bestimmte Faser im unteren Strange, die sich unmittelbar umbiegend, mit der erwähnten Zelle verbindet (der dicke Strich *c* mit der abwärts gerichteten Pfeilspitze). Wenn auf diesem Wege eine Erregung vom Hirne zu der motorischen Faser *d* gelangt, so haben wir den Fall einer genau beabsichtigten willkürlichen Bewegung.

Ausserdem führen aber noch zahlreiche Bahnen im Zellennetze der grauen Substanz, vom Hirne zu *d*; vier solche sind beispielsweise durch feine Verbindungsstriche angedeutet: sie beginnen bei den abwärtsgerichteten Pfeilspitzen oberhalb *A*. Diese Bahnen, die wegen ihren zahlreicheren Nervenzellen widerstandsreicher sind als *c d*, werden wahrscheinlich betreten im Falle stürmischer weitverbreiteter Erregung im Zentralorgane, z. B. bei Angst oder sonstigen leidenschaftlichen Zuständen, und es kommt alsdann zu ausgebreiteten nicht genau beabsichtigten Bewegungen mehr krampfhafter Art.

Man kann sich auch die vom Hirne ausgehenden Hemmungsfasern in das Schema hineindenken; sie verlaufen im unteren Strange des Rückenmarkes, von wo aus sie sich in die Nervenzellen einsenken, die zwischen den sensibelen und motorischen Fasern eingeschaltet sind.

§. 179. *Die Mechanik des sympathischen Nerven.*

Der sympathische Nerv versorgt die Eingeweide und die Blutgefässe mit sensibelen, motorischen und sekretorischen Fasern. Die sensibelen und wahrscheinlich auch die sekretorischen Fasern stehen mit Empfindungsnerven in Verbindung, die vom Zentralorgane ausgehen. Die Herkunft der motorischen Fasern des sympathischen Nerven ist unbekannt, jedenfalls aber sind letztere nicht vom Willen abhängig. Die motorischen Fasern des sympathischen Nerven versorgen ausser dem Herzmuskel bloss die glatten Muskelfasern.

Die Empfindungsfasern des sympathischen Nerven zeigen gewöhnlich nur wenig Erregbarkeit, können aber unter ungewöhnlichen (krankhaften) Verhältnissen sehr schmerzhafte Empfindungen zum Bewusstsein bringen. Die Empfindungsfasern des sympathischen Nerven sind es auch, welche durch Erregungen im Gefässsysteme und zum Theil im Darmkanale, Vorstellungen im Schlafe, d. h. Träume, und selbst Reflexbewegungen erzeugen.

Für die Leistungen der motorischen Nerven des sympathischen Geflechtes, insbesondere für die Nervenzellen und Fasern des Herzens, des Darmkanales und der Gebärmutter, hatte man eine gewisse Selbstständigkeit (Automatie) in Anspruch genommen. Da aber das sympathische Nervengeflecht mit den sensibelen Fasern der Zentralorgane des Nervensystems in Verbindung steht, so müssen wir annehmen, dass ein Theil der Erregungen dieser sensibelen Nerven auf die motorischen Nerven (durch Vermittlung der sympathischen Nervenzellen) übertragen wird. Es sind jene anscheinend automatischen Bewegungen also: durch sensibele Gehirn-Rückenmarknerven vermittelte Reflexbewegungen.

§. 180. *Das Seelenleben und das Temperament der landwirthschaftlichen Hausthiere.*

Auf Grund unserer Erkenntniss der Form und der Mechanik des Empfindungsapparates, dürfen wir annehmen, dass das Seelenleben der landwirthschaftlichen Hausthiere sich nur quantitativ unterscheidet von dem Seelenleben des Menschen, das wir aus eigener Erfahrung am besten zu beurtheilen vermögen. Wir

werden der Erkenntniss des Seelenlebens der landwirthschaftlichen Hausthiere daher näher kommen, wenn wir es vergleichen mit dem Seelenleben des Menschen.

Beginnen wir unsere Betrachtung des Seelenlebens der landwirthschaftlichen Hausthiere mit den Sinneseindrücken derselben, so dürfen wir diese im Ganzen, weder quantitativ noch qualitativ, den Sinneseindrücken des Menschen wohl kaum unterordnen. Der Gefühl- oder Tastsinn ist ohne Zweifel bei allen landwirthschaftlichen Hausthieren weniger ausgebildet als beim Menschen; jenen fehlen die Tastkörperchen, diese den Menschen und den Affen eigenthümlichen peripherischen Endapparate der Tastnerven. Auch ist in der von einer mächtigen Oberhautschicht bedeckten äusseren Haut jener Thiere keine so nahe Berührung der Tastnerven mit den reizenden Einflüssen der Aussenwelt möglich. Von unseren landwirthschaftlichen Hausthieren haben Pferd und Schaf ein feineres Tastgefühl als Ziege, Rind und Schwein. Die Körperhaut des letztgenannten Thieres ist sehr wenig empfindlich gegen Tasteindrücke, dagegen ist dessen Rüssel ein sehr feines Tastorgan. Eine ähnliche Bedeutung, wenn auch eine geringere Empfindlichkeit, haben das Flozmaul der Wiederkäuer und die Lippen des Pferdes. Zu den Organen, welche das feinste Tastgefühl vermitteln, gehört auch die Zunge. Das feine Tastgefühl der äusseren Haut, welche die Oeffnung des Maules, der Nase, der Augen und des Ohres umgibt, wird wesentlich unterstützt durch die an ihrer Wurzel von einem feinen Nervengeflechte umstrickten Tasthaare (die sogenannten Warnborsten), welche jene Eingänge in das Innere des Körpers schützen.

Endlich wirken auch die Hufe des Pferdes, sowie die Klauen der Wiederkäuer und des Schweines als Tastorgan, das zwar weniger fein ist als die Fingerspitzen und Fussspitzen des Menschen, doch aber, nächst den Lippen und der Zunge, den Thieren den wichtigsten Dienst leistet zur Wahrnehmung der Aussenwelt, insbesondere der Bodenbeschaffenheit, was man namentlich bei blinden Pferden erkennt.

Der Gesichtsinn ist in Bezug auf Lichtquantität viel empfindlicher als der des Menschen, in Bezug auf Lichtqualität, beziehungsweise auf Farbenunterscheidung, aber wohl weniger entwickelt. Die landwirthschaftlichen Hausthiere, insbesondere das Pferd und die Wiederkäuer, können mit ihrer weiten und quergestellten Pupille viel geringere Lichtmengen wahrnehmen als

der Mensch, und ihr Gesichtskreis ist um mindestens ein Sechstel weiter. Im Dunkeln sind diese Thiere in ihren Bewegungen viel sicherer als der Mensch und das Schwein; die Empfindlichkeit des letzteren in Bezug auf Lichtmenge ist geringer und steht dem Menschen näher.

Der Gehörsinn der landwirthschaftlichen Hausthiere ist ebenfalls empfindlicher für Schallstärke, aber minder empfindlich für Schallqualität, beziehungsweise für Töne. Unter allen Hausthieren hat das Pferd das empfindlichste Gehörorgan für Quantität und Qualität des Schalles. Das Pferd ist empfänglich für Musik und unter allen Zähmungsmitteln und Abrichtungsmitteln ist die Musik dasjenige, welches den nachhaltigsten Eindruck ausübt auf das Pferd. Die übrigen Hausthiere zeigen wenig Empfänglichkeit für Musik, am meisten noch das Rind, auf welches Glockengeläute und Schalmeitöne einen beruhigenden Einfluss ausüben.

Der Geschmacksinn ist bei den landwirthschaftlichen Hausthieren wohl kaum empfindlicher als der des Menschen; doch sind die Erscheinungen des Geschmackes bei Thieren am schwersten zu beurtheilen und dürfte die Feinheit des Geschmackes bei Thieren im Allgemeinen vielleicht zu wenig gewürdigt werden. Von allen Hausthieren scheint das Schaf das schärfste Geschmackorgan zu haben, wenigstens ist es am empfindlichsten bei der Auswahl des Futters. Am niedrigsten in dieser Beziehung steht das Schwein, das in der That fast alles frisst, doch aber für gewisse Futtermittel Vorliebe zeigt und mehr davon fasst als von anderen; zu den Lieblings-Futtermitteln des Schweines gehören: Gerste, Eicheln und Waldschwämme.

Der Geruchsinn ist nächst dem Gehörsinn, und vielleicht noch vor diesem, der meist entwickelte Sinn der landwirthschaftlichen Hausthiere. An Schärfe der Geruchempfindung dürfte wohl das Schwein allen anderen landwirthschaftlichen Hausthieren voraus sein. Aber jedes derselben hat ein empfindlicheres Geruchorgan als der Mensch und es scheint die gesteigerte Empfindlichkeit sowohl für die Quantität, wie für die Qualität von Gerüchen zu gelten.

Die Bahnen, auf denen die Reize der Aussenwelt dem nervösen Zentralorgane der landwirthschaftlichen Hausthiere zugeführt werden, sind also im Ganzen so fein organisirt wie die des gewöhnlichen Menschen. Wir dürfen auch annehmen, dass die Nervenleitung, sowohl die zentripetale, wie die zentrifugale, an

Geschwindigkeit nicht zurückbleibt hinter der des Menschen. Die Reize und die Erregungsbedingungen der nervösen Zentralorgane sind also wohl die gleichen wie beim Menschen. Was aber das Seelenleben der landwirthschaftlichen Hausthiere und der ihnen ähnlich organisirten Säugethiere unterscheidet von dem Seelenleben des Menschen, das ist das Begriffsvermögen, das jenen fehlt. Die graue Substanz der Grosshirnrinde ist bei jenen minder entwickelt und die Zahl der Nervenzellen ist geringer; es sind ebenfalls die zentralen Nervenbahnen kleiner an Zahl. Da wir die Funktionen der einzelnen Nervenzellen im Gehirne nicht kennen — wir dürfen nur als wahrscheinlich annehmen, dass jede zentrale Nervenzelle ihre besondere Funktion hat — so sind wir auch nicht in der Lage bestimmt angeben zu können: welche Seelenfunktionen den Thieren fehlen; wir können dieses um so weniger, als wir die Sprache der Thiere nicht verstehen. Aber gerade die Unvollkommenheit der Thiersprache, die sich auf einen kleinen Kreis von Lauten beschränkt und die einen wesentlich mimischen Charakter trägt, lässt uns vermuthen, dass ihnen die Fähigkeit abgeht Begriffe zu bilden.

Man nimmt ferner an, dass den Thieren die Vernunft fehlt, d. h. das Vermögen den ursächlichen Zusammenhang und den Zweck der Dinge zu erkennen; aber ich glaube, dass diese Annahme zu weit geht. Die Vernunft der Thiere steht ohne Zweifel auf einer niederen Stufe der Entwicklung, aber sie fehlt ihnen nicht, denn sonst wäre nicht zu begreifen wie der Mensch zu Vernunft kommen sollte, da seine Körperform (einschliesslich des Gehirnes) sich doch wohl aus den Thierformen entwickelt hat.

Die Annahme, dass die Thiere statt der Vernunft „Instinkt", d. h. einen unbewussten Naturtrieb besitzen, widerspricht in der That dem Dasein von Vernunft nicht, da die Erscheinungen des Instinktes sich häufig gar nicht unterscheiden lassen von Vernunftäusserungen. Die Thätigkeit der Vernunft beruht grösstentheils auf Erfahrung; der Instinkt aber ist nichts anderes als ein Schluss aus Erfahrung,*) und nichts berechtigt uns anzunehmen: dass das sogenannte instinktive Verfahren der Thiere ohne Bewusstsein geschieht. Wenn aber die Thiere ihre Handlungen, oder sagen wir mindestens: ihre Bewegungen auf Grund von

*) Die Erfahrung ist entweder eine eigene (individuelle) oder eine ererbte (generelle); demnach wäre der Instinkt entweder erworben oder angeboren.

Erfahrungen mit Bewusstsein regeln, so können wir ihnen die Vernunft nicht gänzlich absprechen.

Alles im Allem genommen steht das Seelenleben, beziehungsweise die geistige Thätigkeit der Thiere auf einer niederen Stufe der Entwicklung; gewisse Funktionen der Thierseele stehen etwa auf gleicher Stufe wie beim Kinde im ersten Lebensjahre. Auch die Sprache des Kindes ist nur eine mimische, sie drückt nur Lust und Unlust aus, wie die Sprache des Thieres und wir verstehen jene kaum besser als diese. Das Kind wird erst durch Erziehung zum Menschen und alles was der Mensch ist, hat er der Erziehung zu verdanken, d. h. der Uebung seiner geistigen Fähigkeiten. Eine ähnliche Geistesübung kann zwar das Thier nicht auf die geistige Stufe des Menschen heben — dazu fehlen die organischen Bedingungen — wohl aber kann auch das Thier durch Umgang mit dem Menschen geistig veredelt werden. Das Thier ist um so nutzbarer, je mehr seine geistigen Fähigkeiten geweckt werden durch systematische und dauernde Uebung. Diese Uebung hat die Wirkung: die zentralen Nervenbahnen (welche die Verbindung herstellen zwischen den zentralen Nervenzellen) wegsamer zu machen; vielleicht wird auch die Funktion der Nervenzellen durch Uebung gesteigert, gleichwie die Muskeln durch Uebung kräftiger werden. Dass das Pferd und der Hund gelehriger sind als das Rind und das Schwein, kommt daher: dass jene dem Menschen näher stehen als diese; der Mensch sucht den Geist des Pferdes und des Hundes zu bilden, weil er ihrer geistigen Fähigkeiten bedarf für seine wirthschaftlichen Zwecke oder zu seinem Vergnügen. Je wegsamer die Bahnen sind, die zu den Handlungen, beziehungsweise zu den Muskelbewegungen der Thiere führen, desto leichter kann der Mensch diese Bewegungen seinen Zwecken anpassen.

Die Wegsamkeit dieser Bahnen, beziehungsweise die möglichst rasche und ungehinderte Nervenleitung, ist wesentlich abhängig von dem Temperamente der Thiere. Man versteht unter „Temperament“ den Grad der Erregbarkeit der Empfindungsnerven. Sind diese Nerven leicht erregbar, so spricht man von einem lebhaften oder feurigen Temperamente, sind sie schwer erregbar, so nennt man das Temperament ein kaltes oder phlegmatisches.

Das lebhafte Temperament beruht grösstentheils auf der grösseren Feinheit des Gefühlsinnes, die wesentlich abhängig

ist von der feineren Textur der äusseren Haut. Wenn die in den Nervenpapillen (Gefühlwarzen) endigenden Nerven den Gefühlreizen der Aussenwelt näher liegen, beziehungsweise denselben zugänglicher sind (was namentlich der Fall ist bei einer dünneren Oberhautschicht und einer feineren Textur der Papillarschicht der Lederhaut), dann ist auch die Erregung der Tastnerven, welche den Gefühlreiz zum Gehirn leiten, eine energischere. Aber auch die übrigen Sinnesapparate sind leichter erregbar bei lebhaftem Temperamente; doch sind die Ursachen morphologisch noch nicht aufgeklärt.

Das kalte Temperament findet sich vereinigt mit einer dicken, grobfaserigen Haut, insbesondere mit einer dickeren Oberhautschicht und einer stärkeren Papillarschicht der Lederhaut, sowie mit Fettablagerungen im Unterhautbindegewebe. Der Weg der Gefühlreize der Aussenwelt zu den Enden der Gefühlnerven ist also länger, beziehungsweise hindernissreicher, und diese werden somit von schon abgeschwächten Reizen betroffen. Ebenso ist die Erregbarkeit der übrigen Sinnesnerven geringer, doch weiss man nicht bestimmt, auf welchen Ursachen das beruht. Als eine der Ursachen, wodurch das kalte oder phlegmatische Temperament erzeugt wird, darf die Ablagerung von Fett im Unterhautbindegewebe angenommen werden. Durch Mastung können selbst lebhafte Thiere in phlegmatische umgewandelt werden.

Da wir das umfassende, aber grösstentheils noch dunkle Gebiet der Thierpsychologie hier nur flüchtig streifen konnten, so verweisen wir behufs eingehenderer Studien auf W. Wundt's „Vorlesungen über die Menschen- und Thierseele" und auf dessen „Grundzüge der physiologischen Psychologie"; ferner auf M. Perty „über das Seelenleben der Thiere" und auf L. Büchner „aus dem Geistesleben der Thiere".

VIERTES BUCH.

Die vegetativen Apparate der landwirthschaftlichen Hausthiere.

ACHTER ABSCHNITT.

Der Ernährungsapparat der landwirthschaftlichen Hausthiere.

---

§. 181. *Form und Inhalt der Brust- und Bauchhöhle.*

(Hierzu Tafel XXIII.)

Die Brusthöhle hat eine kegelförmige Gestalt. Die nach vorn gelegene abgestumpfte Spitze des Kegels wird begrenzt: oben von dem Körper des 7. Halswirbels und des 1. Rückenwirbels, unten vom Schnabelknorpel des Brustbeines, zu beiden Seiten vom ersten Rippenpaare; die nach hinten gelegene Basis des Kegels besteht aus der Vorderfläche des Zwerchfelles; der Mantel des Kegels wird gebildet: oben von der Rückenwirbelsäule, unten vom Brustbeine, seitwärts von den Rippen und den Zwischenrippenmuskeln. Die innere Fläche der Rippen und der Zwischenrippenmuskeln, sowie die vordere Fläche des Zwerchfellmuskels wird überzogen von der inneren Brustbinde (fascia endothoracica), die an den grossen Blutgefässen umbiegt und das fibröse Blatt des Herzbeutels bildet.

Auf der Innenfläche der inneren Brustbinde liegt das aus serösem Gewebe bestehende Brustfell (pleura), das die ganze Brusthöhle auskleidet und etwa in der Mittellinie der Brusthöhle eine aus zwei Blättern bestehende Scheidewand (das Mittelfell, mediastinum) bildet. Zwischen beiden Blättern des Mittelfelles bleiben Räume (die Mittelfellräume), in welchen das Herz mit seinem Herzbeutel, die grossen Blutgefässe, der Milchbrustgang, Nerven (der Lungen-Magennerv und der Zwerchfellnerv) und Lymphdrüsen, sowie die Luftröhre und das Schlundrohr liegen. Mit dem Mittelfelle verbinden sich zwei Säcke, welche die rechte und die linke Lunge umhüllen. Der Brustfellüberzug der Lunge wird als Lungenfell (Lungensack) bezeichnet; zwischen ihm

und dem Brustfellüberzuge der Brustwand (dem Rippenfelle) bleibt ein Raum, der ringsum von dem Endothelüberzuge des Brustfelles begrenzt ist und in dem sich eine sehr geringe Menge seröser Flüssigkeit befindet, gerade hinreichend, um die sich gegenseitig berührenden Flächen des Rippenfelles und des Lungenfelles schlüpfrig zu erhalten. Die Lungen hängen mit ihrem Brustfellüberzuge luftdicht in der Brusthöhle und bei lebenden Thieren liegt die äussere Endothelfläche des Lungenfelles dicht an der inneren Endothelfläche des Rippenfelles.

Die Form der Bauchhöhle lässt sich ebenfalls mit einem Kegel vergleichen, dessen Basis an die Basis des Brusthöhlenkegels anstösst, d. h. sie wird gebildet von der hinteren Fläche des Zwerchfelles; die abgestumpfte Spitze des Bauchhöhlenkegels liegt am Aftertheile, beziehungsweise am Damme, und der Mantel besteht: oben aus der Lenden- und Kreuzwirbelsäule mit ihren Muskeln (dem Lendenmuskel des Schambeines und dem Bauch-Darmbeinmuskel des Oberschenkels), unten aus der weissen Linie und der Scham-Sitzbeinfuge, seitwärts aus den Bauchmuskeln, den falschen Rippen und dem Hüftbeine.

Die Bauchhöhle ist ausgekleidet von dem aus serösem Gewebe bestehenden Bauchfelle (peritoneum), das die hintere Fläche des Zwerchfelles, sowie sämmtliche Baucheingeweide überzieht. Der letzterwähnte Ueberzug bildet verschiedenartige Falten, die als Gekröse, Bänder und Netze bezeichnet werden.

Unter Gekröse*) (mesenterium) versteht man die beiden, aus zwei Blättern bestehenden Bauchfellfalten, die von der Lendenwirbelsäule (vorderes Gekröse) und vom Kreuzbeine (hinteres Gekröse) ausgehen. Das vordere Gekröse bildet den Bauchfellüberzug des Dünndarmes, das hintere Gekröse überzieht den Dickdarm. Zwischen den Blättern des Gekröses liegen Lymphdrüsen und verlaufen die Gefässe und Nerven zur Darmwand.

Als Bänder werden die Bauchfellfalten bezeichnet, die zwischen den einzelnen Eingeweiden der Bauchhöhle verlaufen; zu diesen Bändern gehört die Bauchfellfalte zwischen Zwerchfell und Magen, zwischen Zwerchfell und Leber, zwischen Leber und Magen u. s. w.

Unter Netz (grosses Netz, omentum majus) versteht man die grosse Bauchfellfalte, welche von der hinteren grossen Krümmung

*) Der Name kommt von der krausen Form der Bauchfellfalten.

des Magens ausgeht und bis zum Beckeneingange reicht; es überzieht sämmtliche Gedärme von unten.

Als kleines Netz bezeichnet man das schon erwähnte Zwerchfell-Magenband und das Leber-Magenband; es befestigt sich an die vordere, kleine Krümmung des Magens.

Wenn man einem auf dem Rücken liegenden Schafe, baldigst nach dessen Tode (wenn der Darmkanal noch nicht durch Gasentwicklung ausgedehnt ist), Brusthöhle und Bauchhöhle öffnet, so erhält man die auf Taf. XXIII dargestellte Ansicht.*)

Die Brusthöhle (in deren Seitenwand *a a* die durchschnittenen Rippen mit *a'* bezeichnet sind) ist in ihrer rechten (dem Beschauer links zugekehrten) Hälfte erfüllt von dem rechten vorderen *e*, mittleren *e'* und hinteren *e''* Lungenlappen; in der linken Hälfte der Brusthöhle liegen die drei linken Lungenlappen *f f' f''* und das Herz *g*, dessen Herzbeutel *g'* geöffnet, aber am vorderen oberen Theile des Herzens noch zu sehen ist. Die beiden hinteren Lappen der rechten und linken Lunge grenzen an das Zwerchfell *d*.

Die Bauchhöhle wurde in der Verlängerung der Brusthöhle aufgeschnitten bis zum Hodensacke *q*, beziehungsweise bis zur männlichen Milchdrüse (deren beiden Zitzen bei *r* gezeichnet sind); *p* ist der Schlauch, dessen Spitze in der umgeschlagenen Bauchdecke *b b* verborgen ist. Unmittelbar an den mittleren Theil der Hinterfläche des Zwerchfelles grenzt die etwas nach Rechts lehnende Haube *i*; ihr zur Rechten liegt die Leber *h*. Der untere Umfang der Haube ruht auf dem Schaufelknorpel des

*) Das Schaf (Hammel) wurde sogleich nach dem Schlachten mit geöffneter Brust- und Bauchhöhle unter die Glasplatte eines Zeichenapparates gelegt, auf welcher mittelst des Lucä'schen Diopters die Umrisse der Eingeweide in der Brusthöhle und Bauchhöhle durchgezeichnet und dann in dem Maasse verkleinert wurden, wie Taf. XXIII zeigt. Die Lungen wurden etwas aufgeblasen, etwa der mittleren Einathmungsstellung entsprechend. Die untere Wand der Brusthöhle wurde ausgehoben durch Trennung der Rippenknorpel von den Rippenknochen. Mit dem Brustbeine wurde auch das daran befestigte Mittelfell entfernt, das losgelöste Zwerchfell aber möglichst in seiner Lage belassen. Die Bauchhöhle wurde in der weissen Linie geöffnet, die Bauchdecken zurückgeschlagen und das grosse Netz entfernt. Die Stelle des Schaufelknorpels vom Brustbeine wurde noch vor Entfernung des letzteren auf der Glasplatte markirt und die Durchzeichnung der Baucheingeweide vollendet, bevor sich Leichengase entwickelt hatten. Die Zeichnung auf Taf. XXIII ist also vollkommen naturgetreu und dem lebenden Zustande möglichst entsprechend.

Brustbeines, dessen Umriss durch die gestrichelte Linie *c* bezeichnet ist. Hinten-rechts von der Haube liegt der Labmagen *m*, der sich bei *n* in den Dünndarm (Gallendarm) fortsetzt. Bei *m'* ist der Labmagen durch eine Bauchfellfalte (Pansen-Labmagenband) verbunden mit dem rechten unteren Sacke des Pansens *k*, auf dem sich zwei grosse Venen verzweigen und an den sich bei *k'* das grosse Netz befestigt, das bei *k''* auch dem Labmagen anhaftet. Der linke obere Pansensack *l* kommt mit einem kleinen Theile hinten links (vor den Schlingen des Dünndarmes *o*) zum Vorscheine; sein vorderer Theil, der Pansenhals *l'*, verbindet sich mit der Haube. Die Schlingen des Dünndarmes *o* liegen hinter und über dem Pansen, grösstentheils in der rechten Hälfte der Bauchhöhle.

Der Psalter (die dritte Abtheilung des Wiederkäuermagens) ist bei der oberflächlichen Ansicht der geöffneten Bauchhöhle nicht zu sehen. Die weitere Lagebezeichnung der Eingeweide in der Bauchhöhle ergibt sich aus den §§. 192 bis 199.

Dreiundzwanzigstes Kapitel.

Der Verdauungsapparat.

§. 182. *Allgemeines über den Verdauungsapparat.*

Unter Verdauung begreifen wir die Vorgänge, durch welche die in den Thierkörper aufgenommenen Futtermittel in eine zum Eintritte in die Blutbahn geeignete Form gebracht werden. Das geschieht durch die mechanische Arbeit des Verdauungsapparates und durch die chemische Einwirkung seiner Säfte.

Die mechanische Arbeit des Verdauungsapparates umfasst die Zerkleinerung, die Erweichung und die Fortbewegung der Futtermittel; die chemische Einwirkung umfasst die Zersetzung derselben und die Umwandlung in leicht lösliche, in die Blutbahn aufsaugungsfähige Verbindungen.

Die Zerkleinerung und die Fortbewegung der Futtermittel geschieht durch die Arbeit der dem Verdauungsapparate angehörenden willkürlichen und unwillkürlichen Muskeln, durch welche das Kauen, das Schlucken und die sogenannte peristaltische

Bewegung des Darmrohres bewirkt wird. Die Erweichung und die chemische Umwandlung der Futtermittel geschieht durch Säfte, die von den Drüsen des Verdauungsapparates abgesondert werden.

Verdaulich sind demnach nur diejenigen Futtermittel oder Bestandtheile derselben, welche durch die mechanische und chemische Einwirkung des Verdauungsapparates eine für den Uebertritt in den Kreislaufapparat geeignete, beziehungsweise eine aufsaugungsfähige (assimilationsfähige) Form erlangt haben. Die Futtermittel oder Futterbestandtheile, welche nicht assimilirt werden, beziehungsweise welche unverdaulich sind, kommen vermengt mit den Resten der Verdauungssäfte als Koth zur Ausscheidung.

Der Verdauungsapparat besteht: 1. aus dem Kauapparate, 2. aus dem Darmkanale, und 3. aus den durch ihre Ausführungsgänge mit dem Darmkanale verbundenen selbstständigen Verdauungsdrüsen.

1. Der Kauapparat umfasst die Zähne, sowie die Muskeln der Lippen, der Backen und der Zunge.

2. Der Darmkanal ist ein häutiger Schlauch, der am Maule beginnt, die Brusthöhle und Bauchhöhle durchsetzt und am After endet. Er besteht da, wo er nicht am Knochen befestigt ist, aus vier Schichten: *a)* aus dem Epithel, *b)* aus der Schleimhaut mit den Darmdrüsen, *c)* aus der Muskelhaut, und *d)* aus der serösen Haut, die vom Bauchfelle abstammt.

a) Das Epithel des Darmkanales ist theils pflasterförmig, theils zylinderförmig; es begrenzt die Innenfläche desselben und steht mit dem Epithele der Drüsen-Ausführungsgänge, beziehungsweise mit den Drüsenschläuchen selbst, im unmittelbaren Zusammenhange. Das Epithel des Darmkanales ist in fortwährender Abschilferung und Neubildung begriffen.

b) Die Schleimhaut des Darmrohres enthält in ihrer bindegewebigen Grundlage zahlreiche elastische Fasern, Gefässe, Nerven und Drüsen. Man unterscheidet an der Schleimhaut drei Schichten. Die innere, vom Epithel überzogene Schicht, ist die Papillarschicht; sie erhebt sich streckenweise in Warzen, Zotten und Falten, wodurch die aufsaugungsfähige Fläche des Darmkanales vergrössert und das Fortrücken des Darminhaltes unterstützt wird. Die mittlere Schicht der Schleimhaut ist die Drüsenschicht; sie enthält die Darmdrüsen, welche die

Verdauungssäfte absondern, sowie die zum Kreislaufapparate gehörenden Lymphdrüsen, in welchen dem aufgesogenen Speisebreie zellige Gebilde (Lymphzellen) beigemengt werden. Die äussere Schicht der Schleimhaut besteht aus lockerem, sogenanntem submukösen Bindegewebe, welches die beiden vorigen Schichten der Schleimhaut entweder mit der Muskelhaut verbindet, oder (wo diese fehlt, wie in der Maulhöhle, wo willkürliche Muskeln die Verrichtungen der Muskelhaut des freien Darmkanales übernehmen) an Knochen befestigt.

c) Die Muskelhaut des freien Darmkanales besteht aus zwei Schichten glatter (unwillkürlicher) Muskeln, von denen die innere Schicht den Darmkanal kreisförmig umgibt, die äussere aber dessen Längsrichtung folgt. Die Muskelhaut beginnt am Schlunde, da wo die willkürlichen Muskeln enden; nur bei den Wiederkäuern erstrecken sich gestreifte (willkürliche) Muskelfasern bis auf die erste Magenabtheilung.

d) Die seröse Haut überzieht den freien Darmkanal von Aussen; sie steht mittelst des Gekröses in Verbindung mit dem die Innenfläche der Bauchwände überziehenden Bauchfelle und besteht aus drei Schichten. Die äussere, der Bauchhöhle zugewendete (dem Darmrohre abgewendete) Schicht, ist das aus einschichtigen Pflasterzellen bestehende Endothel. Die mittlere Schicht enthält geformtes Bindegewebe mit elastischen Fasern und Nerven, mit spärlichen Blutgefässen und reichlichen Lymphgefässen. Die innere Schicht der serösen Haut besteht aus lockerem, sogenanntem subserösen Bindegewebe, welches die Verbindung herstellt mit der Muskelhaut des Darmkanales.

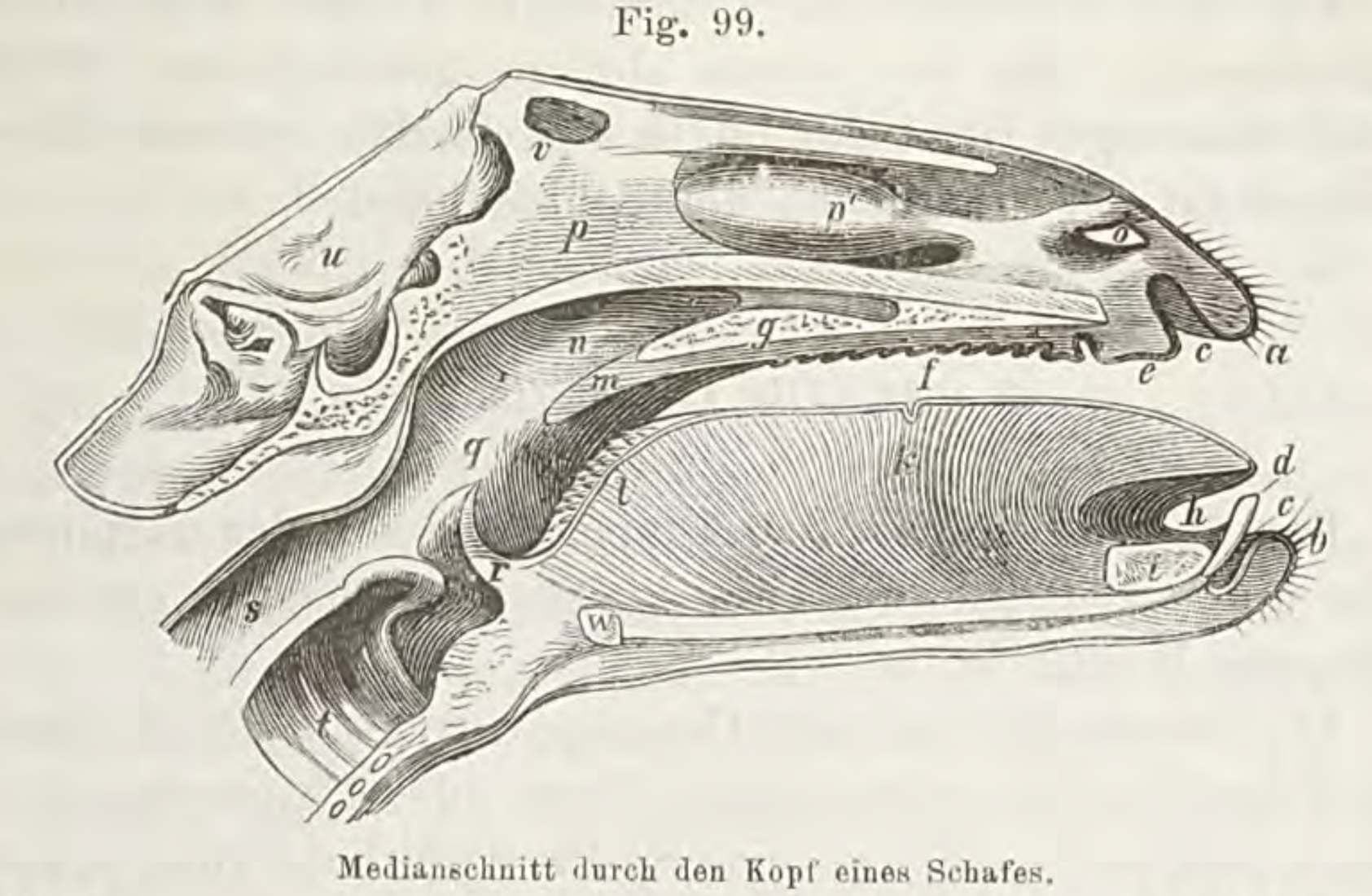
3. Die selbstständigen Verdauungsdrüsen umfassen: die Speicheldrüsen in der Maulhöhle, die Bauchspeicheldrüse und die Leber in der Bauchhöhle. Diese Drüsen stehen nur durch ihre Ausführungsgänge in Verbindung mit dem Darmkanale.

§. 183. *Die Maulhöhle im Ganzen.*

Die Maulhöhle wird begrenzt, nach vorn: von den Schneidezähnen und bei geschlossenem Maule von der Oberlippe und der Unterlippe, welche die Maulspalte zwischen sich fassen; nach oben: von dem harten Gaumen; nach unten: von der Zunge; lateralwärts: von den Backenzähnen und den Backen; nach

hinten: von dem weichen Gaumen, der die Grenze bildet zwischen der Maulhöhle und der Rachenhöhle.

Fig. 99.



Medianschnitt durch den Kopf eines Schafes.

a Oberlippe,
b Unterlippe,
c c Vorhof der Maulhöhle,
d Schneidezahn,
e zahnfreier Rand des Oberkiefers,
f Gaumenschleimhaut mit den Staffeln,
g knöcherner Gaumen,
h Zungenbändchen,
i Körper des Unterkiefers,
k Zungenmuskeln,
l Zungengrund mit den schwammförmigen Warzen,
m weicher Gaumen,
n Oeffnung des Ohr-Nasenschlauches,
o äussere Nasenöffnung,
p knöcherne Nasenscheidewand, nach vorn abgeschnitten, unten-hinten mit dem Pflugscharbeine verbunden,
p' untere Muschel,
q Rachenhöhle,
r Kehldeckel,
s Schlund,
t Luftröhre,
u Hirnhöhle (abgeschnitten),
v Stirnhöhle,
w Zungenbeinkörper.

Die Ränder des weichen Gaumens begrenzen mit dem Zungenrücken die erweiterungsfähige und verengerungsfähige Oeffnung (die Schlundenge), welche Maulhöhle und Rachenhöhle mit einander verbindet.

Fig. 100.

Traubenförmige Schleimdrüsen aus der Schleimhaut der Maulhöhle.

Der Raum zwischen den Zähnen einerseits und den Backen und Lippen andererseits, wird als Vorhof der Maulhöhle bezeichnet.

In die Maulhöhle münden die Ausführungsgänge von drei Paar Speicheldrüsen und von zahlreichen in der Maulschleimhaut eingebetteten Schleimdrüsen (die, je nach der Gegend ihres Vorkommens, verschiedene Namen haben, als Lippendrüsen, Backendrüsen, u. s. w.), sowie die Nasen-Gaumenkanäle, welche bei den Wiederkäuern und dem

Schweine die Maulhöhle mit der Nasenhöhle verbinden, beim Pferde aber in der Höhe des Hakenzahnes blind enden.

Die Schleimhaut der Maulhöhle besitzt einen starken Papillarkörper, der von einem derben geschichteten Pflasterepithele überzogen ist; beide bilden verschieden geformte Hervorragungen auf der Oberfläche der Schleimhaut.

§. 184. *Die Lippen (labiae).*

Die äussere Fläche der Lippen ist von der allgemeinen Decke überzogen, die hier mit kurzen Deckhaaren und langen Tasthaaren besetzt ist.

Die äussere Fläche der Oberlippe trägt in der Medianlinie beim Pferde eine breite seichte Rinne (die Lippenrinne), beim Schafe und bei der Ziege eine Spalte (natürliche Hasenscharte).

Die Oberlippe des Rindes besteht aus einer derben hornartigen Haut — dem Flozmaule (Nasenspiegel), welches die ganze Breite zwischen den Nüstern einnimmt und durch seichte Rinnen in polygonale Felder getheilt ist. Auf jedem dieser Felder sieht man mit blossen Augen mehrere Oeffnungen — die Ausführungsgänge der in der Lederhaut eingebetteten traubenförmigen, den Schweissdrüsen ähnlichen Flozmauldrüsen, deren wässerig-schleimiger Saft die Oberfläche des Flozmaules feucht und schlüpfrig erhält. Die Lederhaut des Flozmaules enthält ausserdem Muskelfasern vom Kreismuskel der Lippe und vom Oberkiefermuskel der Oberlippe, sowie zahlreiche Nervenfasern. Die dicke, fast hornartige Oberhaut des Flozmaules besteht aus mehrfach geschichteten pflasterförmigen Zellen. An einzelnen Stellen, namentlich am Rande des Flozmaules, kommen Tasthaare vor, die im Inneren der Lederhaut von Talgdrüsen umgeben sind. In der Schleimschicht der Oberhaut vom Flozmaule findet sich bei gewissen Rassen des Rindes Pigment abgelagert, wodurch die bleifarbige, fahle oder schwarzgraue Färbung des Flozmaules zu Stande kommt.

Beim Schafe und bei der Ziege ist das Flozmaul nur auf einem kleinen Theile der Oberlippe beschränkt. Das Flozmaul dient als Tastorgan.

Beim Schweine entspricht demselben die Rüsselscheibe, eine von dem Rüsselknochen getragene derbe, schwach behaarte,

sehr nervenreiche Haut mit zahlreichen Schweissdrüsen und Talgdrüsen. Der Rüsselknochen ist durch Bänder an das vordere Ende der Nasenbeine und an den Körper der Zwischenkieferbeine befestigt.

Die äussere Fläche der Unterlippe ist behaart und trägt eine als Kinn bezeichnete geringe Hervorragung. Beim Rinde ist der freie Rand der Unterlippe, bei Schaf und Ziege sind die freien Ränder beider Lippen gekerbt.

Die innere Fläche beider Lippen wird durch eine Schleimhaut gebildet, welche die feinen Oeffnungen der Lippendrüsen zeigt, die zwischen der Schleimhaut und den Lippenmuskeln eingebettet sind und einen schleimigen Saft absondern. Beim Rinde sind die Lippendrüsen nur auf die Maulwinkel beschränkt; beim Schweine finden sie sich nur sehr spärlich.

Die an Nerven reichen und mit mehreren Muskeln (siehe §. 112) versehenen Lippen dienen zum Tasten und zum Ergreifen des Futters.

§. 185. *Die Backen (buccae).*

Die Backen bilden die seitliche Begrenzung der Maulhöhle und bestehen aus der äusseren behaarten Haut, aus den Backenmuskeln (siehe §. 112), sowie nach innen aus der Schleimhaut, die reichlich mit Schleimdrüsen, Gefässen und Nerven versehen ist.

Die Schleimhaut der Backen ist beim Pferde und Schweine glatt, bei den Wiederkäuern mit stacheligen, nach rückwärts gerichteten Warzen versehen, welche das seitliche Herausfallen des Futters beim Wiederkauen zu hindern vermögen. In der Höhe des ersten bis dritten Backzahnes vom Oberkiefer wird die Schleimhaut vom Ausführungsgange (ductus Stenonianus) der Ohrspeicheldrüse durchbohrt. Ausserdem enthält die Schleimhaut zahlreiche kleine Oeffnungen — die Ausführungsgänge der zur Seite des Oberkiefers und Unterkiefers gelegenen oberen und unteren Backendrüsen, welche Schleim absondern.

Durch die Bewegung der Backenmuskeln wird das Futter beim Kauen aus dem Vorhofe in die Maulhöhle zurück geschoben.

§. 186. *Das Zahnfleisch (gingiva) und der harte Gaumen (palatum durum).*

Das sogenannte Zahnfleisch ist eine Fortsetzung der Lippenschleimhaut, sowie der Backen- und Gaumenschleimhaut, welche die Kieferränder und den Hals der Zähne*) überzieht und sich in die Zahnfächer als Zahnfachbeinhaut einstülpt. Das Zahnfleisch, oder richtiger die Kieferschleimhaut, enthält zahlreiche traubenförmige Schleimdrüsen.

Die knöcherne Grundlage des harten Gaumens wird gebildet von den Gaumenfortsätzen der Zwischenkieferbeine und der Oberkieferbeine, sowie von den Gaumenflügeln der Gaumenbeine. Die untere Fläche des knöchernen Gaumens, welche die Decke der Maulhöhle bildet, ist überzogen von einer derben, drüsenfreien Schleimhaut, welche eine Anzahl Querfalten, sogenannte Gaumenstaffeln trägt (beim Pferde sind es 16 bis 20, beim Rinde 16 bis 18, bei Ziege und Schaf 14, beim Schweine 22) deren hintere gezähnte Ränder den vorderen Rand der nächst hinteren Staffel überragen. Der vordere Theil der Gaumenschleimhaut wird bei den landwirthschaftlichen Hausthieren (mit Ausnahme des Pferdes) von den Gaumen-Nasenkanälen durchbohrt. Die Gaumenschleimhaut geht ohne Abgrenzung in die Kieferschleimhaut (Zahnfleisch) über.

§. 187. *Der weiche Gaumen (palatum molle).*

Der weiche Gaumen (das Gaumensegel) bildet die hintere, nicht von Knochen gestützte Fortsetzung des harten Gaumens. Jener stellt eine aus der Maulschleimhaut und der Nasenschleimhaut zusammengesetzte Falte dar, die sich an die untere Fläche der Flügelbeine, sowie an den hinteren Rand des knöchernen Gaumens und an das hintere Ende der Backen festsetzt.

Das Gaumensegel bildet nach vorn die hintere Wand der Maulhöhle, nach hinten die vordere Wand der Rachenhöhle; es nähert sich mit seinem freien Rande der Zungenwurzel und

*) Da die Zähne bereits in den §§. 77 bis 80 beschrieben sind, so lassen wir sie an dieser Stelle ausser Acht.

begrenzt die Schlundenge von oben und lateralwärts. Die Schleimhaut des Gaumensegels umschliesst den unpaaren Gaumensegelmuskel (musc. palatinus) und zwei paarige Muskeln: den Spanner (musc. tensor veli palatini) und den Heber des Gaumensegels (musc. levator veli palatini), welche Muskeln beim Schlucken in Thätigkeit treten.

Die lateralen Ränder des Gaumensegels bilden jederseits zwei Falten, von denen die beiden vorderen (die Zungengaumenfalten) zu den lateralen Rändern der Zungenwurzel, die beiden hinteren (die Schlundgaumenfalten) zur Seitenwand der Rachenhöhle verlaufen. Zwischen beiden Falten liegen jederseits die Mandeln, eine Gruppe von Balgdrüsen (lymphoiden Follikeln), über welche die Maulschleimhaut taschenförmige Einstülpungen (blinde Löcher) bildet; in diese Vertiefungen der Maulschleimhaut münden die Ausführungsgänge von Schleimdrüsen, die jene Balgdrüsen rings umgeben.

Die vordere, der Maulhöhle zugekehrte Fläche des Gaumensegels ist bekleidet mit einem geschichteten Pflasterepithel, die hintere, der Rachenhöhle zugekehrte Fläche, mit einem Flimmerepithel.

§. 188. *Die Zunge (lingua).*

Die Zunge ist eine Falte der Maulschleimhaut, welche die Zungenmuskeln und die Unterzungendrüse umschliesst, auf ihrer Oberfläche verschiedenartige Warzen zeigt und in ihrem Schleimhautgewebe stellenweise Schleimdrüsen und Balgdrüsen enthält.

Man unterscheidet an der Zunge: die Oberfläche (Zungenrücken) und die Unterfläche, die beiden Seitenränder, welche den zahnfreien Rändern des Unterkiefers, sowie den Hakenzähnen und Backenzähnen anliegt, ferner die hintere Wurzel, den Körper (Mitteltheil) und die freie Spitze, welche vorn an die Schneidezähne stösst und mittelst einer Schleimhautfalte (dem Zungenbändchen) an den Boden der Maulhöhle, beziehungsweise an den inneren Kinnwinkel befestigt ist.

Die Zunge besitzt fünf eigene Muskelpaare, welche ihr Fleisch bilden; es sind:

1. Der Zungenbeinastmuskel der Zunge (musc. styloglossus), der am Seitenrande derselben unter der Schleimhaut liegt,

vom unteren Ende des grossen Zungenbeinastes entspringt, sich an die Schleimhaut bis zur Zungenspitze ansetzt und die Zunge seitwärts und rückwärts bewegt.

2. Der Zungenbeinmuskel der Zunge (musc. hyo-glossus), entspringt vom Körper des Zungenbeines, setzt sich an die Schleimhaut des Zungenrückens bis zur Spitze und zieht die Zunge rückwärts, wobei er den auf dem Zungenrücken befindlichen Bissen durch die Schlundenge presst.

3. Der Zungenmuskel der Zunge (musc. lingualis) bildet die eigentliche Fleischmasse der Zunge. Er liegt zu beiden Seiten eines medianen Sehnenstreifens, von welchem seine Querfasern entspringen; seine Längsfasern entspringen vom Gabelgriffe des Zungenbeinkörpers und beide Faserschichten gehen in die Zungenschleimhaut über; er bewegt die Zunge nach allen Seiten.

4. Der Kinnmuskel der Zunge (musc. genio-glossus) verläuft in der Medianlinie der Zunge und entspringt von einer Sehne, die vom Kinnwinkel bis zum Gabelgriff des Zungenbeinkörpers sich erstreckt; seine fächerförmigen Fasern setzen sich an die Zungenschleimhaut des Rückens bis zur Spitze; er zieht die Zunge abwärts und vorwärts und führt sie zum Maule hinaus.

5. Der Kiefermuskel der Zunge (musc. mylo-glossus) verläuft von einem Zwischenzahnrande des Unterkiefers zum anderen, im vorderen Theile des Kehlganges; seine Fasern gehen hinter dem Zungenbändchen aufwärts; nach Franck hebt er die Zunge gegen den Gaumen.

Die Oberfläche der Zunge mit ihren Warzen bildet das Geschmackorgan, welches bereits in §. 173 beschrieben ist. Ausser den Warzen finden sich auf der Oberfläche noch Schleimdrüsen, deren Ausführungsgänge theils im Grunde der umwallten Warzen, theils zunächst der Wurzel der Zunge frei münden. Zwei grössere tubulöse Schleimdrüsen liegen am Seitenrande der Zungenwurzel und werden als „Mayer'sches Organ" bezeichnet. Sie erreichen beim Pferde die Grösse einer Bohne, während sie beim Schweine nur schwach entwickelt sind und den Wiederkäuern fehlen. Die Balgdrüsen (lymphoide Follikel) liegen ebenfalls zunächst der Zungenwurzel. Die grössten derselben haben wir bereits als Mandeln erwähnt.

Die Funktion der Zunge ist eine dreifache; sie dient: 1. als Bewegungsorgan vermöge ihrer kräftigen Muskeln; durch diese wird das Futter gefasst, beziehungsweise abgerissen, in der Maul-

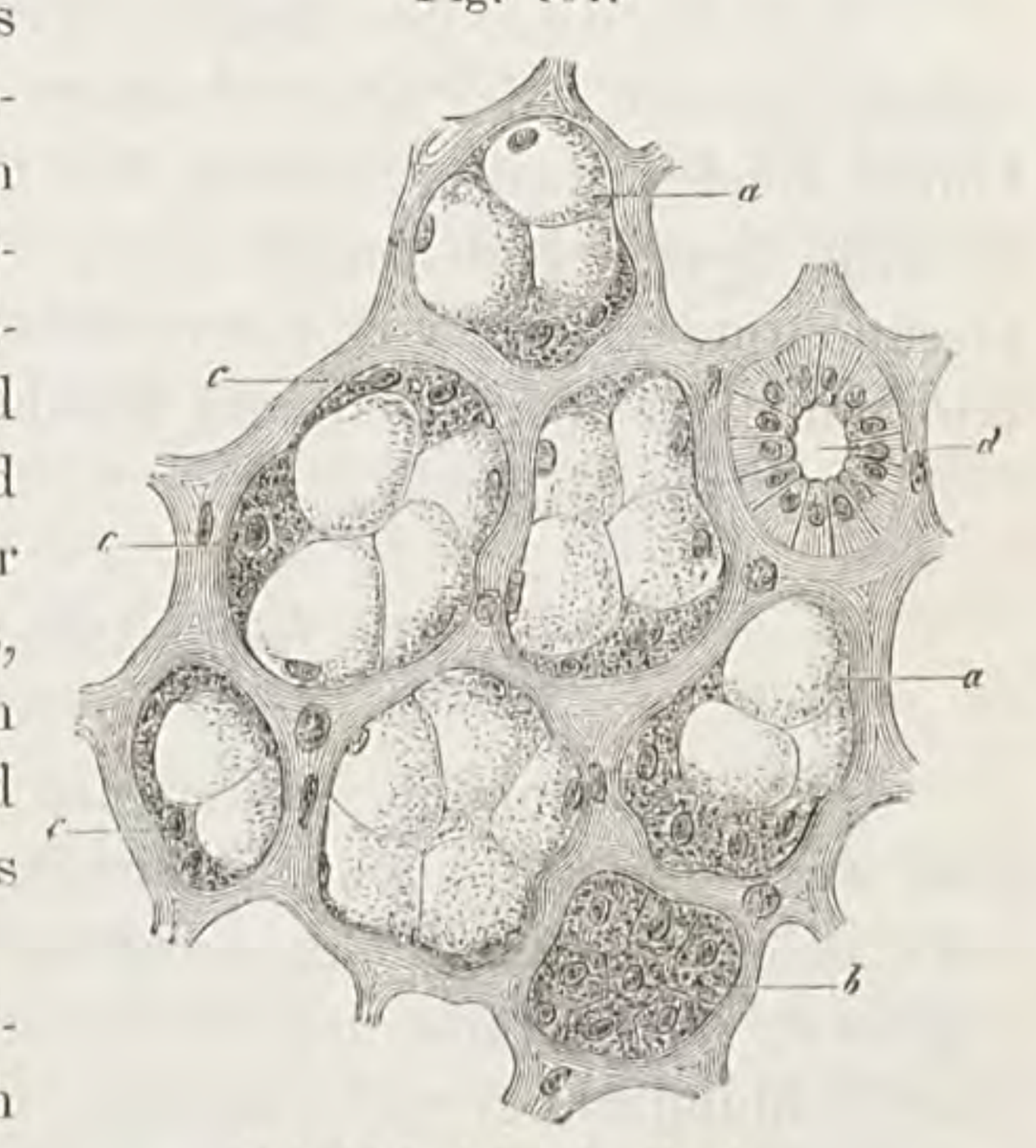
höhle zwischen die Zähne geschoben und nach dem Kauen durch die Schlundenge in den Schlundkopf befördert; 2. funktionirt ihre Spitze als Tastorgan, und 3. ihre Oberfläche als Geschmackorgan. Die Bewegungsnerven der Zunge stammen vom 12. Hirnnervenpaare, die Tastnerven vom Zungenaste des 5. Hirnnervenpaares, die Geschmacknerven vom 9. Hirnnervenpaare.

§. 189. *Die Speicheldrüsen (glandulae salivales).*

Die landwirthschaftlichen Hausthiere besitzen drei Paar traubenförmige Drüsen, welche Speichel absondern.

1. Die Ohrspeicheldrüse (parotis) liegt jederseits zwischen dem hinteren Rande des Unterkiefer-Schläfenastes und dem Querfortsatze des ersten Halswirbels; sie reicht vom Ursprunge des Ohrknorpels bis zum Ganaschenwinkel. Ihr Ausführungsgang (ductus Stenonianus) verläuft anfangs am unteren Rande des vorderen Unterkiefer-Zahnfachastes, tritt dann an den vorderen Rand vom Jochmuskel des Unterkiefers, durchbohrt den Backenmuskel und die Backenschleimhaut und mündet beim Pferde in der Höhe des 1. Vorbackzahnes, beim Rinde und Schweine am 2. Backzahne, bei Ziege und Schaf am 1. Backzahne des Oberkiefers.

Fig. 101.



Unterkieferdrüse des Hundes.
a Schleimzellen, *b* Protoplasmazellen,
c Protoplasmazellen in Schleimumwandlung begriffen (Gianuzzi'sche Halbmonde),
d Querschnitt eines Ausführungskanälchens mit dem eigentlichen Zylinderepithel.

2. Die Unterkieferdrüse liegt jederseits am Ganaschenwinkel des Unterkiefers. Ihr Ausführungsgang (ductus Whartonianus) verläuft an der medialen Fläche vom Kiefermuskel des Zungenbeines (musc. mylo-hyoïdeus) und mündet in der Maulhöhle zur Seite des Zungenbändchens, am Scheitel einer abgeplatteten Schleimhautwarze (der Unterzungenwarze oder sogenannten Hungerwarze).

3. Die Unterzungendrüse liegt zwischen dem Zahnfachaste des Unterkiefers und dem Mitteltheile der Zunge, von der Zungenschleimhaut überzogen, welche von den zahlreichen Ausführungsgängen (ductus Rivini) der Drüse durchbohrt wird. Der vordere Theil der Drüse mündet häufig (bei Wiederkäuern stets) durch einen einzigen Ausführungsgang (ductus Bartholini), entweder vereint mit dem Ausführungsgange der Unterkieferdrüse, oder neben demselben an der Unterzungenwarze.

Die Drüsensubstanz der Speicheldrüse besteht aus polygonalen Protoplasmazellen, deren Inhalt sich theils in Schleimzellen, theils in Speichelkörperchen (Lymphoidzellen) umwandelt,

Der Speichel, das Sekret der Speicheldrüsen, reagirt alkalisch und enthält in etwa 99 Prozent Wasser geringe Mengen von Alkalikarbonaten, Erdkarbonaten und Phosphaten, an welche ein Ferment (das Ptyalin) gebunden ist, dessen Wirkung man die Eigenschaft des Speichels zuschreibt: Stärkmehl in Dextrin und Traubenzucker umzuwandeln.

Die Menge des abgesonderten Speichels ist verhältnissmässig grösser bei Pflanzenfressern als bei Fleischfressern. Nach Colin sondert in 24 Stunden das Pferd etwa 42 Kilo, das Rind 56 Kilo Speichel ab; nach einem Versuche von mir betrug die Gesammtmenge des von einem Schafe in 24 Stunden abgesonderten Maulsaftes (Speichel und Maulschleim) 4·8 Liter.

§. 190. Die Rachenhöhle und der Schlund.

Die Rachenhöhle bildet den oberen Theil des Schlundes und wird deshalb auch „Schlundkopf“ genannt. Von der nach vorn gelegenen Maulhöhle wird sie durch das Gaumensegel abgegrenzt, lateralwärts und hinten ist sie von willkürlichen Muskeln (den Schlundschnürern) umgeben, und nach oben geht sie bogenförmig in die Nasenhöhle über. Die Schleimhaut der Rachenhöhle steht im Zusammenhange mit der Schleimhaut der Nasenhöhle und ist wie diese von Flimmerepithel überzogen.

Der Schlund liegt anfangs zwischen den Flügelfortsätzen des ersten Halswirbels und dem Kehlkopfe, tritt dann an die linke Seite des Halses, wo er durch lockeres Bindegewebe mit der Luftröhre und mit dem Brustbeinmuskel des Trägers (musc. longus colli) verbunden ist. In der Brusthöhle verläuft der

Schlund anfangs zwischen Luftröhre und Wirbelsäule, kreuzt dann die Basis des Herzens und den linken Luftröhrenast der Lunge und tritt durch das Schlundloch des Zwerchfelles zum Magen.

Die Schleimhaut des Schlundes trägt geschichtetes Pflasterepithel, enthält Papillen, aber keine Drüsen. Die Muskelhaut besteht aus einer starken äusseren Längsfaserschicht und einer inneren Ringfaserschicht. Bis zum Eintritte in die Brusthöhle ist die Muskelhaut des Schlundes aus quergestreiften Fasern, in der Brusthöhle aber aus glatten Fasern gebildet. Nur der Schlund der Wiederkäuer enthält bis zum Magenmunde quergestreifte Muskelfasern, die sich auf Pansen und Haube fortsetzen.

§. 191. *Allgemeines über Lage und Form des Magens.*

Der Magen liegt unmittelbar hinter dem Zwerchfelle, mit seinem weiteren, die Schlundmündung und den sogenannten Blindsack enthaltenden Theile in der linken Körperhälfte, während der Ausgang (Pförtner) des Magens nach rechts, gegen die Leber hin gerichtet ist. Nach unten ruht der Magen zum Theile auf dem Schaufelknorpel des Brustbeines.

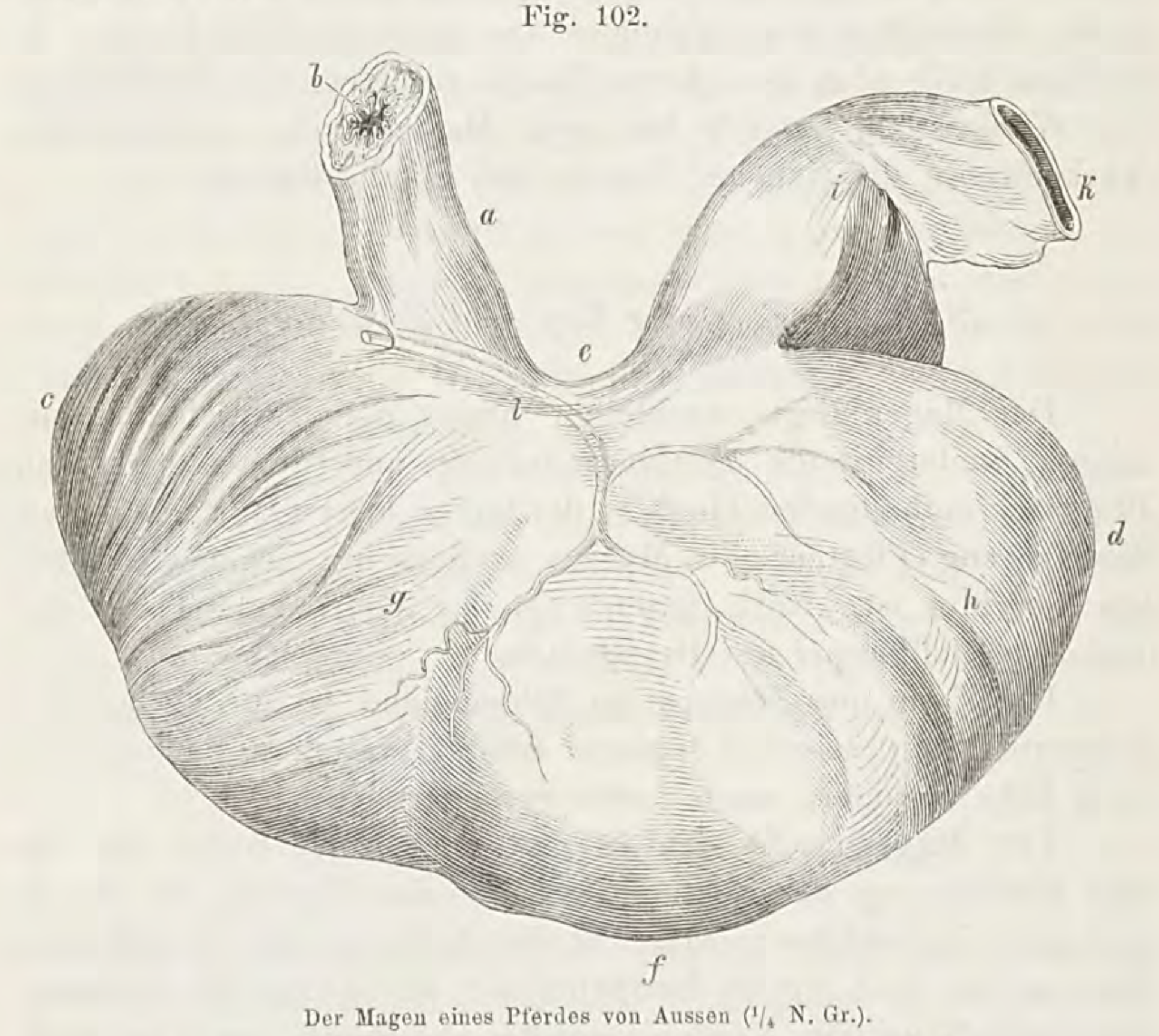
Die Form des Magens im Allgemeinen ist die eines quergelagerten, mit seiner Längsaxe frontal gestellten Sackes, der nach links erweitert, nach rechts verengert ist.

Der Magen stellt sich in der ganzen Thierreihe dar als eine Erweiterung des Schlundes. Diese Erweiterung ist um so geringer, je leichter verdaulich die Nahrung des betreffenden Thieres ist, und um so beträchtlicher, je länger die Nahrung der Einwirkung der Verdauungssäfte unterworfen werden muss, beziehungsweise je schwerer verdaulich dieselbe ist. Im Allgemeinen haben fleischfressende Thiere kleinere und einfacher gebaute Mägen als pflanzenfressende Thiere, und wo bei jenen Ausnahmen vorzukommen scheinen, wie z. B. bei fleischfressenden Insekten, bei den zahnlückigen Säugethieren, da steht der zusammengesetzte Bau des Magens in Beziehung zu dem Chitinreichthum der als Nahrung dienenden Beutethiere. Die Chitinsubstanz gehört aber, ebenso wie die Zellulose der Pflanze, zu den schwer verdaulichsten Nahrungsbestandtheilen, und deshalb haben sowohl die Chitinfresser wie die Zellulosefresser den zusammen-

gesetztesten Bau des Magens. Unter unseren Hausthieren gehören dazu die Wiederkäuer, während unter ihnen der Hund und die Katze den einfachst gebauten Magen besitzen. Zwischen diesen beiden Gruppen von Hausthieren steht das Pferd und das Schwein in der Mitte.

Den mehrfachen Magensäcken der Wiederkäuer entsprechen bei einigen fruchtfressenden Säugethieren die Backentaschen und bei den körnerfressenden Vögeln die Kröpfe.

Fig. 102.



Der Magen eines Pferdes von Aussen ($^1/_4$ N. Gr.).

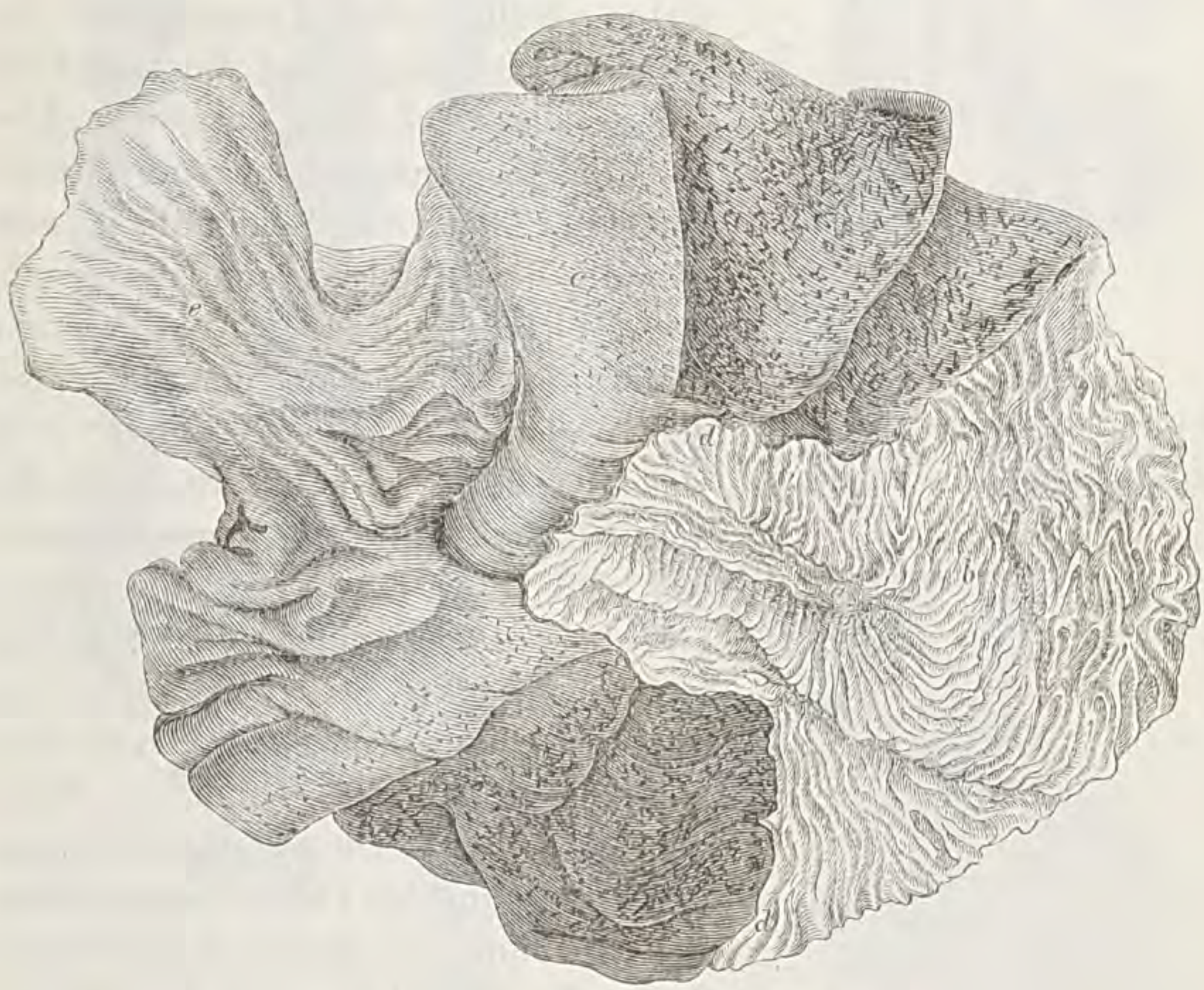
a der Schlund,
b dessen Querschnitt mit gefalteter Schleimhaut,
c linker Umfang (Blindsack),
d rechter Umfang,
e vordere (kleine) Krümmung,
f hintere (grosse) Krümmung,
g Schlundtheil,
h Darmtheil,
i Pförtnertheil,
k Anfang des Dünndarmes,
l Magenvenen.

§. 192. *Der Magen (stomachus) des Pferdes und des Schweines.*

An den Mägen beider Thiere unterscheidet man den nach links gelegenen blindsackförmigen Schlundtheil, in welchen der Schlund einmündet (dessen Oeffnung der „Magenmund“ [cardia] genannt wird), und den nach rechts gekehrten Darmtheil, der durch den „Pförtner“ (pylorus) in den Dünndarm übergeht.

Der dem Dünndarme zunächst liegende Abschnitt des Darmtheiles, welcher inwendig gegen den Darm durch die sogenannte Pförtnerklappe verengert wird, heisst der Pförtnertheil. Der grössere hintere Rand des Magens, der den Gedärmen zunächst liegt, wird die grosse Krümmung (curvatura major), der kleinere vordere Rand, der dem Zwerchfelle anliegt, wird die kleine Krümmung (curvatura minor) genannt.

Fig. 103.



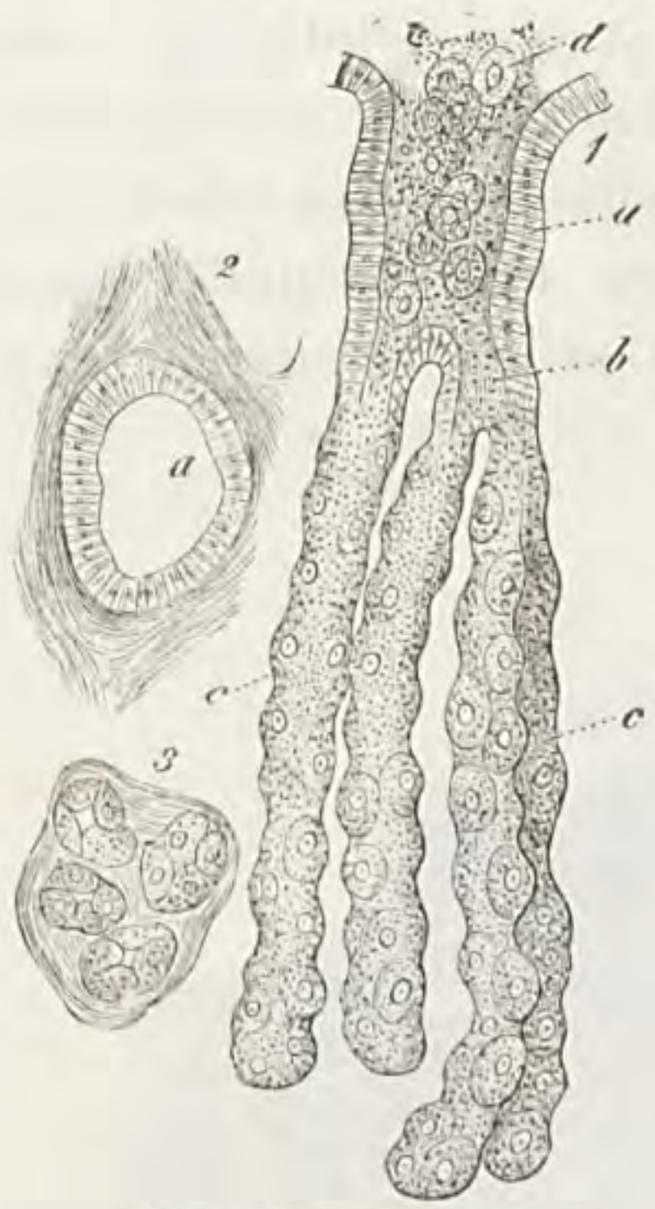
Der Magen eines Pferdes von Innen ($^1/_4$ N. Gr.).

a Mündung des Schlundes mit der Schlundrinne, *d d* die scharfe Grenzlinie zwischen beiden.
b Schlundtheil, *c* Darmtheil, *e* Anfang des Dünndarmes.

Im Magen des Pferdes besitzt der Schlundtheil und der Darmtheil verschiedenartiges Schleimhautgewebe, das durch eine scharfe kreisförmige Linie abgegrenzt ist, welcher äusserlich eine leichte Einschnürung entspricht. Der Schlundtheil ist etwas kleiner als der Darmtheil.

Die Schleimhaut des Schlundtheiles (Fig. 103 *b*) bildet zahlreiche kleine und rauhe Falten. Sie besitzt einen starken Papillarkörper, ein mehrschichtiges, derbes Plattenepithel, aber

Fig. 104.



Labdrüse des Hundes.

1 Längsschnitt einer Drüse,
a Zylinderepithel der Drüsenmündung,
b Spaltung der Drüse in mehrere Wurzeln,
c die Einzelschläuche der Drüse,
d der austretende Inhalt,
2 die Mündung *a* im Querschnitt.
3 Querschnitt durch die einzelnen Drüsen.

Fig. 105.

Querschnitt durch die Labdrüsen der Katze.

a Belegzellen, *b* Hauptzellen,
c Querschnitt von Blutgefässen.

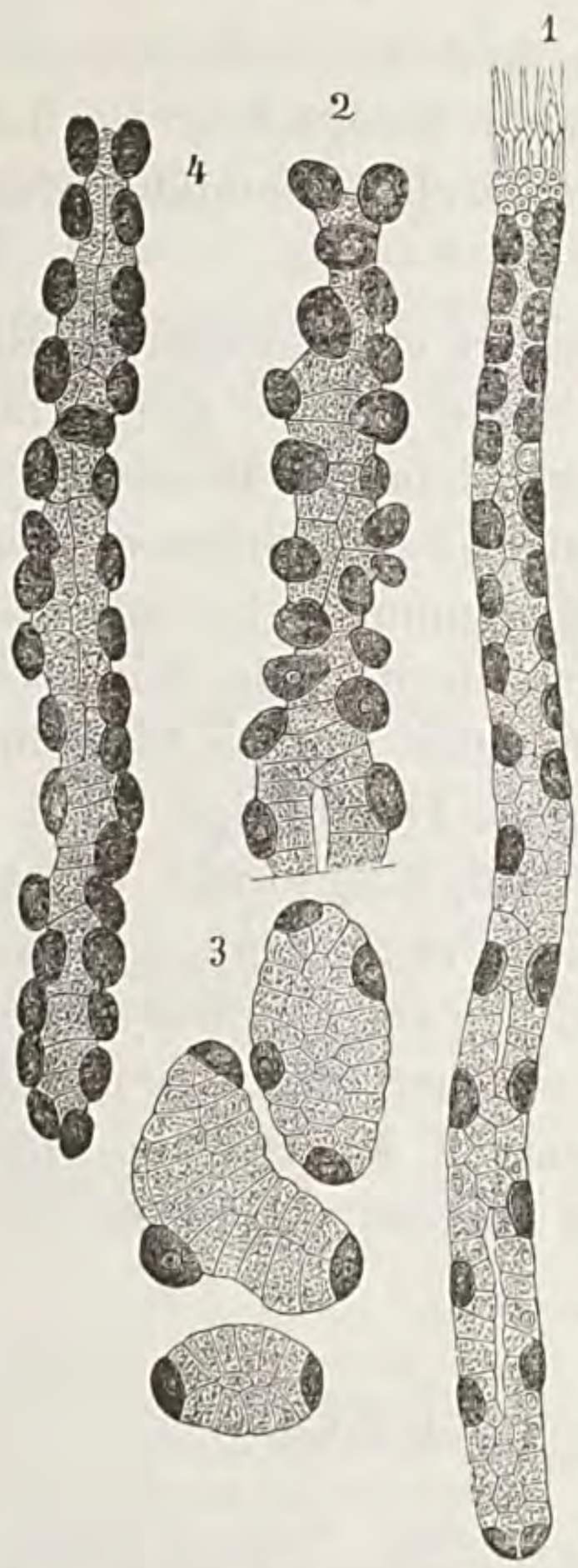
keinerlei Drüsen. Die Schleimhaut des Darmtheiles (Fig. 103 *c*) besitzt nur stellenweis längere Falten; sie zeigt eine rothgefärbte, sammetartige und schlüpfrige Oberfläche und enthält zahlreiche schlauchförmige Drüsen von zweierlei Art. Die der Grenze des Schlundtheiles zunächst liegenden und sich über die grössere rothbraun gefärbte Hälfte des Darmtheiles erstreckenden Drüsen sind die Labdrüsen, welche den Labsaft absondern. Der dem Pförtner zunächst liegende, heller gefärbte Theil der Schleimhaut enthält die den Magenschleim absondernden Schleimdrüsen. Am Pförtner bildet die Schleimhaut einen eiförmigen Wulst (die „Pförtnerklappe"), in welchem starke Muskelfasern liegen, die den Pförtner zeitweilig verschliessen.

Die Labdrüsen sind lange, zwischen die Papillen der Schleimhaut eingesenkte Schläuche, deren an die Muskelhaut grenzender Grund entweder einfach, oder in mehrere Wurzeln getheilt ist. Die zylinderförmigen, den Hohlraum der Drüse umgebenden Zellen stehen mit denen an der Oberfläche der Schleimhaut im Zusammenhange. Man nennt die Zellen, welche die hohle Drüsenaxe umgeben: die Hauptzellen. An ihrem äusseren Umfange, zunächst dem Bindegewebe der Schleimhautpapillen, befindet sich eine zweite Art von Zellen, welche Belegzellen genannt werden. Zur Zeit der Verdauung, wenn der Theil des Magens, der die Labdrüsen enthält, sich dunkler färbt, vergrössern sich auch die Belegzellen der Labdrüse (Fig. 106);*)

*) Da der Bau der Labdrüsen und die Veränderungen derselben zur Zeit der Verdauung bei allen Häussäugethieren übereinstimmen, so habe ich in den Figuren 104 bis 107 die Darstellung der Magendrüsen von Hund und Katze

sie werden alsdann trüber und sondern den Labsaft ab, dessen Material ihnen die in den Schleimhautpapillen verlaufenden zahlreichen Blutgefässe zuführen. Der Labsaft enthält als wirksamen

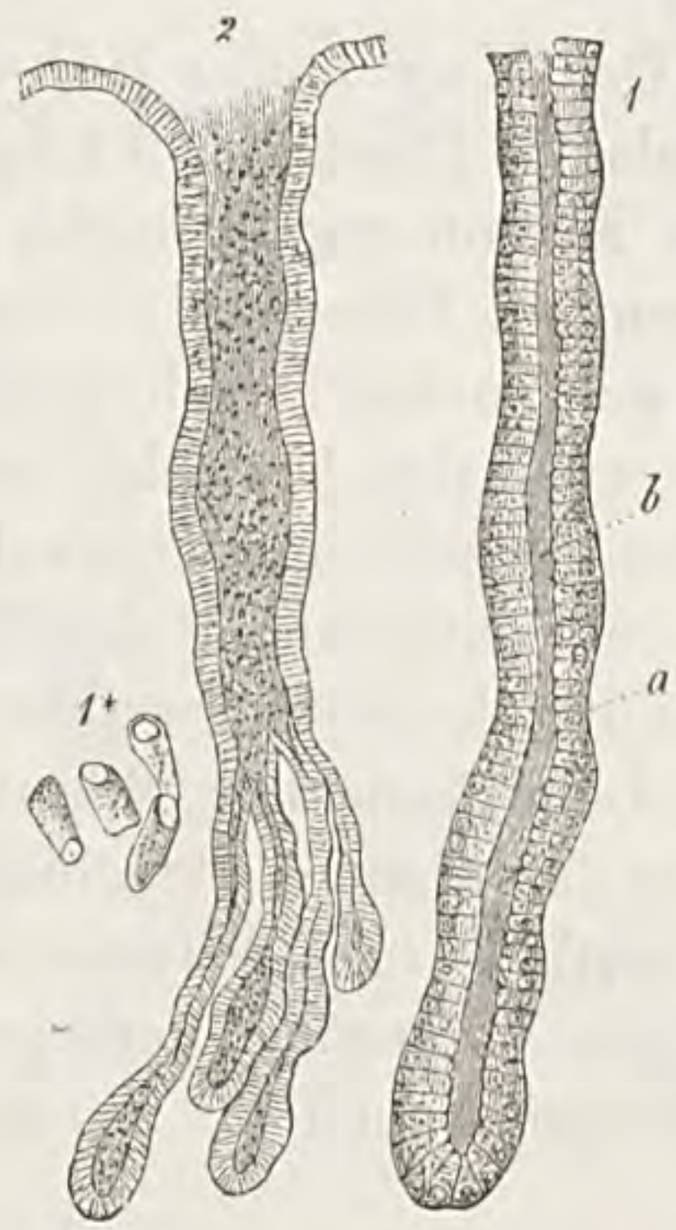
Fig. 106.



Labdrüsen des Hundes, mit Anilin gefärbt.

1 Drüse des hungernden Thieres,
2 ein Stück der geschwellten Drüse, in der ersten Verdauungsperiode,
3 Quer- und Schrägschnitte derselben,
4 Drüsenschlauch, am Ende der Verdauung.

Fig. 107.



Magenschleimdrüsen.

1 vom Schweine:
 a Zellen,
 b Hohlraum der Drüse,
1* die einzelnen Zellen,
2 vom Hunde.

Bestandtheil ein eiweissspaltendes Ferment (das Pepsin), durch welches die Eiweisskörper der Nahrung in eine aufsaugungsfähige Form, d. h. in Peptone umgewandelt werden. In der verdauungs-

gewählt, von welchen mir gute Holzschnitte zur Verfügung standen. Abbildungen von den Magendrüsen der Wiederkäuer finden sich in meiner Schrift: „Untersuchungen über den Magen der wiederkauenden Hausthiere". Berlin 1872.

freien Zeit sind die Belegzellen kleiner und blasser. Den Hauptzellen schreibt man die Funktion zu: die Magensäure abzusondern, das heisst einen Saft, welcher geringe Mengen Salzsäure (Chlorwasserstoffsäure) enthält, und die saure Reaktion des Mageninhaltes bewirkt.

Die Schleimdrüsen des Magens sind von ähnlicher Form wie die Labdrüsen, doch fehlen jenen die Belegzellen. Sie haben die Funktion: die innere Magenfläche durch Schleimabsonderung schlüpfrig zu erhalten.

Der Magen des Schweines besitzt einen kleineren Blindsack als das Pferd; jener trägt an der Stelle, wo die grosse in die kleine Krümmung übergeht noch einen kleineren Blindsack (den sogenannten Divertikel). Der Schlundtheil des Schweinemagens zeigt nur an einem schmalen, vom Magenmunde bis etwa handbreit gegen den Darmtheil verlaufenden Streifen, das faltenreiche, drüsenfreie Schleimhautgewebe des Schlundes, ähnlich der Schleimhaut im Schlundtheile des Pferdemagens. Der übrige Theil vom Schlundtheile des Schweinemagens enthält, ebenso wie der Darmtheil, Labdrüsen mit Hauptzellen und Belegzellen, welche die gleiche funktionelle Bedeutung haben, wie im Pferdemagen. Der Pförtnertheil des Schweinemagens, welcher durch einen keilförmigen Vorsprung verengert ist, enthält Magenschleimdrüsen, die übrigens auch im Darmtheile des Magens verbreitet sind.

§. 193. *Der Magen der Wiederkäuer.*

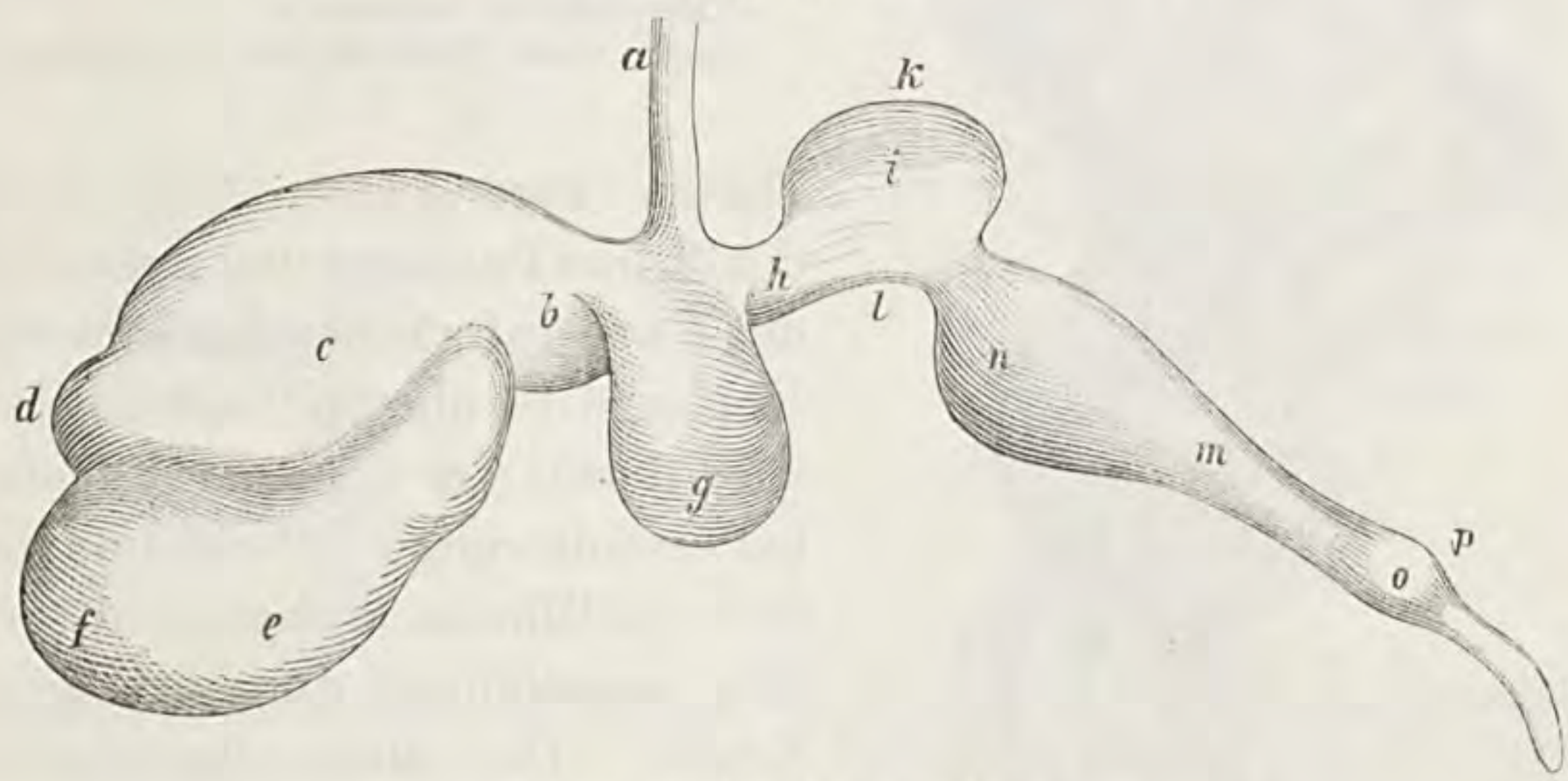
Der Magen der wiederkauenden Hausthiere besteht aus vier Abtheilungen: aus dem Pansen, der Haube, dem Psalter und dem Labmagen.

Der eigentliche Verdauungsmagen ist der Labmagen; die vorderen drei Abtheilungen sind Erweiterungen des Schlundes, ähnlich den Backentaschen und den Kröpfen, und zwar bildet der Pansen den Haupttheil dieser Erweiterungen, der die beiden anderen Ausbuchtungen des Schlundes an Grösse weit übertrifft. Die Haube, welche gerade unterhalb der Oeffnung des Schlundes liegt, kann betrachtet werden als ein dem unteren Umfange des Schlundrohres angehängter Blindsack (Divertikel), während der Psalter sich darstellt als ein dem oberen Umfange des Schlund-

rohres angehefteter Blindsack. Den Theil des Schlundrohres, an welchen die Haube angehängt ist, der also die Decke derselben bildet, nennt man die Schlundrinne. Der Theil des Schlundrohres, welcher den Psalter trägt, der also dessen Boden darstellt, ist die Psalterbrücke. Das Ende des Schlundrohres mündet mittelst des Magenmundes in den Labmagen.

1. Der Pansen (der Wanst, rumen) besteht aus einem Doppelsacke, der durch eine kreisförmige Schleimhautfalte in einen oberen, grösseren Theil — den oberen Pansensack, und in einen unteren kleineren Theil — den unteren Pansensack, getrennt ist; beide Säcke sind durch eine grosse kreis-

Fig. 108.



Schema des Wiederkäuer-Magens.

a Schlund, *b* Pansenhals,
c linker oberer Sack des Pansens,
d Blindsack desselben,
e rechter unterer Sack des Pansens,
f Blindsack desselben, *g* Haube,
h Verbindung zwischen Haube und Psalter, die Schlundrinne und die Hauben-Psalteröffnung umschliessend,
i Psalter,
k oberer konvexer Rand desselben,
l unterer konkaver Rand desselben, die Psalterbrücke tragend,
m Labmagen,
n Blindsack desselben,
o Pförtnertheil desselben,
p Pförtner.

förmige Oeffnung mit einander verbunden. Der linke obere Rand des Pansens grenzt vorn: an den oberen hinteren Theil des Zwerchfellmuskels und an den Hals der letzten falschen Rippen; hinten: an die linken Querfortsätze der Lendenwirbel; der rechte untere Rand des Pansens ruht auf der Bauchwand der rechten Körperseite.

Der obere Pansensack beginnt unterhalb der Oeffnung des Schlundrohres mit einem verengerten Theile, dessen unterer Umfang nicht mit dem unteren Pansensacke in Verbindung steht.

Fig. 109.

Aufgeschnittener Magen eines 1-monatlichen Lammes ($^1/_3$ N. Gr.).

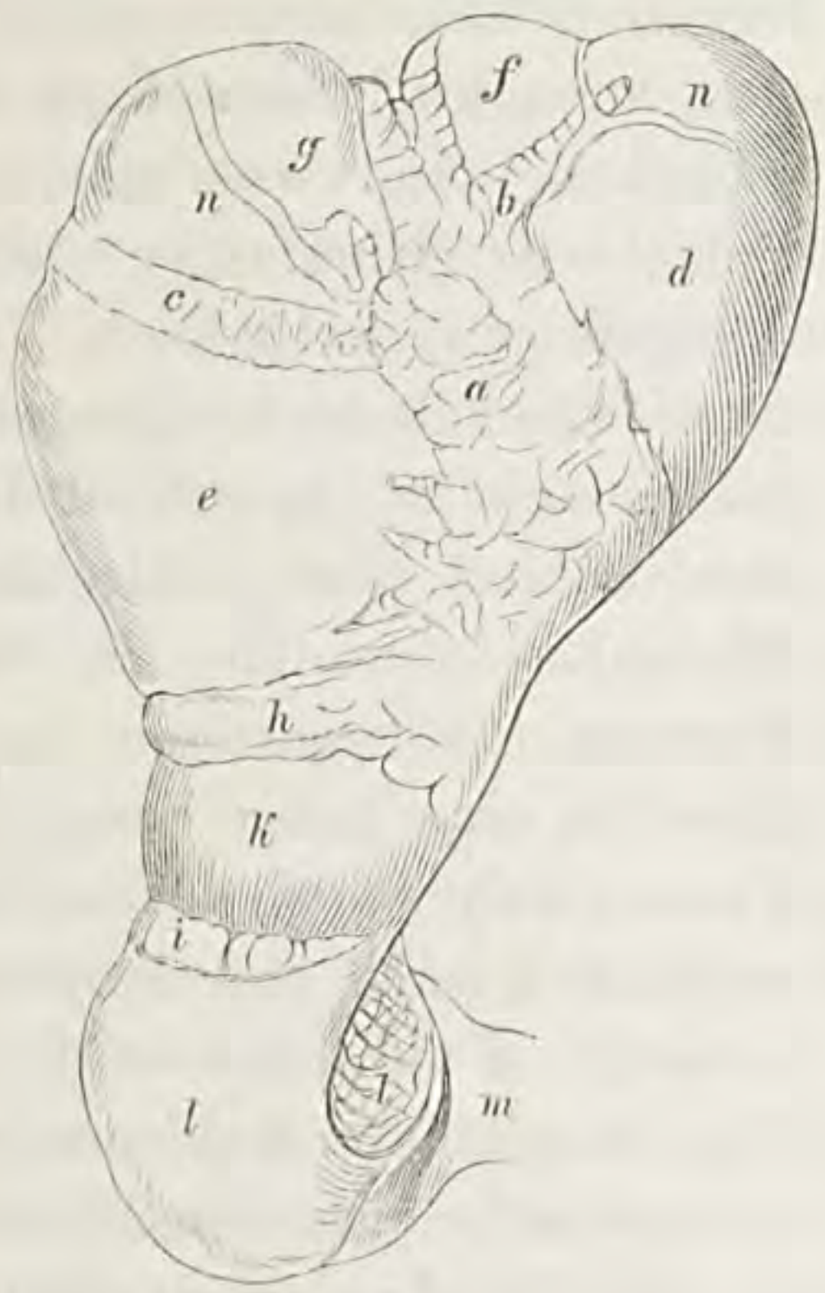
a Eintrittsstelle des Schlundes,
b innere Fläche der Haube,
c äussere Fläche derselben,
d Grenzfalte zwischen Haube und Pansenhals,
e Pansenhals, *f* linker oberer Pansensack,
g vorderer Pfeiler desselben,
h Blindsack desselben, *i* hinterer Pfeiler,
k rechter unterer Pansensack,
l äussere Fläche von dessen Blindsack,
m Schlundrinne der rechten Seite, halb durchschnitten,
n Hauben-Psalteröffnung,
o Psalterbrücke, *p* Psalter,
q Blindsack desselben,
r Klappen am Eingange des Labmagens (Magenmund),
s Faltentheil des Labmagens,
t Beginn seines Pförtnertheiles, *u* Pförtner.

Diesen verengerten Anfangtheil des oberen Pansensackes nenne ich den Pansenhals. An dem hinteren Umfange des oberen Pansensackes wird durch eine quer verlaufende, halbmondförmige Schleimhautfalte ein Blindsack abgetheilt, der sich auszeichnet durch längere Zotten. Der obere Pansensack liegt in der linken Hälfte der Bauchhöhle; er grenzt oben an den Dünndarm und die Niere, vorn: an das Zwerchfell und die Haube (mittelst des Pansenhalses), links-vorn: an die Milz, mit der er durch Bindegewebe verbunden ist, hinten-links: an den Blinddarm, rechts-unten steht er mit dem unteren Pansensacke in Verbindung.

Der untere Pansensack steht überall mit dem oberen Pansensacke in Verbindung, von dem er durch eine vordere und eine hintere Grenzfalte (vorderer und hinterer Pfeiler) getrennt wird. Durch eine ringförmige Falte wird an dem hinteren Umfange des unteren Pansensackes ein Blindsack abgetheilt, der

kleiner ist als der des oberen Pansensackes und wie dieser lange Zotten trägt. Der untere Pansensack liegt in der rechten Bauchhälfte. Er grenzt nach vorn an die hintere konkave Seite (den kleinen Bogen) des Labmagens, mit seinem hinteren stumpfen

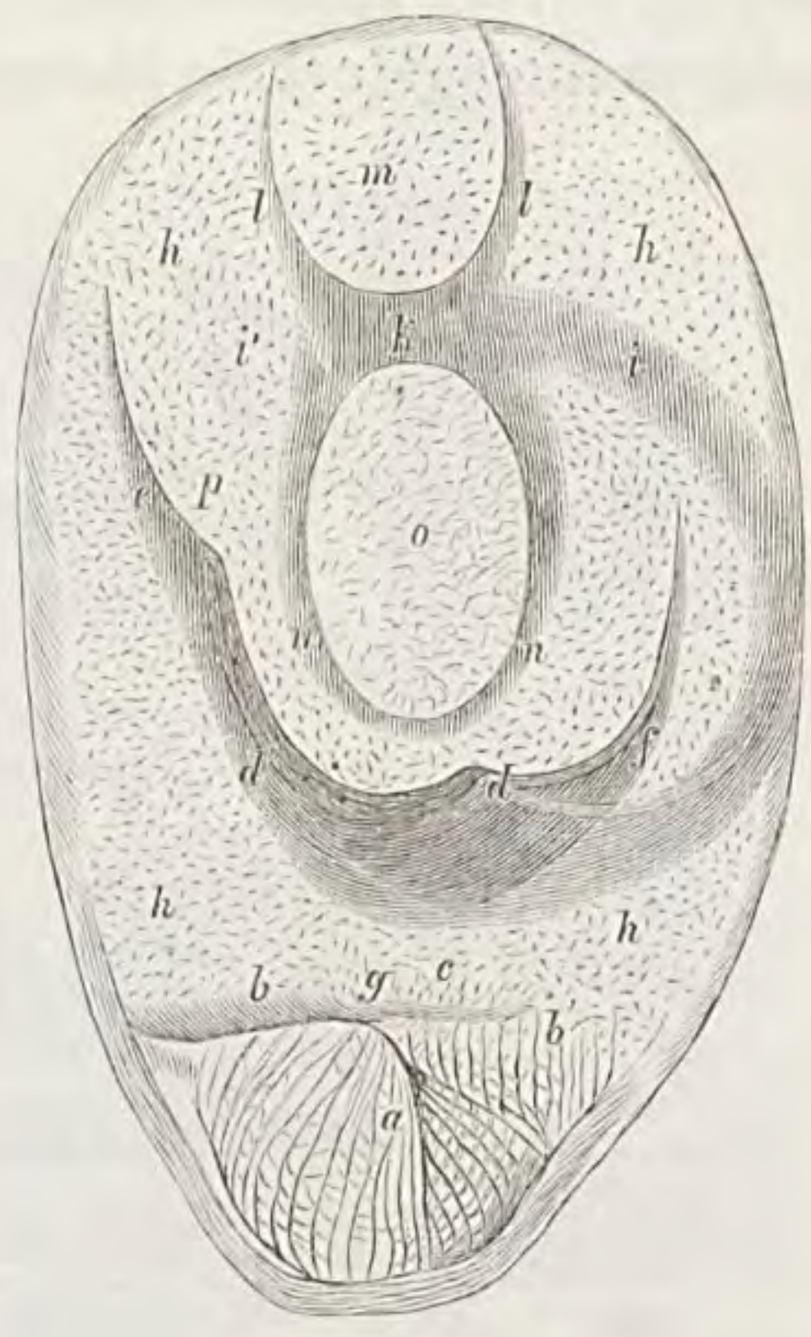
Fig. 110.



Falten des Pansens vom 42-tägigen Saugkalbe ($^1/_4$ N. Gr.).

a Grenzfalte zwischen beiden Pansensäcken,
b hinterer oberer Fortsatz derselben,
c hinterer unterer Fortsatz derselben,
d linker oberer Pansensack,
e rechter unterer Pansensack,
f oberer (linker) Blindsack,
g unterer (rechter) Blindsack,
h Ansatzstelle des rechten unteren Pansensackes,
i Grenzfalte zwischen Pansen und Haube,
k Pansenhals, *l* Haube,
m Ansatz des Psalters,
n Blutgefässe des Pansens.

Fig. 111.



Falten des Pansens vom 42-tägigen Saugkalbe, bei durchfallendem Lichte gezeichnet ($^1/_4$ N. Gr.).

a Haube, *b* Grenzfalte zwischen Pansen u. Haube,
b' Uebergang zwischen Pansen- u. Haubengewebe,
c Wulst vom Ansatze des unteren Pansensackes,
d Grenzfalte (vorderer Pfeiler) zwischen beiden Pansensäcken,
d' Einschnitt derselben mit der Fettschicht,
e linkes Horn des vorderen Pfeilers,
f rechtes Horn desselben, *g* Pansenhals,
h linker oberer Pansensack,
i rechtes Horn des hinteren Pfeilers,
i' linkes Horn desselben, *k* hinterer Pfeiler,
l halbmondförmiger Pfeiler d. oberen Blindsackes,
m oberer (linker) Blindsack,
n ringförmiger Pfeiler des unteren Blindsackes,
o unterer (rechter) Blindsack,
p rechter unterer Pansensack.

Ende ragt er in die Beckenhöhle hinein und zur Rechten hat er den Dünndarm. Die Falten der beiden Pansensäcke zeigen die Fig. 110 und 111.

Die Schleimhaut des Pansens trägt einen starken Papillarkörper, der sich mit dem ihn bedeckenden derben, horn-

artigen Plattenepithel in breiten, zungenförmigen Zotten erhebt, die im Pansenhalse, sowie im Blindsacke des oberen und des unteren Pansensackes am grössten sind. Drüsen kommen im Gewebe des Pansens nicht vor (Fig. 112).

In der Nähe der Schlundröhre ist der Pansen an seiner äusseren, von der serösen Haut überzogenen Fläche von willkürlichen (quergestreiften) Muskeln überzogen. Die die Schleimhaut umgebenden unwillkürlichen Muskeln bestehen aus zwei starken Schichten (Ringfasern und Längsfasern). Obgleich die innere Oberfläche des Pansens blass erscheint, so enthält die Schleimhaut doch zahlreiche Blutgefässe, welche in die Pansenzotten eintreten und hier (da eine Aufsaugung im Pansen nicht stattfindet) wahrscheinlich auch eine respiratorische Funktion erfüllen, d. h. sie scheiden Kohlensäure aus und nehmen Sauerstoff auf.

Fig. 112.

Querschnitt des Pansens vom 14-tägigen Kalbe ($^{50}/_{1}$ N. Gr.).

a Epithel der Zotten, *b* Schleimhaut der Zotten, *c* Schleimhautschicht des Pansens, *d* Blutgefässe derselben, *e* Quermuskelschicht, *f* Längsmuskelschicht, *g* Blutgefässe derselben, *h* seröse Haut, *i* Blutgefässe derselben.

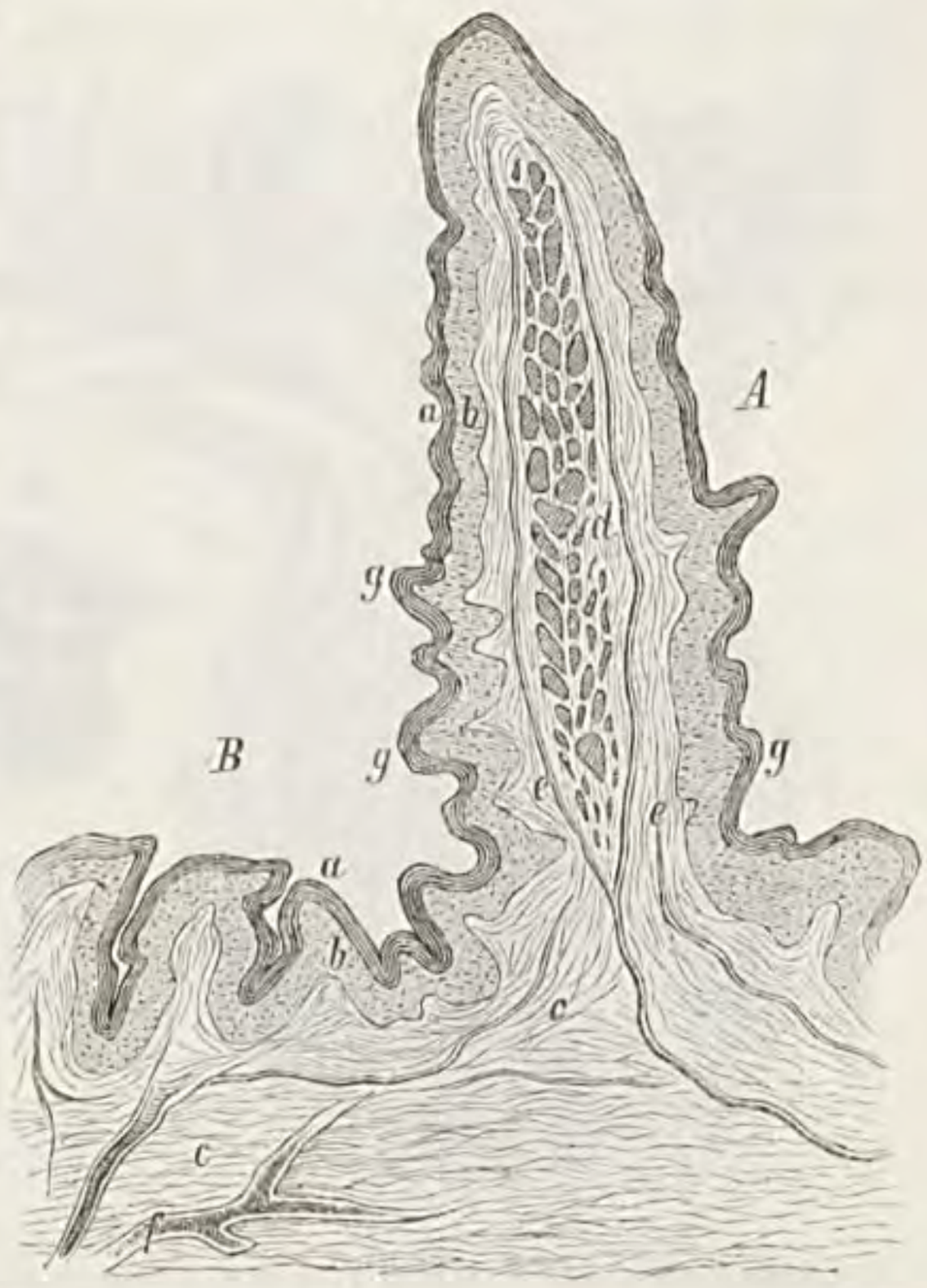
2. Die Haube (der Netzmagen, reticulum) ist ein kugelförmiger, der Schlundrinne anhängender Sack, der mit seinem unteren Umfange auf dem Schaufelknorpel des Brustbeines aufruht. Vorn grenzt die Haube an das Zwerchfell, hinten-links an den Pansenhals, hinten-rechts an den vorderen linken Umfang, beziehungsweise an den Kopf des Labmagens, mit dem sie durch Bindegewebe verbunden ist. Mit der oberen Wand der Haube, zur Rechten der Schlundröhre, verbindet sich ein Theil des Psalters, und zur Linken der Schlundröhre das vordere stumpfe Ende des Pansensackes, der hier das Zwerchfell erreicht.

Die Schleimhaut der Haube ist ähnlich der des Pansens; die innere Oberfläche ist mit Falten von verschiedener Höhe

besetzt, welche sich netzartig verbinden, und die Form von Bienenwaben haben (Fig. 113 und 114 *B*). Die Haube besitzt keine Drüsen.

Die Muskelhaut der Haube ist sehr stark und die Faserung verläuft schlingenförmig, d. h. die Haube hängt gleichsam in ihren Muskelfasern, derart: dass durch die Zusammenziehung derselben der Inhalt der Haube nach oben gegen die Schlundröhre gepresst wird.

Fig. 113.



Querschnitt der Haube vom 42-tägigen Saugkalbe ($^{50}/_{1}$ N. Gr.).

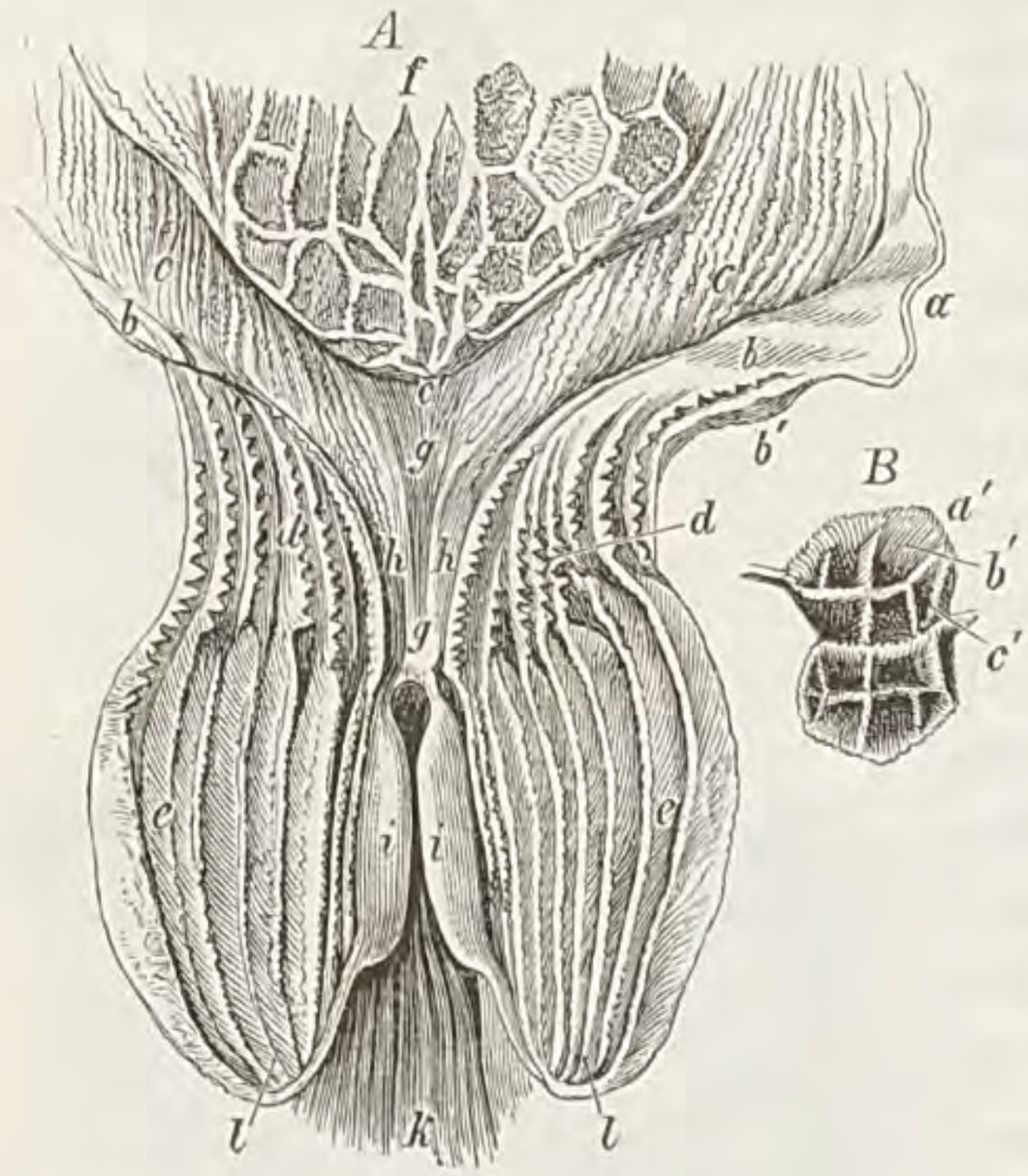
A Falte, welche den wabenförmigen Raum begrenzt,
B Boden des wabenförmigen Raumes,
a oberflächliche Schicht des Epitheles,
b tiefere Schicht desselben,
c Schleimhaut der Haube,
d Muskelschicht der Falte,
e Blutgefässe derselben,
f Blutgefässe der Hauben-Schleimhaut,
g warzenförmige Zotte der Falte.

3. Der Psalter (der Blättermagen, omasus) hat eine Bohnen- oder Nierenform. Die Richtung seiner Längsaxe geht von vorn-links nach hinten-rechts. Sein linkes stumpfes Ende stösst an den rechten Umfang des Pansenhalses, sein rechtes stumpfes Ende an den linken Leberlappen. Sein oberer hinterer Rand (der grosse konvexe Bogen) grenzt an den Dickdarm, sein unterer vorderer Rand (der kleine konkave Bogen) grenzt nach links an die obere Wand der Haube, nach rechts an den Kopf des Labmagens. Die vordere rechte Fläche des Psalters ist dem Zwerchfelle zugekehrt, die hintere linke Fläche ruht auf dem vorderen rechten Umfange des rechten unteren Pansensackes. Die Oeffnung an der linken Seite des kleinen Psalterbogens stellt die Verbindung her mit der Haube, die an der rechten Seite: mit dem Labmagen.

Die Schleimhaut des Psalters erhebt sich in zahlreichen Falten (die sogenannten Blätter des Psalters) von vierfach verschiedener Grösse: grosse (Fig. 115 *A*), mittlere *B*, kleine *C* und kleinste *D*. Die Falten entspringen von dem grossen oberen Bogen und von den Seitenflächen des Psalters und ihre freien

Ränder sind sämmtlich dem kleinen unteren Bogen des Psalters zugewendet. Die Falten sind mit einem mehrfach geschichteten, hornartigen Plattenepithel und mit zahlreichen, warzenartigen Hervorragungen besetzt; letztere umfassen rundliche Zellen (Fig. 116 *a'*). In der Schleimhautschicht der Falte finden wir Blutgefässe und einen dicken Strang glatter Muskeln, der mit der Muskelhaut des Psalters im Zusammenhange steht. Letztere ist sehr kräftig entwickelt, namentlich deren in der Längsaxe des Psalters verlaufende Schicht.

Fig. 114.



A Längsschnitt des Psalters vom erwachsenen Schafe ($^2/_3$ N. Gr.).

a Eintrittsstelle des Schlundes,
b Schlundrinne, bei *b'* durchschnitten,
c Seitenwulste derselben,
c' deren Vereinigungsstelle,
d palissadenartig-geordnete Zotten am Eingange zwischen den Psalterfalten,
e Psalterfalten, *f* innere Fläche der Haube,
g Psalterbrücke, *h* gezähnter Rand derselben,
i Klappen am Eingange des Labmagens,
k Ansatz des Labmagens, *l* Blindsack des Psalters.

B Zwei wabenförmige Falteuräume der Haube vom 42-tägigen Saugkalbe ($^1/_2$ N. Gr.).

a' grosse Falte, *b'* mittlere Falte, *c'* kleine Falte.

Drüsen sind in der Schleimhaut des Psalters nicht vorhanden.

Die untere Schleimhautfläche des Psalters, welche etwa die linke, der Haube zunächst liegende Hälfte des kleinen Bogens von innen überzieht, ist frei von Falten und zeigt einen fast glatten Streifen, der seitwärts mit längsgereihten Zotten besetzt ist. Diese Schleimhautfläche des unteren Psalterbogens nenne ich die Psalterbrücke. Sie verbindet die Hauben-Psalteröffnung mit der Psalter-Labmagenöffnung (Fig. 114 *A g*).

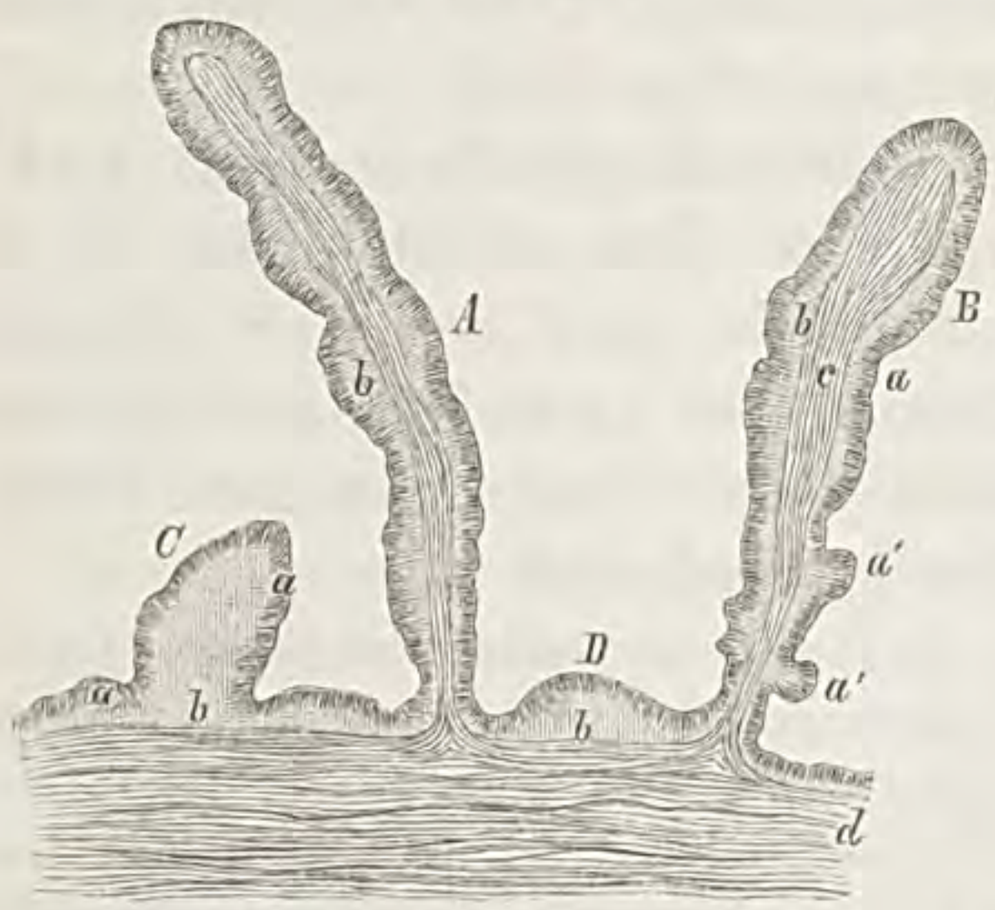
Die Schlundrinne ist die nach rechts sich wendende Fortsetzung des Schlundrohres, welche sich nach abwärts in die Haube öffnet. Trotzdem die Schlundrinne beiderseits von wulstigen Rändern begrenzt ist, so ist doch ein vollständiger Abschluss von der Haube nicht möglich. Die Schlundrinne führt oberhalb der Hauben-Psalteröffnung zwischen die Falten des Psalters. Der Eingang zwischen je zwei Falten wird durch

einen Gang gebildet, der beiderseits von palissadenartig angeordneten Zotten begrenzt wird (Fig. 114 *A d*).

4. Der Labmagen (abomasus) ist die dem einfachen Magen der fleischfressenden Säugethiere entsprechende Abtheilung des Wiederkäuermagens. Derselbe trägt an der Mündung des Psalters zwei Schleimhautklappen, welche diese Mündung gardinenartig verhüllen. Der Anfangtheil des Labmagens (der Kopf) ist weiter als der übrige darmähnliche Theil.

Der Labmagen verläuft mit seiner vorderen konvexen Krümmung (dem grossen Bogen) von der Verbindungstelle mit

Fig. 115.

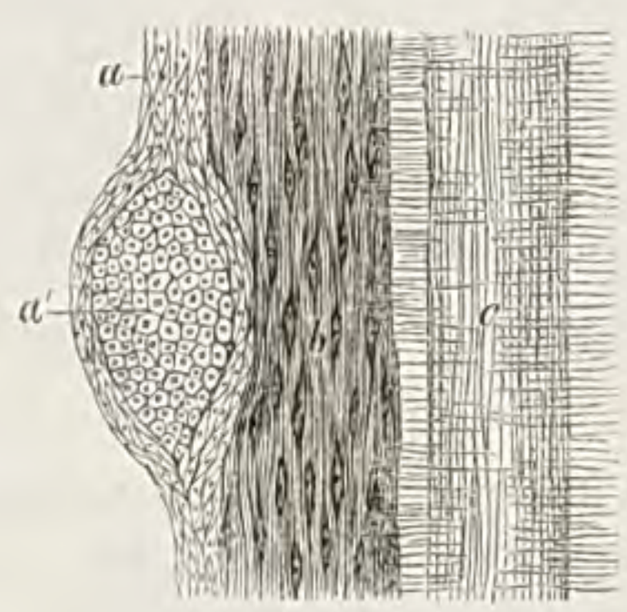


Querschnitt des Psalters vom 1-monatlichen Sauglamme ($^{25}/_{1}$ N. Gr.).

A grosse Falte, *B* mittlere Falte,
C kleine Falte, *D* kleinste Falte,

a Epithel, *a'* warzenförmiger Besatz der Falte,
b Schleimhautschicht der Falte,
c Muskelschicht der Falte,
d Muskelschicht des Psalters.

Fig. 116.



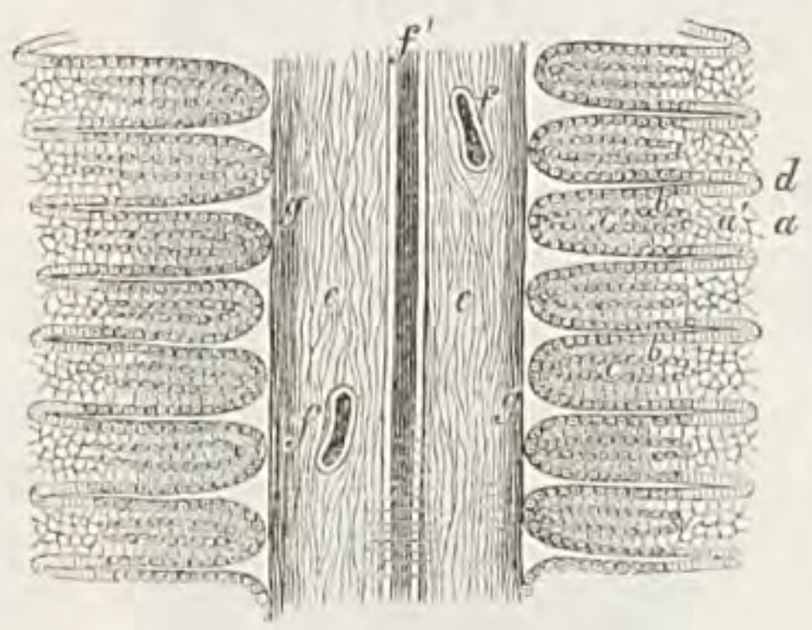
Querschnitt einer Psalterfalte vom 15-tägigen Saugkalbe ($^{200}/_{1}$ N. Gr.).

a Plattenepithel der Falte,
a' Epithel des warzenförmigen Besatzes,
b Schleimhautschicht der Falte,
c Muskelschicht derselben.

dem Psalter nach links und abwärts auf der rechten Hälfte der hinteren Haubenwand, berührt dann den unteren Rand der Leber und wird endlich, bis zu seinem Uebergange in den Gallendarm, von den dünnen Därmen zur Rechten begleitet. Die hintere konkave Krümmung (der kleine Bogen) des Labmagens ist am Anfangtheile desselben (am Kopfe) durch Bindegewebe verbunden mit dem vorderen unteren Umfange des linken oberen Pansensackes und mit dem vorderen oberen Umfange des rechten unteren Pansensackes, den sie nach abwärts theilweise bedeckt.

Die Schleimhaut des Labmagens erhebt sich in mehreren Längsfalten und ihre Oberfläche ist mit einem Zylinderepithele besetzt, das sich in die Magendrüsen hineinsenkt. Diese Einsenkungen (die „Magengrübchen") sind auf der Oberfläche der Schleimhaut schon mit blossen Augen zu erkennen und sie verleihen, in Verbindung mit den dazwischen liegenden Erhebungen, der Schleimhaut eine sammetähnliche, rauhe Oberfläche. Die Magendrüsen sind von gleicher Struktur wie beim Pferde und Schweine. Im Pförtnertheile des Labmagens finden sich Schleimdrüsen; im übrigen Theile Labdrüsen, mit Hauptzellen und Belegzellen. Durch die Längsfalten des Labmagens wird die Drüsensaft absondernde Fläche wesentlich vergrössert (Fig. 117).

Fig. 117.



Querschnitt einer Labfalte vom 1-monatlichen Sauglamme (50/1 N. Gr.).

a Mündung der Drüsenschläuche,
a' Drüsenhals,
b Anfang des Drüsenkörpers,
c Belegzellen,
d Epithel des Drüsenhalses,
e Schleimhaut der Labfalte,
f Blutgefässe,
g Muskelschicht der Schleimhaut.

Die Muskulatur des Labmagens unterscheidet sich nicht wesentlich von der der übrigen Darmtheile. Am Pförtner ist die Muskellage des Labmagens ringförmig verdickt.

Das Grössenverhältniss der vier Magenabtheilungen der wiederkauenden Hausthiere ändert sich mit der Entwicklung des Thieres nach der Geburt. Im neugeborenen Thiere und während der Säugezeit ist das Volumen des Labmagens etwa doppelt so gross wie das des Pansens, während dieser bei erwachsenen Thieren das Volumen des Labmagens um mindestens das Dreifache an Grösse übertrifft. Durch Ausdehnung der Säugezeit, beziehungsweise durch länger dauernde Ernährung mit Milch, oder mit eiweissreichen Futtermitteln, kann die Entwicklung des Pansens (die wesentlich gefördert wird durch frühzeitige Aufnahme von Rauhfuttermitteln) zurückgehalten, die des Labmagens aber begünstigt werden, so dass das Volumen dieser beiden Hauptmagenabtheilungen in erwachsenen Wiederkäuern etwa gleich gross bleibt, oder der Labmagen an Ausdehnung nur wenig dem Pansen nachsteht. Mit dem in Verhältniss zum Pansen grösseren Labmagen wird das erwachsene Thier vorzugsweise befähigt zur Verdauung eiweissreichen Futters; seine Verdauungsthätigkeit nähert sich damit der von fleischfressenden Thieren. Wenn also eine Viehhaltung vorwiegend auf die Verwerthung eiweissreicher Futtermittel angewiesen wäre, so werden diese um so besser verwerthet, je mehr der Labmagen auf Kosten der übrigen Magenabtheilungen, insbesondere des Pansens, sich entwickelt. Umgekehrt wird Rauhfutter um so besser verwerthet, je früher die jungen Wiederkäuer an dasselbe gewöhnt werden und je mehr sich der Pansen auf Kosten des Labmagens

entwickelt. Versuche, welche zur Aufklärung dieser Verhältnisse von mir unternommen wurden, sind dargestellt in meinen „Untersuchungen über den Magen der wiederkauenden Hausthiere“ Berlin 1872 und in meinen „Beiträgen zur landwirthschaftlichen Thierzucht“ Leipzig 1871 Seite 230.

§. 194. *Das Wiederkauen (ruminatio).*

Das erstgekaute Futter fällt in Bissenform durch das Schlundrohr: theils in die Haube, theils in den Pansenhals. Bei jeder Zusammenziehung der Haube wird ihr Futterinhalt nach aufwärts gepresst und grobe Futtermassen treten in den weitesten Ausgang der Haube, nämlich in den Pansenhals. Es gelangt also, theils direkt, theils durch Vermittlung der Haube, alles umfangreiche Futter in den Pansen, wo es an der oberen Wand des oberen Pansensackes fortrückt und in dessen Blindsack längere Zeit verweilt; von hier aus fällt es über den hinteren Pfeiler in den unteren Sack und wird in dessen unteren Blindsack längere Zeit zurückgehalten; hierauf rückt das Futter weiter längs der unteren Wand des unteren Pansensackes, gelangt über den vorderen Pfeiler wieder in den oberen Pansensack und fällt, nachdem es den Pansenhals zum zweiten Male passirt hat, theils in die Haube, theils kehrt es durch den Schlund in die Maulhöhle zurück.

Bei der nächsten Zusammenziehung der Haube wird der aus dem Pansen zurückkehrende Inhalt wieder nach aufwärts gepresst; er gelangt theils durch die Hauben-Psalteröffnung auf die Psalterbrücke und von hier direkt in den Labmagen, theils durch die Schlundrinne zwischen die Falten des Psalters, theils durch die Oeffnung des Schlundrohres in die Maulhöhle, theils in den Pansenhals.

Die Entscheidung: ob das durch die Zusammenziehung der Haube gegen ihre obere Wand gepresste Futter auf die Psalterbrücke, oder mittelst der Schlundrinne zwischen die Psalterfalten, oder in den Schlund, oder in den Pansen tritt, ist im ersten und zweiten Falle davon abhängig: ob es vermöge seines Umfanges die Hauben-Psalteröffnung und die Schlundrinne passiren kann. Flüssigkeiten, sowie kurze breiartige Futtermassen, welche von der Haube nach aufwärts gepresst werden, treten durch die Hauben-Psalteröffnung auf die Psalterbrücke und von da in den Labmagen; kurze, feste Futtermassen treten durch die Schlundrinne zwischen die Falten des Psalters; was aber durch diese beiden Oeffnungen

in den Psalter nicht eindringen kann, das kehrt in den Pansen zurück, falls das Thier den Mageninhalt nicht willkürlich in den Schlund presst. Da, wie erwähnt: quergestreifte Muskelfasern das Schlundrohr begleiten bis zur Eintrittstelle zwischen Pansenhals und Haube, auf deren oberen Wand sie sich ausbreiten, so wird durch die Wirkung dieser Muskelfasern, im Vereine mit der Presse der Bauchmuskeln und des Zwerchfellmuskels, der Inhalt des Pansenhalses und der Haube, dessen Bestandtheile zu gross sind zum Eintritte in den Psalter, willkürlich in den Schlund gepresst, um in der Maulhöhle wiedergekaut und nochmals eingespeichelt zu werden. Sobald die quergestreiften Muskelfasern am Pansenhalse und an der oberen Haubenwand sich verkürzen, kann aus der Haube kein Futter in den Pansenhals eintreten, weil dieser durch die willkürlichen Muskelfasern zusammengeschnürt und sein Inhalt gegen die Schlundöffnung gepresst wird.

Wenn das Futter wiedergekaut und nochmals eingespeichelt ist, so kehrt es durch das Schlundrohr entweder in die Haube zurück, oder es wird durch die Schlundrinne zwischen die Falten des Psalters gepresst. Flüssigkeiten und sehr kurzes breiiges Futter, welches keinen Zusammenhalt hat, gelangen in die Haube und werden bei der nächsten Zusammenziehung derselben durch die Hauben-Psalteröffnung längs der Psalterbrücke in den Labmagen befördert; feste Futterbissen aber, welche zusammenhalten, also namentlich Rauhfutterbissen, schieben sich durch die Schlundrinne, die bei vollständiger Zusammenziehung der Haube geschlossen*) ist, zwischen die Falten des Psalters. Durch die Zusammenziehung der Psaltermuskeln wird dann der zwischen dessen Falten befindliche Inhalt allmälig abwärts auf die Psalterbrücke gepresst; durch die Verkürzung ihrer Längsmuskelfasern gelangt er in den Labmagen. Futterbestandtheile, welche sich bereits auf der Psalterbrücke befinden, können nicht mehr zwischen die soffitenartig herabhängenden Psalterfalten eintreten.

Flüssigkeiten jeder Art, also auch die Milch, fallen durch jeden Schluck in die Haube (zum Theil auch in den Pansen) und werden erst durch deren Zusammenziehung auf die Psalterbrücke gebracht, auf welcher gefärbte Flüssigkeiten stets eine Spur zurücklassen (was man an Thieren erkennt, welche unmittelbar nach der Aufnahme solcher Flüssigkeiten getödtet wurden).

*) Dieser Verschluss reicht jedoch für Flüssigkeiten nicht aus.

Für das Wiederkauen ist eine gewisse feste Masse des Futters, namentlich langes Rauhfutter erforderlich. Erhalten wiederkauende Hausthiere nur kurzes und breiiges Futter (z. B. Kleien und Rüben ohne Langfutter), so hört das Wiederkauen auf oder es vermindert sich, wenn nicht die Thiere durch Fressen ihrer Streu oder durch Nagen an Holz, Abzupfen von Haaren oder Wolle, sich die zum Wiederkauen erforderliche Masse verschaffen. Insbesondere das Wollefressen der Schafe ist meistens die Folge von zu wenig fester Masse im Futter; es kann vorkommenden Falles durch Zufuhr grösserer Massen Rauhfutters behoben werden.

§. 195. *Der Dünndarm (intestinum tenue).*

Der Dünndarm reicht vom Pförtner des Magens bis zur Dünndarmklappe des Blinddarmes. Er hängt in einer an der Lendenwirbelsäule befestigten Bauchfellfalte, welche seine äussere Schicht (die seröse Haut) bildet, und die als Dünndarmgekröse bezeichnet wird; da das Gekröse eine geringere Flächenausdehnung hat als der Dünndarm, so bildet dieser zahlreiche bogenförmige Schlingen. Der Dünndarm erfüllt den mittleren und hinteren Theil der Bauchhöhle und liegt beim Pferde oberhalb des Dickdarmes, beim Schweine auf der unteren Bauchwand und bei den wiederkauenden Hausthieren oberhalb des linken oberen Pansensackes, sowie zur rechten Seite des rechten unteren Pansensackes und des Labmagens.

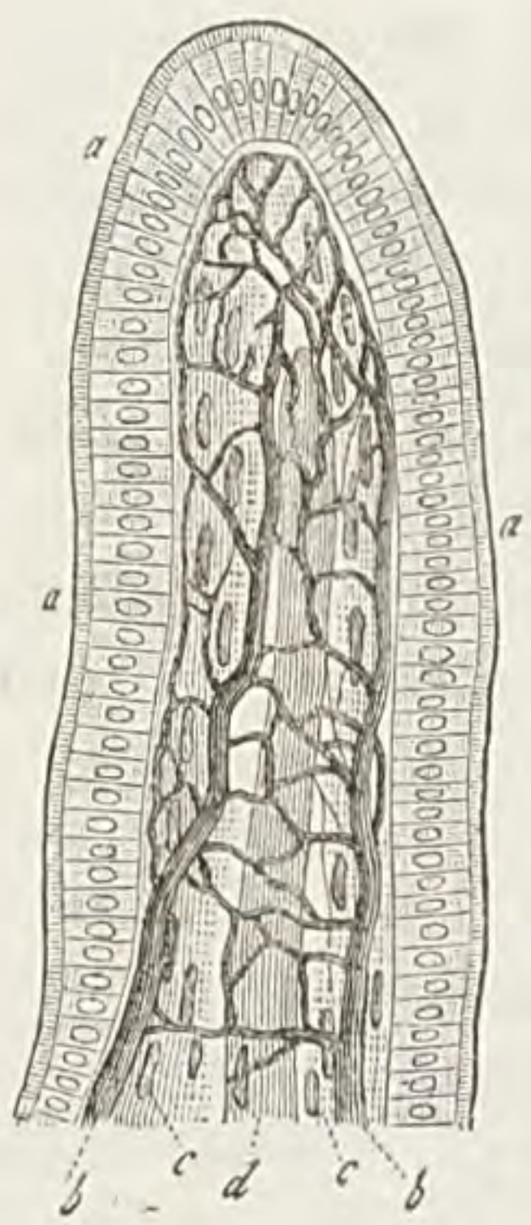
Der Anfangtheil des Dünndarmes, dessen Gekröse nur kurz ist und der zur linken Seite der Leber liegt, wird Gallendarm (Zwölffingerdarm, duodenum) genannt; er reicht vom Pförtner des Magens bis zur rechten Niere.

Die Schleimhaut des Dünndarmes enthält überall Zotten, sowie Verdauungsdrüsen von zweierlei Art, nämlich traubenförmige (sogenannte „Brunner'sche") Drüsen und schlauchförmige (sogenannte „Lieberkühn'sche") Drüsen. Erstere liegen beim Pferde in grösserer Zahl im Gallendarme, kommen aber noch im anliegenden Theile des Dünndarmes vor (nach Franck bis zu $7^1/_2$ Meter Entfernung vom Pförtner); bei den Wiederkäuern und dem Schweine aber sind sie allein auf den Gallendarm beschränkt. Die Eigenschaften ihres Saftes sind noch nicht genügend bekannt; wahrscheinlich sondern sie nur Schleim ab. Die schlauchförmigen Drüsen sind über den ganzen Dünndarm verbreitet; sie haben einen ähnlichen Bau wie die Magenschleimdrüsen und sondern den Dünndarmsaft ab.

Ausserdem enthält der Dünndarm zahlreiche Lymphdrüsen, die entweder einzeln (als „solitäre Follikel“) oder haufenweise (als „Peyer'sche“ Drüsenhaufen) vorkommen. Den Bau dieser dem Kreislaufapparate angehörenden Organe werden wir erst später kennen lernen (in §. 207).

Die den Dünndarm kennzeichnenden Formbestandtheile, wodurch sich jener vom Dickdarme wesentlich unterscheidet, sind die Zotten, die aus verlängerten Schleimhautpapillen bestehen, welche ein umfangreiches Blutgefässnetz (Fig. 118), sowie Lymphgefässe und glatte Muskeln enthalten. Die Oberfläche der Zotte ist von einem zylinderförmigen Epithele überzogen, das einen schmalen Saum trägt, der von zahlreichen feinsten Poren durchzogen ist (Fig. 118). Die letzteren gestatten den gelösten, sowie den fein vertheilten (emulgirten) Futtermitteln den Durchtritt zu den Lymphräumen, beziehungsweise Lymphgefässen, im Inneren der Zotte. Nach der Auffassung Anderer besteht jener Epithelsaum der Dünndarmzotte aus kurzen feinen Stäbchen, in deren Zwischenräumen die Nährstofflösungen unmittelbar eintreten. Jedenfalls findet, man mag den Epithelsaum als mit Porenkanälchen oder mit Stäbchen besetzt annehmen, ein Durchtritt von Nährstofflösungen in das Innere der Epithelzelle statt, von wo aus die Lymphräume der Zotte und das aus denselben entstehende Chylusgefäss sich mit der Nährstofflösung (Chylus) füllt. Da in die Zotte, aus der Muskelhaut des Darmes, auch glatte Muskelfasern eintreten, so wird der Chylus durch

Fig. 118.



Längsschnitt einer Dünndarmzotte.

a Zylinderepithel mit porösem Saum, *b* Blutgefässnetz, *c* Längslagen glatter Muskeln, *d* Chylusgefäss.

Fig. 119.

Blutgefässnetz einer Darmzotte vom Hasen.

a venöser Stamm, *b* arterieller Stamm, *c* Haargefässnetz.

die Verkürzungen derselben fortbewegt; er gelangt, nachdem er zahlreiche Lymphdrüsen passirt hat, schliesslich in den Stamm der Sauggefässe, nämlich in den Milchbrustgang.

Die Muskelhaut des Dünndarmes zeigt keine Verschiedenheiten von der der übrigen Darmtheile.

Die seröse Haut steht, wie erwähnt, mit dem Bauchfelle durch die als Gekröse bezeichnete Bauchfellfalte in Verbindung. In dem Gekröse verlaufen Blut- und Lymphgefässe, sowie die Nervenfasern des sympathischen Geflechtes zur Darmwand.

§. 196. *Der Dickdarm (intestinum crassum).*

Der Dickdarm reicht von der Dünndarm-Blinddarmklappe bis zur Oeffnung des Afters. Beim Pferde und Schweine kann man deutlich drei Abtheilungen des Dickdarmes unterscheiden: den Blinddarm (intestinum coecum), den Grimmdarm (intestinum colon) und den Mastdarm (intestinum rectum); bei den Wiederkäuern ist nur die Grenze zwischen Blinddarm und Grimmdarm bestimmt zu erkennen, während der Grimmdarm ohne besondere Grenze in den Mastdarm übergeht. Blinddarm und Grimmdarm des Pferdes haben ihr besonderes schmales Gekröse, während der Mastdarm mit dem Gekröse des Dünndarmes zusammenhängt. Wiederkäuer und Schweine haben ein gemeinsames Gekröse für den ganzen Darm. Bei dem Pferde und dem Schweine ist der Dickdarm mit zahlreichen, taschenförmigen Ausbuchtungen versehen, die durch ringförmige Einschnürungen von einander getrennt sind. Diese Ausbuchtungen (sogenannte Poschen) entstehen dadurch, dass die Längsmuskelfasern den Darm nicht gleichmässig umgeben, sondern stellenweise zu dickeren Strängen (sogenannten Bandstreifen) zusammentreten, welche kürzer sind als die übrige Haut, wodurch diese in Falten zusammengezogen wird.

Der Blinddarm ist am grössten beim Pferde; er hat hier die Bedeutung eines zweiten Magens. Seine Länge beträgt etwa 1 Meter; sein breiterer blinder Anfangtheil (der „Grund“) liegt in der rechten Flankengegend, von wo aus das Mittelstück und die blind endende Spitze sich schräg nach vorn erstrecken, so dass die Spitze fast den Schaufelknorpel des Brustbeines erreicht. Mit dem Mittelstücke des Blinddarmes verbindet sich bei allen

Haussäugethieren unter einem spitzen Winkel der Dünndarm; seine Mündung in den Blinddarm ist von einer Schleimhautfalte (der Dünndarm-Blinddarmklappe) umgeben. Bei den Wiederkäuern und dem Schweine geht der Blinddarm ohne bestimmte äussere Grenze in den Grimmdarm über, während beim Pferde die Mündung des Grimmdarmes dicht neben der des Dünndarmes liegt und der Anfangtheil des Grimmdarmes nur wenig grösser ist als der Endtheil des Dünndarmes. Diese beiden Darmabschnitte erscheinen also in den Blinddarm gleichsam eingesetzt. Das aus dem Dünndarme anlangende Futter wird im Blinddarme einer ähnlichen kreisförmigen Bewegung unterworfen wie im Magen und das Futter kehrt zu seiner Eintrittsstelle wieder zurück, um durch die etwas weitere Grimmdarmöffnung auszutreten, welche ebenfalls durch eine Schleimhautfalte (der Grimmdarmklappe) verengert ist.

Der Grimmdarm ist beim Pferde bedeutend weiter als der Mastdarm, der plötzlich verengert aus jenem hervorgeht, während bei den Wiederkäuern und dem Schweine diese beiden letzten Abschnitte des Dickdarmes ohne bestimmt erkennbare Grenze in einander übergehen. Der Grimmdarm des Pferdes bildet eine grosse Darmschlinge, welche auf der unteren Bauchwand aufliegend, von der rechten Flanke aus in einem nach vorn konvexen Bogen, den Blinddarm umkreist, sich dem Schaufelknorpel des Brustbeines nähert, hier umkehrt und an der linken Seite des Blinddarmes bis zur linken Flanke verläuft, wo er in den etwas kürzeren und viel engeren Mastdarm übergeht.

Bei den Wiederkäuern und dem Schweine ist der Grimmdarm länger, aber enger als beim Pferde; er hat einen mehr gewundenen Verlauf, während der Mastdarm der Wiederkäuer und Schweine verhältnissmässig kürzer und weiter ist.

Die Schleimhaut des Dickdarmes enthält schlauchförmige, sogenannte Lieberkühn'sche Drüsen, aber keine Zotten.

Die Muskelhaut zeigt in ihrer äusseren Längsfaserschicht beim Pferde und Schweine die bereits erwähnten Verdickungen (Bandstreifen), welche den Wiederkäuern fehlen. Bei allen Haussäugethieren verdickt sich an der Mastdarmöffnung die Ringfaserschicht zu einem besonderen unwillkürlichen Muskel — dem inneren Kreismuskel des Afters. Der äussere Umfang des Afters ist von mehreren willkürlichen Muskeln umgeben: dem äusseren Kreismuskel (musc. sphincter ani ext.), dem Becken-

muskel (musc. retractor ani) und dem Dammmuskel des Afters (musc. transversus perinaei), welche den After öffnen und schliessen.

Wie der Magen, so ist auch die Länge und Weite des Gesammtdarmes abhängig von der Ernährungsweise. Bei der grossen Veränderlichkeit in der Länge des Darmkanales, die bei gleichartigen Thieren und bei gleicher Ernährungsweise vorkommt, sind die Beziehungen der Darmlänge zur Ernährungsweise allerdings schwierig festzustellen. Die Untersuchungen von Hugo Crampe*) machen solche Beziehungen wohl zweifelhaft. Dagegen bestätigen dieselben die Beziehungen der Weite des Darmkanales zur Form der Nahrung. Wenig nahrhaftes, beziehungsweise massiges Futter vermehrt die Weite des Darmkanales und selbstverständlich auch das Gewicht der Eingeweide. Dadurch können mancherlei Nachtheile entstehen für die Entwicklung der Frucht bei weiblichen Thieren, für die Entwicklung der Wirbelsäule bei Jungvieh u. s. w. Durch ein im Verhältniss zum Gesammtkörper zu grosses Gewicht der Baucheingeweide kann Senkrücken entstehen, oder sich doch eine zu geringe Wölbung der Wirbelsäule entwickeln. Je mehr der Darmkanal sich erweitert und das Gewicht der Baucheingeweide sich vermehrt, desto schwerfälliger wird das Thier, desto mehr Muskelkraft muss es aufwenden, um sein eigenes Körpergewicht zu tragen. Dagegen wird durch nahrhaftes und konzentrirtes Futter der Darmkanal weniger ausgedehnt, weniger Raum in der Bauchhöhle beansprucht und das Körpergewicht weniger beschwert.

Der Einfluss, den die Ernährungsweise ausübt auf die Entwicklung des Darmkanales, bleibt immerhin gross genug, selbst wenn nur die Weite desselben dadurch betroffen würde. Meine eigenen Untersuchungen, die sich bis jetzt allerdings nur auf ein wenig zahlreiches Material erstrecken, lassen es indessen wahrscheinlich erscheinen, dass auch die Länge des Darmkanales und damit die Ausdehnung seiner verdauenden Schleimhautfläche, von der Ernährungsweise beeinflusst wird, in ähnlicher Weise, wie ich das nachgewiesen habe vom Magen der wiederkauenden Hausthiere in meinen „Untersuchungen" und in meinen „Beiträgen zur landwirthschaftlichen Thierzucht".

§. 197. *Die Bauchspeicheldrüse (pancreas).*

Die Bauchspeicheldrüse liegt unter den Pfeilern des Zwerchfelles, zum Theile in dem kurzen Gekröse des Gallendarmes; sie ist mit der Leber, dem Magen und dem Gallendarme durch Bindegewebe verbunden. Beim Pferde und Schweine grenzt die Bauchspeicheldrüse links an die Milz und die linke Niere, rechts an die rechte Niere; bei den Wiederkäuern liegt sie dem linken oberen Pansensacke an.

*) „Vergleichende Untersuchungen über das Variiren in der Darmlänge und in der Grösse der Darmschleimhautfläche bei Thieren einer Art" in Reichert's und du Bois-Reymond's Archiv 1872, S. 659.

Die Bauchspeicheldrüse besteht aus einem Hauptstücke (dem Kopfe), das mit dem Gallendarme verbunden ist, und aus dem linken grösseren und dem rechten kleineren Lappen; zwischen beiden verläuft die Pfortader.

Das Gewebe der Bauchspeicheldrüse ist ähnlich dem der Kopfspeicheldrüsen. Es besteht aus traubenförmig den Ausführungsgängen anhängenden Drüsenbläschen, die mit rundlichen Zellen erfüllt sind. Die Ausführungsgänge besitzen eine innere, mit Zylinderepithel besetzte Schleimhaut; sie vereinigen sich zu einem gemeinsamen Ausführungskanale (ductus pancreaticus s. Wirsungianus), der bei dem Pferde und den Wiederkäuern mittelst des Gallenganges in den Gallendarm mündet. Die Bauchspeicheldrüse des Pferdes besitzt ausserdem noch einen zweiten, kleineren Ausführungskanal (ductus pancreaticus minor s. Santorini), der direkt in den Gallendarm mündet, an der der Mündung des Gallenganges entgegengesetzten Seite. Auch beim Schweine mündet der einzige Ausführungskanal direkt in den Gallendarm.

Die Drüse sondert den Bauchspeichel ab, der zur Zeit der Verdauung, wo die Drüse dunkler gefärbt erscheint (welchen Zustand man als „Ladung" bezeichnet), zähflüssig ist, alkalisch reagirt und die Eigenschaft besitzt: Eiweissstoffe zu lösen und in aufsaugungsfähiges Pepton überzuführen, Fette zu emulgiren und in Glycerin und freie Fettsäuren zu zerlegen, sowie Stärkmehl in Traubenzucker umzuwandeln. Ausserhalb der Verdauungszeit ist die Drüse blasser („nicht geladen"); ihr Saft ist alsdann wässeriger und er entbehrt der eiweissverdauenden Eigenschaft, die man der Wirkung eines besonderen Fermentes (dem Trypsin) zuschreibt. Die Umwandlung von Stärkmehl, sowie die Spaltung und Verseifung der Fette soll durch andere Fermente bewirkt werden.

§. 198. *Die Leber (hepar).*

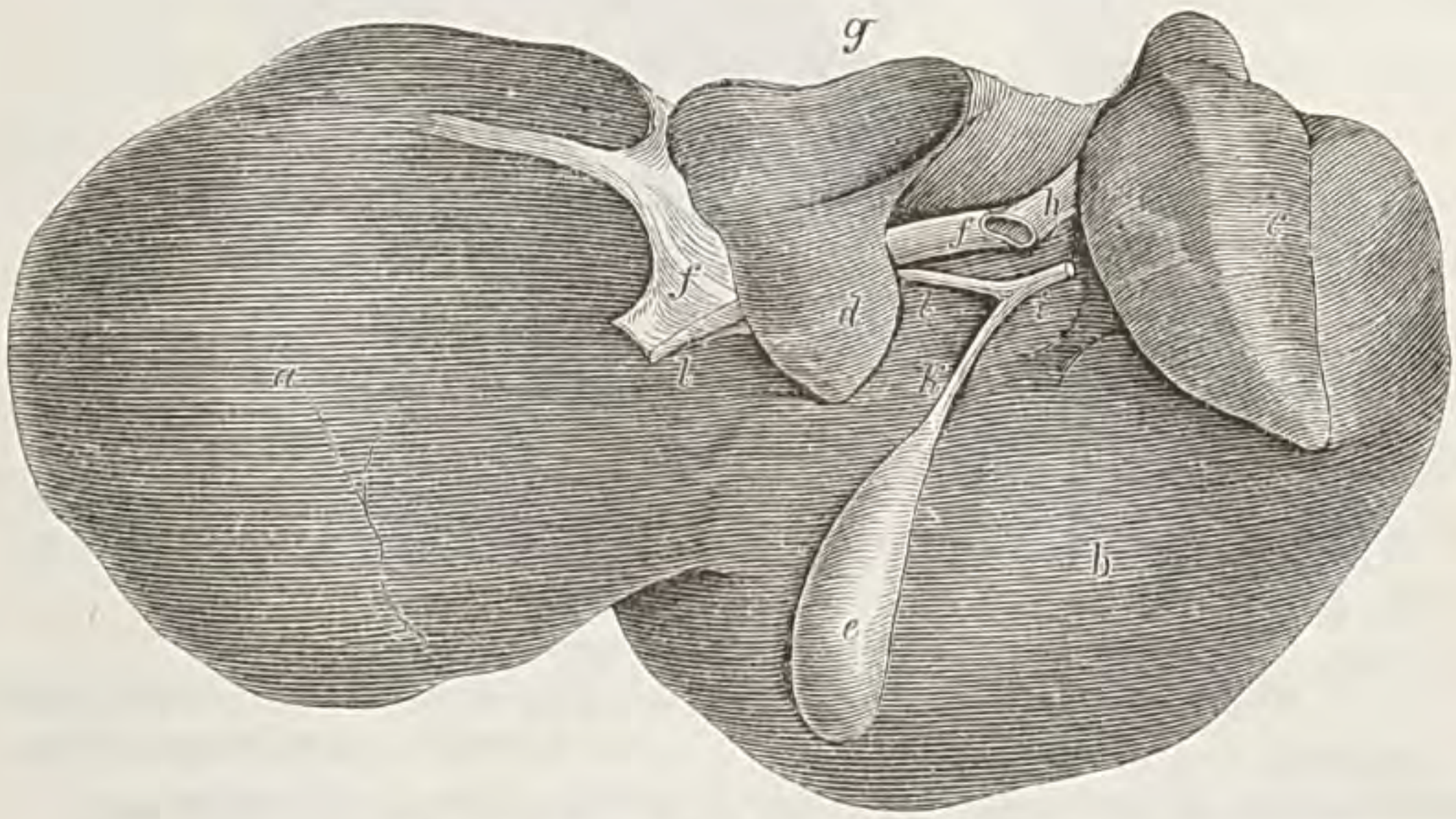
Die Leber ist die grösste Drüse des Thierkörpers. Sie liegt, vom Bauchfelle überzogen (durch dessen Falten sie an das Zwerchfell, an die rechte Niere, sowie an den Magen und den Gallendarm befestigt ist), in der rechten Hälfte der vorderen Bauchhöhle, unmittelbar hinter dem Zwerchfelle, welchem sie ihre vordere konvexe Fläche zukehrt. Zur rechten Seite wird

sie umfasst von den falschen Rippen, nach links grenzt sie an den Magen (bei den Wiederkäuern an den Labmagen) und an den Dünndarm, nach hinten an die rechte Niere.

Die äussere Form der Leber kennzeichnet sich durch mehrere Lappen; man unterscheidet einen linken und einen rechten Hauptlappen und bei verschiedenartigen Thieren verschiedene Nebenlappen. Die Lappen lassen sich nur an der hinteren, der Bauchhöhle zugewendeten, schwach konkaven Fläche der Leber, vollständig übersehen.

Das Pferd hat zwischen dem unteren Umfange des rechten und linken Hauptlappens einen Mittellappen und am oberen

Fig. 120.



Hintere Fläche der Leber vom Schafe.

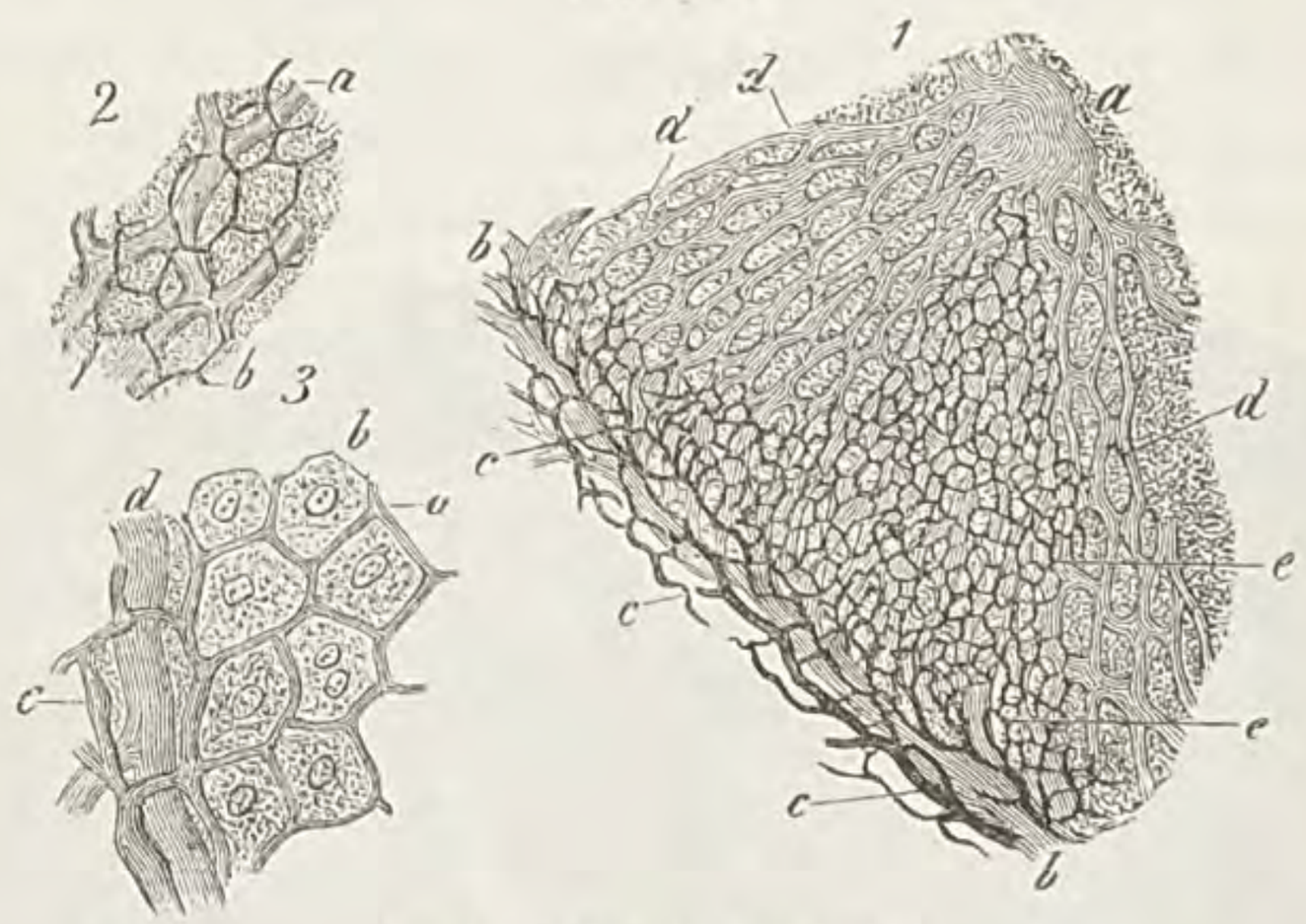
a linker Leberlappen, *b* rechter Leberlappen,
c Spigel'scher Lappen,
d viereckiger Lappen, *e* Gallenblase,
f Leberpforte mit der Pfortader,
g oberer Rand der Leber,
h rechter Pfortaderast,
i gemeinschaftlicher Gallengang, abgeschnitten,
k Blasengallengang, *l* Lebergallengang.

Rande des rechten Hauptlappens einen kleinen Nebenlappen, den sogenannten Spigel'schen Lappen. Oberhalb des Mittellappens liegt eine von Blutgefässen erfüllte, schräg von rechts-oben nach links-unten verlaufende Rinne, die sogenannte Leberpforte, in welche Blut- und Gallengefässe, Saugadern und Nerven, sowie eine bindegewebige Scheide (die Glisson'sche Kapsel) eintreten. Oberhalb der Leberpforte zeigt der obere Rand der Leber zwei Ausschnitte, einen rechten zur Aufnahme der unteren Hohlvene, einen linken zum Durchtritte des Schlundes.

An Stelle dieser Ausschnitte befindet sich bei den Wiederkäuern und dem Schweine der obere Mittellappen (der viereckige Lappen), der bei den Wiederkäuern die Leberpforte, beziehungsweise die Pfortader mehr oder weniger bedeckt (Fig. 120). Den Wiederkäuern fehlt der untere Mittellappen, das Schwein aber besitzt deren zwei, einen rechten und einen linken; dagegen ist sein oberer Mittellappen kleiner als bei den Wiederkäuern.

Das braun (leberbraun) gefärbte, sehr blutreiche, und im lebenden Zustande weiche Gewebe der Leber besteht aus zahlreichen Läppchen (Fig. 121, 1), die aus polygonalen Zellen

Fig. 121.



Aus der Leber des Kaninchens.

1 Theil eines Läppchens:
a Lebervene, *b* Pfortaderast,
c Gallengänge, *d* Gefässnetz der Pfortader,
e Gallengefässnetz.

2 Lage des Gallengefässnetzes *b* zum Blutgefässnetze *a*.

3 Gallengefässnetz in seiner Anordnung zu den Leberzellen (starke Vergrösserung):
a Gallengefässe, *b* Leberzellen,
c Gallenkanälchen,
d Haargefäss der Blutbahn.

und einem zweifachen Gefässnetz zusammengesetzt sind, welche unter sich durch eine bindegewebige Stützsubstanz zusammengehalten werden.

Die Leberzellen (Fig. 121, 3*b*) sind unregelmässig geformte, stumpfwinkelige Gebilde von etwa 0·02 Millimeter Durchmesser, die einen Kern und einen zähflüssigen Inhalt besitzen, welcher letzterer zahlreiche Elementarkörnchen enthält.

Das Gefässnetz der Leber besteht aus Blutgefässen und Gallengefässen.

Die Blutgefässe stammen aus zwei Quellen: aus der Leberarterie und aus der Pfortader. Die Leberarterie führt

hellrothes, sauerstoffreiches Blut, das zur Ernährung des Lebergewebes dient und in das Haargefässnetz der Pfortader übergeht.

Die Pfortader führt das aus den Darmvenen gesammelte dunkelrothe und sauerstoffarme Blut (welches das Material liefert für die Gallenbereitung) in die sogenannte Leberpforte, wo sie sich in mehrere Aeste spaltet. In der Substanz der Leber löst sie sich in ein Haargefässnetz auf, dessen Zweige die Leberläppchen kreisförmig umgeben; von diesen sogenannten Interlobularvenen aus treten Aeste, welche radienförmig zur Mitte des Läppchens verlaufen, zwischen die Reihen der Leberzellen. In der Mitte jedes Leberläppchens sammeln sich die letzterwähnten Haargefässe der Pfortader zu einem Zentralgefässe (der sogenannten Intralobularvene), welches den Anfang eines der zahlreichen Lebervenenäste bildet. Jedes Leberläppchen hängt an seiner zentralen Lebervene wie die Beere an ihrem Stiele. Die Lebervenen treten zu mehreren grösseren Aesten zusammen, die in die hintere Hohlvene münden.

Das Gallengefässnetz verbreitet sich, das Pfortadernetz begleitend, überall in den Leberläppchen und die feinen Gallenhaargefässe umgeben die einzelnen Leberzellen. Aus dem feinen Gallengefässnetze sammeln sich zwischen den Leberläppchen die feinen Gallenkanälchen, die zu mehreren Lebergallengängen (ductus hepatici) zusammentreten, die sich endlich zum Gallengange (ductus choledochus) vereinen, der beim Pferde zusammen mit dem grossen Bauchspeicheldrüsenkanale im Gallendarme mündet.

Bei den Wiederkäuern und dem Schweine stehen die Lebergallengänge durch den Blasengallengang (ductus cysticus) mit der Gallenblase (vesica fellea) in Verbindung, welche die Galle sammelt und durch den gemeinschaftlichen Gallengang, in den Gallendarm austreten lässt. Die Gallenblase liegt bei den Wiederkäuern zwischen beiden Hauptlappen, beim Schweine am rechten Mittellappen. Beim Rinde überragt die Gallenblase den unteren Rand der Leber.

Das Gewebe der Gallengänge besteht aus einer äusseren, mit zahlreichen elastischen Fasern versehenen fibrösen Haut und einer inneren Schleimhaut, welche zahlreiche traubenförmige Schleimdrüsen (Gallengangdrüsen) enthält und mit einem Zylinderepithele besetzt ist. Die Gallenkanälchen und die Gallenhaargefässe besitzen nur eine einfache strukturlose

Haut, welche ein Plattenepithel trägt. Die Schleimhaut der Gallenblase ist von glatten Muskelbündeln umgeben, welche auch den gemeinschaftlichen Gallengang begleiten.

Die von den Leberzellen abgesonderte Galle ist eine klare, dunkelgelbe oder grünliche Flüssigkeit, von etwas zäher Beschaffenheit und von alkalischer Reaktion. Die wesentlichen Bestandtheile der Galle in etwa 90 Prozent Wasser sind: 1. zwei gepaarte Gallensäuren, nämlich Glykocholsäure (Cholalsaures Glycin) und Taurocholsäure (Cholalsaures Taurin), welche beide an Natrium gebunden sind; 2. zwei Farbstoffe, einen grünen (Biliverdin) und einen rothen (Bilirubin); 3. anorganische Salze und zwar vorwiegend Chlornatrium. Ausserdem enthält die Galle an unwesentlichen, beziehungsweise schwankenden Bestandtheilen: einen fettartigen Körper (das Cholesterin) und Schleim, wahrscheinlich aus den Gallengangdrüsen stammend. Von den oben erwähnten Säuren und Farbstoffen enthält die Galle der landwirthschaftlichen Haussäugethiere vorwiegend Glykocholsäure und Biliverdin.

Die Galle wird beständig in den Leberzellen abgesondert und zur verdauungsfreien Zeit in der Gallenblase gesammelt; nur beim Pferde findet letzteres nicht statt und es fliesst die Galle beständig ab. Die Gallenabsonderung zur Zeit der Verdauung ist aber stärker, in Folge des zu den Verdauungsorganen reichlicher zufliessenden Blutes. Die Menge der binnen 24 Stunden abgesonderten Galle ist berechnet worden: beim Pferde auf 6 Kilo, beim Schweine auf 2 Kilo, beim Schafe auf $^1/_2$ Kilo.

Die Galle übt folgende Wirkung im Darmkanale aus:

1. sie bewirkt eine feine Vertheilung (Emulsion) der Fette und eine Lösung der vom Bauchspeichelfermente gespaltenen Fettsäuren. Diese Lösung geschieht durch Seifenbildung, wobei das Natrium der gallensauren Salze sich mit den Fettsäuren verbindet; eine Zerlegung neutraler Fette durch die Galle findet nicht statt.

2. sie erleichtert durch Benetzung des Zottenepithels im Dünndarme den Durchtritt der Fette durch die Poren desselben;

3. sie befördert die Bewegung des Darmkanales;

4. sie wirkt fäulnisswidrig.

Die bei der Zersetzung mit den Nahrungsfetten abgeschiedenen Gallensäuren werden im Darmkanale grösstentheils aufgesogen und im thierischen Haushalte wieder verwendet.

Die Funktion der Leber ist mit der Gallenerzeugung keineswegs erschöpft. Sie ist auch die Bildungsstätte des Glykogens, eines dextrinähnlichen Körpers, der durch ein in den Leberzellen gebildetes diastatisches Ferment in Zucker umgewandelt wird (siehe auch §. 237 und 338).

§. 199. *Die Mechanik des Verdauungsapparates.*

Nach der verschiedenartigen Funktion können wir an dem Verdauungskanale drei Abtheilungen unterscheiden, die wir als Vorderdarm, Mitteldarm und Hinterdarm bezeichnen.

Zum Vorderdarme gehören: die Maulhöhle und der Schlund; diese erste Abtheilung des Verdauungskanales beginnt mit dem Maule und endet mit dem Magenmunde*). Die mechanische Funktion des Vorderdarmes ist die Zerkleinerung und Erweichung des Futters; seine chemische Funktion ist zweifelhaft**). Die Verdauungssäfte, welche dem Vorderdarme zur Verfügung stehen, sind: Maulspeichel und Schleim. Die chemische Reaktion ist alkalisch.

Der Mitteldarm besteht aus dem Magen (beziehungsweise aus dem Darmtheile desselben) und aus dem Dünndarme; er beginnt am Magenmunde und endet an der Dünndarm-Blinddarmklappe (Bauhin'schen Klappe). Seine mechanische Funktion ist: die Lösung der Eiweisskörper, die feine Vertheilung (Emulgirung) der Fettkörper und die Aufsaugung der gelösten Nährstoffe; seine chemische Funktion ist: die Umwandlung von Stärkmehl in Dextrin und Traubenzucker, von festem Eiweiss in Pepton, sowie die Zersetzung, beziehungsweise Verseifung der Fette. Die Verdauungssäfte des Mitteldarmes sind: Magensaft, Bauchspeichel, Galle, Dünndarmsaft und Schleim. Die chemische Reaktion im Magen ist sauer, im Dünndarme alkalisch.

---

*) Eigentlich gehört der Magen der landwirthschaftlichen Haussäugethiere theils zum Vorderdarme, theils zum Mitteldarme. Beim Pferde und Schweine gehört der Schlundtheil des Magens zum Vorderdarme, der Darmtheil zum Mitteldarme; bei den Wiederkäuern gehört der grösste Theil des Magens, nämlich die ersten 3 Abtheilungen, zum Vorderdarme, und nur der Labmagen zum Mitteldarme. Da die Verdauungsthätigkeit des Magens aber der des Dünndarmes näher steht, so rechne ich den ganzen Magen zum Mitteldarm.

**) Die Gegenwart eines zuckerbildenden Fermentes im Speichel der pflanzenfressenden Hausthiere ist in neuester Zeit bestritten worden.

Der Hinterdarm besteht aus dem Dickdarme; er beginnt an der Dünndarm-Blinddarmklappe und endigt am After. Seine mechanische Funktion ist hauptsächlich die Ausscheidung des Nichtverdauten und nur im Anfangtheile dient er noch der Aufsaugung; seine chemische Funktion ist hauptsächlich die Umwandlung von Rohfaser in Traubenzucker, die wahrscheinlich im Blinddarme stattfindet. Die Aufsaugung und die Lösung von Eiweiss geschieht im Dickdarme nur noch im geringen Grade; die Umwandlung von Stärkmehl und Fett kommt hier nicht mehr zu Stande. Als Verdauungssaft steht dem Hinterdarme allein der Dickdarmsaft zur Verfügung. Die chemische Reaktion des Dickdarminhaltes ist sauer.

Im ganzen Verdauungskanale ist die Absonderung seiner Säfte (des Speichels, des Schleimes, des Labsaftes und des Darmsaftes) bedingt durch den mechanischen Reiz, den die Futtermittel auf die Wände des Verdauungskanales ausüben; auf die Speichelabsonderung wirkt auch die Kaubewegung.

Als besondere Verdauungsstätten haben wir, mit Rücksicht auf die ihnen eigenthümliche mechanische und chemische Funktion, zu betrachten: 1. die Maulhöhle, 2. den Magen, 3. den Gallendarm, 4. den übrigen Theil des Dünndarmes, 5. den Blinddarm, 6. den übrigen Theil des Dickdarmes.

1. Die Maulhöhle dient der Zerkleinerung der Futters durch die Zähne, sowie der Erweichung desselben. Die Stärkmehlzersetzung durch ein zuckerbildendes Ferment des Speichels ist unter den landwirthschaftlichen Hausthieren wohl nur dem Schweine eigenthümlich; Pferden und Wiederkäuern fehlt jenes Ferment. Die Bewegung des Futters in der Maulhöhle geschieht durch die Zungen- und Backenmuskeln. Indem durch deren Verkürzung die Speicheldrüsen gepresst werden, wird der Speichel abgesondert. Sobald das in die Maulhöhle aufgenommene Futter in dem Grade zerkleinert und erweicht ist, dass es die Schlundenge passiren kann, wird zwischen Zungenrücken und hartem Gaumen der Bissen geformt, wobei die Spitze der Zunge gegen den harten Gaumen angedrückt, die Wurzel derselben gesenkt und nach hinten gezogen wird. Die letztbezeichnete Bewegung geschieht durch den Zungenbeinmuskel der Zunge, der gleichzeitig das Zungenbein und den Kehlkopf hebt; indem dann der Bissen die Zungenwurzel passirt, drückt er den Kehldeckel über den Eingang des Kehlkopfes und gleitet über denselben in den

Schlundkopf, wo er von dessen willkürlichen Muskeln erfasst und in den Schlund hinabgepresst wird. Dem Bissen wird der Eingang in die Nasenhöhle von hinten dadurch verwehrt: dass vermöge der Verkürzung der in den Schlund-Gaumenfalten eingeschlossenen Muskeln, diese Falten sich beiderseits einander nähern und der mittlere Theil des Gaumensegels, welcher durch die Verkürzung des Gaumenhebers nach hinten-oben gezogen wird, gegen die Rückwand der Rachenhöhle sich erhebt. Dem mittleren Theile des Gaumensegels kommt durch die Verkürzung des an der Rückwand der Rachenhöhle liegenden oberen Schlundschnürers (musc. constrictor pharyngis superior) ein Schleimhautwulst entgegen, wodurch der Abschluss der Rachenhöhle gegen die Nasenhöhle vollständig wird.

Sobald der Bissen in den Anfangtheil des Schlundes gelangt ist, wo die Wirksamkeit der willkürlichen Muskeln (mit Ausnahme der Wiederkäuer) aufhört, so ziehen die in der Längsrichtung des Schlundes verlaufenden unwillkürlichen Längsmuskeln, welche sich auf den vom Bissen empfangenen Reiz verkürzen, den Schlund über den Bissen hinüber, während die den Schlund ringförmig umgebenden unwillkürlichen Muskeln, durch ihre Verkürzung den Bissen nach rückwärts und abwärts pressen, bis er durch den Magenmund in den Magen fällt.

Die Bewegung im Schlunde ist eine langsam gleitende; das Gleiten des Bissen wird wesentlich gefördert durch die schleimige Oberfläche der inneren Schlundhaut.

Die Maulhöhle ist im Wesentlichen ein vorbereitendes Verdauungsorgan. Der Schlund trägt nichts zur Verdauung bei; er ist nur Transportmittel.

2. Im Magen*) gelangt das verschlungene Futter zuerst in die, als Blindsack bezeichnete, weitere und niedriger hängende linke Abtheilung des Magens, von wo aus es durch die wurmförmige Bewegung der unwillkürlichen Magenmuskeln längs der grossen hinteren Krümmung fortgeschoben wird zum Ausgange des Magens (Pförtner). Diejenigen Bestandtheile des Mageninhaltes, welche soweit verkleinert und erweicht sind, dass sie

*) Wir beschränken uns hier auf die Mechanik des einfachen Magens vom Pferde und Schweine, sowie auf den Labmagen der Wiederkäuer, nachdem wir die Mechanik der den Wiederkäuern eigenthümlichen Magenabtheilungen bereits in §. 194 kennen gelernt haben.

die enge Pforte zum Gallendarm passiren können, treten in diesen ein; die übrigen aber werden vorwärts gewälzt und kehren längs der kleinen vorderen Krümmung zum Magenmunde zurück, um dann den vorbezeichneten Weg durch den Blindsack und längs der grossen Krümmung nochmals und so oft zu machen, bis die Verkleinerung und Erweichung des Mageninhaltes so weit vorgeschritten ist, dass er gänzlich den Pförtner passiren kann.

Die chemische Funktion des Magens besteht in der Verdauung der Eiweisskörper, die hier grösstentheils gelöst und in Peptone umgewandelt werden.

Die Lösung der Eiweisskörper bewirkt der aus Pepsin-Ferment und Magensäure zusammengesetzte Magensaft, der von den Labdrüsen abgesondert wird. Die Magensäure (welche Salzsäure enthält) macht den Mageninhalt sauer, was nothwendig ist für die eiweissverdauende Wirkung des Pepsines. Eine Umwandlung der Stärkmehlkörper in Traubenzucker findet im Magen wahrscheinlich nicht statt, weil dazu eine alkalische Reaktion erforderlich ist. Ebenso werden die übrigen organischen Nährstoffe, nämlich die Fettkörper und die Rohfaser, im Magen nicht verändert. Der von den Magenschleimdrüsen abgesonderte Schleim hat keine verdauende Wirkung, sondern er macht den Mageninhalt nur schlüpfrig und befördert dessen Gleiten an den Magenwänden.

Der Magen ist das Organ der Eiweissverdauung.

3. Sobald der Futterbrei des Magens den Pförtner passirt hat, trifft er im Gallendarme mit den Säften der Bauchspeicheldrüse und der Leber zusammen und erhält durch sie eine alkalische Reaktion. Beide Säfte bewirken eine feine Vertheilung des Futterfettes und der Bauchspeichel ausserdem: dessen Zerspaltung in Glycerin und freie Fettsäuren; letztere werden sowohl durch den Bauchspeichel, wie durch das Natrium der gallensauren Salze verseift. Man nimmt an, dass die zum kleineren Theile verseiften Fette die Emulgirung des grösseren Theiles des Futterfettes bewirken. Ferner findet im Gallendarme statt: eine Umwandlung des Stärkmehles in Traubenzucker durch den Bauchspeichel und den Dünndarmsaft, sowie eine Lösung der Eiweisskörper (Fibrine) durch das Trypsin der „geladenen" Bauchspeicheldrüse und den Dünndarmsaft; der letztere wird von den schlauchförmigen („Lieberkühn'schen") Drüsen des Gallendarmes abgesondert. Soweit die Wirkung des Dünndarmsaftes in Frage kommt, unterscheidet sich

der Gallendarm nicht von dem übrigen Theile des Dünndarmes. Ebenso gleicht er diesem in Bezug auf die Aufsaugung.

Die Bewegung im Gallendarme ist eine langsam kriechende, die man sehr richtig als „wurmförmige“ bezeichnet. Durch die Verkürzung der Längsmuskelfasern wird die Darmhaut über die Futtermasse herübergezogen und durch die Verkürzung der Ringmuskelfasern wird die Futtermasse vorwärts gedrängt, in der Richtung zum Ausgange des Darmkanales. In gleicher Weise geschieht die Bewegung im ganzen Darmkanale. Das Gleiten der Futtermassen wird begünstigt durch einen Ueberzug von Schleim, der wahrscheinlich allein von den traubenförmigen („Brunner'schen“) Drüsen des Gallendarmes abgesondert wird.

Der Gallendarm ist hauptsächlich das Organ der Fettverdauung.

4. Im übrigen Theile des Dünndarmes dauert, soweit der Saft der Bauchspeicheldrüse und der Leber noch nicht verbraucht ist, die Verdauung der Fette und der Stärkmehlkörper fort; der Dünndarmsaft löst von den Eiweisskörpern hauptsächlich das Fibrin und wandelt die noch übrigen Stärkmehlkörper in Dextrin und Traubenzucker um. Die Hauptthätigkeit des Dünndarmes aber besteht in der Aufsaugung der gelösten Nährstoffe durch die zahlreichen Zotten, welche seine Oberfläche überragen. Da das Gewebe des Gallendarmes die gleichen Zotten enthält wie der übrige Dünndarm, so findet auch in jenem Aufsaugung statt, dagegen ist die Aufsaugung im Magen und im Dickdarme nur unbedeutend und sie beschränkt sich auf einen kleinen Theil der gelösten Eiweisskörper und des Traubenzuckers, welche direkt in die Blutbahn eintreten.

Die gelösten Nährstoffe gelangen im Dünndarme theils in die Blutgefässe, theils in den Chylusraum der Zotte, und zwar treten ein: die als Pepton bezeichnete Form der Eiweisskörper, Traubenzucker, verseiftes und emulgirtes Fett, dann aber auch ein kleiner Theil nicht veränderter Fetttröpfchen, deren Durchtritt durch die Poren des Epithelsaumes durch die Benetzung derselben mit Galle vermittelt wird. Dass auch die nicht in Peptone umgewandelten Eiweisskörper (d. h. solche, die aus ihren sauren Lösungen noch durch Blutlaugensalz gefällt werden) aufgesogen werden, ist durch neuere Untersuchungen (Brücke u. And.) festgestellt. Die in den Chylusraum eingedrungene Nährstofflösung heisst Chylus.

Der Dünndarm ist hauptsächlich das Organ der Aufsaugung.

5. Die Verdauungsthätigkeit des Blinddarmes ist noch so wenig bekannt, dass man eigentlich nur Vermuthungen darüber hegt. Man schreibt dem Blinddarme die Verdauung der Rohfaser zu, beziehungsweise ihre Umwandlung in Traubenzucker. Eine Art Vorverdauung, d. h. eine Mazeration der rohfaserreichen Futtermittel findet schon in den ersten drei Magenabtheilungen der Wiederkäuer statt. Es scheint aber, dass die erwähnte Umwandlung der Rohfaser dem Blinddarme vorbehalten ist; dafür spricht auch die auffallende Grösse desselben beim Pferde, gleichsam zum Ersatz des den Wiederkäuern eigenthümlichen dreifachen Vormagens. Die Zersetzung der Rohfaser kommt zum Theile auf Rechnung des im Blinddarme abgesonderten Dickdarmsaftes; zum Theile aber dürften wohl auch die bei dem Pferde und den Wiederkäuern im Blinddarme (bei letzteren auch in dem dreifachen Vormagen) stets massenhaft vorkommenden Infusorien einen Einfluss ausüben auf die Zersetzung der Rohfaser. Der aus derselben sich bildende Traubenzucker scheint im Blinddarme selbst, dann aber auch im Grimmdarme aufgesogen zu werden.

Mit einiger Wahrscheinlichkeit dürfen wir den Blinddarm als Organ der Rohfaserverdauung bezeichnen. Bei Thieren, welche sich nicht mit rohfaserreichen Futtermitteln nähren, ist der Blinddarm sehr klein.

6. Im übrigen Theile des Dickdarmes ist die Verdauungsthätigkeit eine sehr geringe; sie beschränkt sich auf die Lösung der noch nicht aufgesogenen Eiweisskörper und auf die Umwandlung der noch übrigen Stärkmehlkörper. Der aus diesen und aus der Rohfaser gebildete Traubenzucker, sowie die noch vorhandenen Peptone werden aufgesogen. Das Unverdaute und Unverdauliche, sowie (bei den Pflanzenfressern) die im Stoffwechsel der Gewebe umgesetzten Phosphate, ein Theil der Sulfate und das Eisen, gelangen im Kothe zur Ausscheidung.

Der Dickdarm ist hauptsächlich das Organ zur Ausscheidung des Unverdauten und des Unverdaulichen.

Vierundzwanzigstes Kapitel.

Der Kreislaufapparat.

§. 200. *Allgemeines über den Kreislaufapparat.*

(Hierzu Tafel XXIV.)

Der Kreislaufapparat umfasst zwei gesonderte Gefässsysteme: das Saugadersystem und das Blutgefässsystem. Beide Gefässsysteme vereinigen sich an der linken Achselvene, zum Theile auch an der rechten, sowie in der Milz mit einander; im Uebrigen aber sind sie ganz getrennt.

Das Saugadersystem besteht aus zwei Abschnitten: aus dem Chylusgefässsystem und dem Lymphgefässsystem. Das Chylusgefässsystem entspringt in den Dünndarmzotten und führt Chylus; das Lymphgefässsystem entsteht aus den Lücken, beziehungsweise den Spalten (Saftkanälchen) der Gewebe (nach Anderen aus den Ausläufern der Bindegewebszellen) und führt Lymphe. Chylus und Lymphe bilden den flüssigen Inhalt des Saugadersystemes; sie werden durch die Elastizität ihrer Gefässwände, sowie durch die unwillkürlichen und willkürlichen Muskeln, welche die Chylus- und Lymphbahnen umgeben, fortbewegt. Nur in der Nähe der Einmündungstelle des grossen Sammelgefässes des Saugadersystemes in das Blutgefässsystem wirkt auch die sogenannte Aspiration des Brustkorbes (siehe §§. 208 und 214) auf die Fortbewegung von Chylus und Lymphe.

Das Blutgefässsystem besteht aus drei Abschnitten: aus dem Arteriensystem, dem Haargefässsystem und dem Venensystem. Den Inhalt des Blutgefässsystemes bildet das Blut, welches durch einen in das System eingeschalteten unwillkürlichen Muskel (das Herz), sowie durch die Elastizität der Gefässwände fortbewegt wird. Die Gefässe, welche das Blut vom Herzen abführen, nennt man Schlagadern (Arterien), die welche es dem Herzen zuführen: Blutadern (Venen). Zwischen dem Arteriensysteme und dem Venensystme ist das aus sehr feinen und engen Gefässen bestehende Haargefäss- oder Kapillarsystem eingeschaltet.

Das Herz der Säugethiere besteht aus zwei Hauptabtheilungen — den Kammern — und zwei Nebenabtheilungen —

den Vorkammern. Man unterscheidet der Lage nach eine linke und eine rechte Kammer, sowie eine linke und eine rechte Vorkammer. Aus jeder Herzhälfte gehen Arterien ab und in jede treten Venen ein. Es gibt demnach zwei Arteriensysteme und zwei Venensysteme, zwischen welchen je ein Kapillarsystem eingeschaltet ist. Das Gefässsystem, welches von der linken Kammer des Herzens seinen Anfang nimmt und in der rechten Vorkammer endet, dient dem grossen oder dem Körperkreislaufe. Das Gefässsystem, welches von der rechten Kammer des Herzens ausgeht und in der linken Vorkammer endet, dient dem kleinen oder dem Lungenkreislaufe. In den grossen Kreislauf ist das Körperkapillarnetz, in den kleinen Kreislauf das Lungenkapillarnetz eingeschaltet. Ausserdem besteht noch ein drittes Kapillarnetz, welches der, aus dem Zusammentritte der Venen der Bauchhöhle entstandenen Pfortader angehört (Kapillarnetz der Pfortader). Die Arterien des Körperkreislaufes, welche aus der linken Herzkammer mit Blut gespeist werden, enthalten hellrothes, sauerstoffreiches Blut, welches im Körperkapillarnetze allmälig dunkelroth und kohlensäurereich, beziehungsweise arm an freiem Sauerstoffe wird; dieses „venös" gewordene Blut wird durch die Venen des Körperkreislaufes der rechten Vorkammer zugeführt, aus welcher es in die rechte Kammer des Herzens gelangt. Die aus dieser abgehende Arterie des Lungenkreislaufes führt das dunkelrothe, sauerstoffarme Blut in die Lunge, in deren Kapillaren, welche die lufthaltigen Lungenbläschen umspinnen, es sich seiner Kohlensäure entledigt, dafür freien Sauerstoff aufnimmt und wieder hellroth wird. Dieses „arteriell" gewordene Blut wird durch die Venen des Lungenkreislaufes der linken Vorkammer zugeführt, um aus dieser in die linke Kammer des Herzens zu gelangen, und von hier aus wieder den grossen oder Körperkreislauf zu beginnen.

Den beiden Systemen des Kreislaufapparates sind zahlreiche Drüsen eingefügt, in welchen die Zellenbestandtheile der Gefässflüssigkeiten gebildet, zum Theile auch aufgelöst werden. Eine grosse Drüse gehört beiden Systemen gemeinsam an: die Milz.

Die Drüsen des Saugadersystemes werden Lymphdrüsen genannt, und sie sind es, welche die Lymphzellen oder die sogenannten weissen Blutkörperchen erzeugen.

Die Drüsen des Blutgefässsystemes werden als Blutdrüsen bezeichnet; ihre Funktion ist noch unbekannt. Zu den Blutdrüsen gehören die Schilddrüse, die Brustdrüse und die Nebennieren.

Die Organe des Kreislaufapparates dienen der Zufuhr und der Vertheilung von Nährstoffen, sowie der Abfuhr verbrauchter Gewebstoffe.

Tafel XXIV enthält das Schema des Kreislaufes. Der Herzmuskel ist braun gefärbt, das arterielle Blutgefässsystem erscheint roth, das venöse System blau, das Haargefässnetz violett, die Saugadern gelb.

Die Buchstaben haben folgende Bedeutung: *A* linke Herzhälfte (Arterienherz), *B* Arteriensystem, *C* rechte Herzhälfte (Venenherz), *D* Venensystem, *E* Körperkapillaren, *F* Bauch- und Pfortaderkapillaren, *G* Lungenkapillaren, *H* Saugadersystem. *a* linke Vorkammer, *b* Lungenvenen, *c* zweizipfelige Vorkammerklappe, *d* linke Kammer, *e* taschenförmige Aortenklappe, *f* vordere Körperschlagader (aorta anterior), *g* Arterien des Kopfes und der Vorderglieder, *h* hintere Körperschlagader (aorta posterior), *i* Arterien der Bauchhöhle, *i'* Leberarterie, *k* Arterien des Rumpfes und der Hinterglieder, *l* Haargefässnetz des Rumpfes und der Hinterglieder, *m* Venen des Rumpfes und der Hinterglieder, *n* Haargefässnetz der Organe in der Bauchhöhle, *o* Venen der Organe in der Bauchhöhle, *o'* Pfortader, *p* Haargefässnetz der Leber (Pfortadernetz), *p'* Lebervenen, *q* hintere Hohlvene, *r* Haargefässnetz des Kopfes und der Vorderglieder, *s* Venen des Kopfes und der Vorderglieder, *t* vordere Hohlvene, *u* rechte Vorkammer, *v* taschenförmige Klappe der Lungenarterie, *v'* Lungenarterie, *v''* deren Aeste in der Lunge, *w* Haargefässnetz der Lunge, *x* dreizipfelige Vorkammerklappe, *y* rechte Kammer, *z* warzenförmige Muskeln des linken und rechten Herzens, α Chylusgefässe, β Lymphgefässe des Körperstammes, β' Lymphgefässe der Lunge, β'' Lymphgefässe der Leber, γ Lymphgefässstamm des Rumpfes und der Hinterglieder, δ Lymphgefässstamm des Kopfes und der Vorderglieder.

§. 201. *Die Gefässe und die Säfte des Saugadersystemes.*

Die grösseren Gefässe des Saugadersystemes bestehen aus drei Gewebsschichten: 1. die innere Schicht (die Intima) wird gebildet durch eine feste, an elastischen Fasern reiche Bindegewebshaut, welche an ihrer inneren, dem Gefässrohre zugewendeten Fläche, mit Endothel besetzt ist; die innere Gefässhaut bildet durch Faltung Klappen, welche eine rückläufige Bewegung der in den Saugadern strömenden Flüssigkeit verhindern; 2. die mittlere Schicht (die Media) besteht aus glatten Muskelfasern, welche das Gefässrohr ringförmig umgeben; 3. die äussere Schicht (die Adventitia) erscheint als lockeres Bindegewebe. Die kleinsten kapillaren Saugadern bestehen nur aus der der Endothelschicht der inneren Gefässhaut entsprechenden Zellenschicht, welche längliche oder rundliche, kernhaltige Zellen enthält.

Das Chylusgefäss beginnt mit einer geschlossenen, zur Zeit der Verdauung kolbenförmigen Anschwellung in der Mitte der Dünndarmzotte.

Die Entstehung der Lymphgefässe ist noch nicht vollkommen aufgeklärt. Vor Allem ist noch zweifelhaft: ob die Lymphbahn in den Geweben gleich Anfangs in geschlossenen Gefässen oder in Lücken des Gewebes beginnt, oder ob die Bindegewebszellen und deren Ausläufer den Anfang der Lymphbahn bildet. Diejenigen Forscher, welche annehmen, dass die Lymphbahnen in geschlossenen Gefässwandungen beginnen, wollen in der Gefässwandung feine Oeffnungen (stomata) wahrgenommen haben, durch welche die Gewebeflüssigkeit (Lymphe) in die Lymphbahn eintritt. Diese Mündungen der Lymphbahnen sollen sich schliessen und öffnen können (Fig. 122).

Fig. 122.

Anfänge der feinsten Lymphbahnen.

a geschlossene Mündung der Lymphbahn,
b halbgeöffnete Mündung,
c ganz geöffnete Mündung.

Aus den feineren Zweigen der Chylus- und Lymphgefässe entstehen die grösseren Aeste, welche sich in zwei Stämmen sammeln, von denen der grössere (der Milchbrustgang) unter dem zweiten Lendenwirbel und zwischen den Pfeilern des Zwerchfelles aus einem Sammelbehälter — der Lendenzysterne — hervorgeht, das Zwerchfell durchbohrt und in der rechten Seite der Wirbelsäule bis zum sechsten Rückenwirbel verläuft, wo er zwischen der grossen Körperarterie (Aorta) und der Wirbelsäule hindurchtritt, um an der linken Seite der Luftröhre und des Schlundes, in der Gegend der ersten Rippe, in die linke Achselvene einzumünden. Der Milchbrustgang sammelt die Lymphe des Rumpfes, der hinteren Glieder, des linken vorderen Gliedes und der linken Hälfte des Kopfes und des Halses. Der kleinere Stamm des Saugadersystemes (der rechte Luftröhrenstamm) sammelt die Lymphe aus der rechten Hälfte des Kopfes und des Halses, sowie aus dem rechten Vordergliede, und mündet in die rechte Achselvene.

Der Inhalt der Saugadern, der Chylus und die Lymphe, besteht aus Plasma und Körperchen.

Der Chylus ist eine schwach alkalisch reagirende, milchig trübe Flüssigkeit von etwa 0·015 spezifischem Gewicht. Er gerinnt einige Zeit nach seiner Entleerung aus dem Körper, wobei er sich trennt: in den die Chyluskörperchen umschliessenden Chyluskuchen und in die Chylusflüssigkeit (Serum).

Nach C. Schmidt enthielt der Chylus eines gesunden, drei Stunden vorher mit Mehlbrei und Heu gefütterten Fohlens in 1000 Theilen:

Serum	967·4
Kuchen	32·6

Es enthielten:

1000 Theile Chyluskuchen:		1000 Theile Chylusserum:	
Wasser	885·6	Wasser	958·5
Faserstoff	39·0	freies Fett	0·5
freies Fett	1·5	Fettsäuren der Seifen	0·3
Fettsäuren der Seifen	0·3	Albumin	30·9
Albumin, Zucker u. andere organ. Stoffe	66·0	Zucker und andere organische Stoffe	2·3
Hämatin	2·1	Mineralstoffe (ohne Eisen)	7·5
Mineralstoffe (ohne Eisen)	5·5		

Die Eiweisskörper des Chylus sind Albumin und die fibrinbildenden Stoffe (Fibrinogen und Paraglobulin). Der Fettgehalt des Chylus schwankt je nach der Ernährung. An Mineralstoffen finden sich hauptsächlich alkalische Salze, grössere Mengen Kochsalz und etwas Eisen. Ferner enthält der Chylus stets Traubenzucker.

Die Lymphe ist ähnlich dem Chylus zusammengesetzt, nur ist jene wasserreicher und ärmer an Fettbestandtheilen, deshalb auch klarer als der Chylus. Die Lymphe reagirt ebenfalls alkalisch und gerinnt nach der Entleerung.

Nach C. Schmidt enthielt die Halslymphe eines mit Heu reichlich gefütterten Fohlens in 1000 Theilen:

Serum	955·2
Kuchen	44·8

Es enthielten:

1000 Theile Lymphkuchen:		1000 Theile Lymphserum:	
Wasser	907·3	Wasser	957·6
Faserstoff	48·7	Albumin	32·0
Albumin, Fette und Fettsäuren, andere organische Stoffe	34·3	Fette und Fettsäuren	1·2
Salze	9·7	andere organische Stoffe	1·8
		Salze	7·4

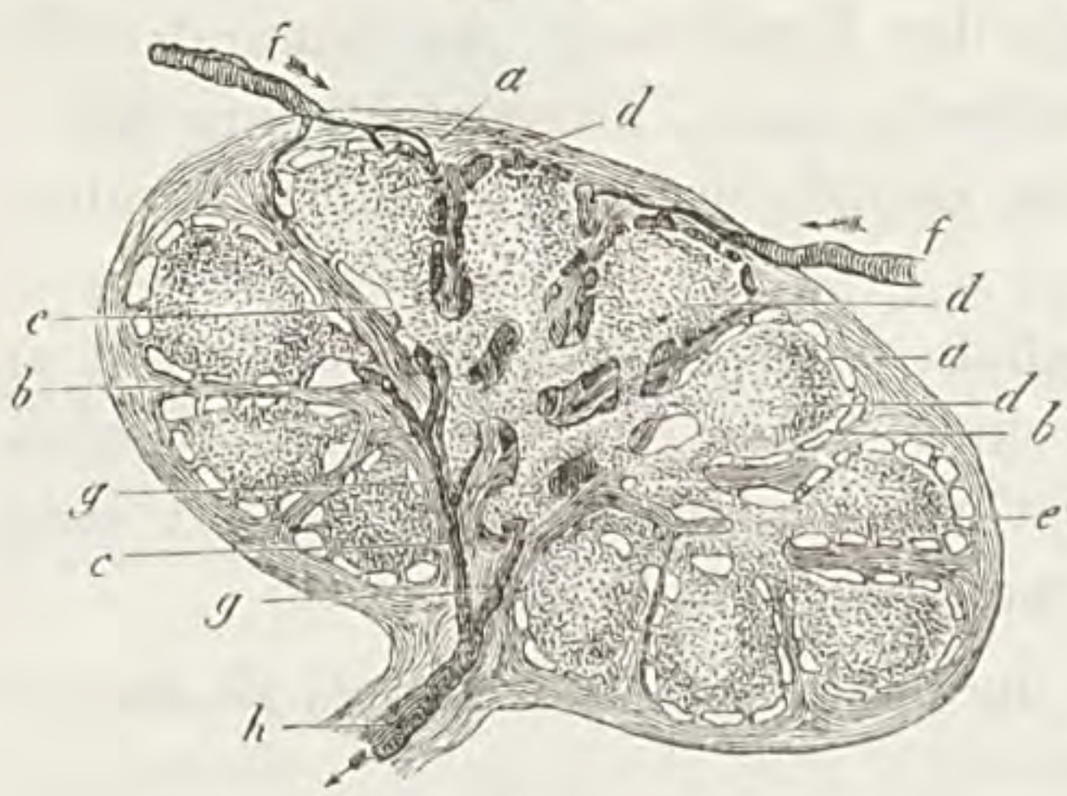
Die Eiweisskörper der Lymphe bestehen aus Albumin und aus den fibrinbildenden Stoffen. Der Fettgehalt ist sehr gering;

er umfasst Neutralfette und die mit Natrium verbundenen Fettseifen. Von Mineralstoffen überwiegt Kochsalz, ausserdem kommen Alkalikarbonate, sowie Phosphate und Sulfate vor; der Kohlensäuregehalt ist sehr reichlich, dagegen enthält die Lymphe keinen Sauerstoff.

§. 202. *Die Lymphdrüsen (glandulae lymphaticae).*

Ihrer Lage nach unterscheidet man zwei Arten vom Lymphdrüsen: zentrale (Lymphknoten) und peripherische. Die Lymphknoten liegen überall im Verlaufe der Chylus- und Lymphgefässe, und sie unterbrechen diesen Verlauf. Die peripherischen Lymphdrüsen dagegen bilden besondere Nebenorgane des Saugadersystemes, welche mit den Gefässen desselben zusammenhängen, aber deren Verlauf nicht unterbrechen; zu diesen peripherischen Lymphdrüsen gehören die Trachomdrüsen in der Bindehaut des Auges, die Zungenbalgdrüsen und die Mandeln, ferner die solitären und die Peyer'schen Drüsenhaufen des Darmkanales. Beide Arten von Lymphdrüsen haben im Wesentlichen das gleiche Gewebe.

Fig. 123.

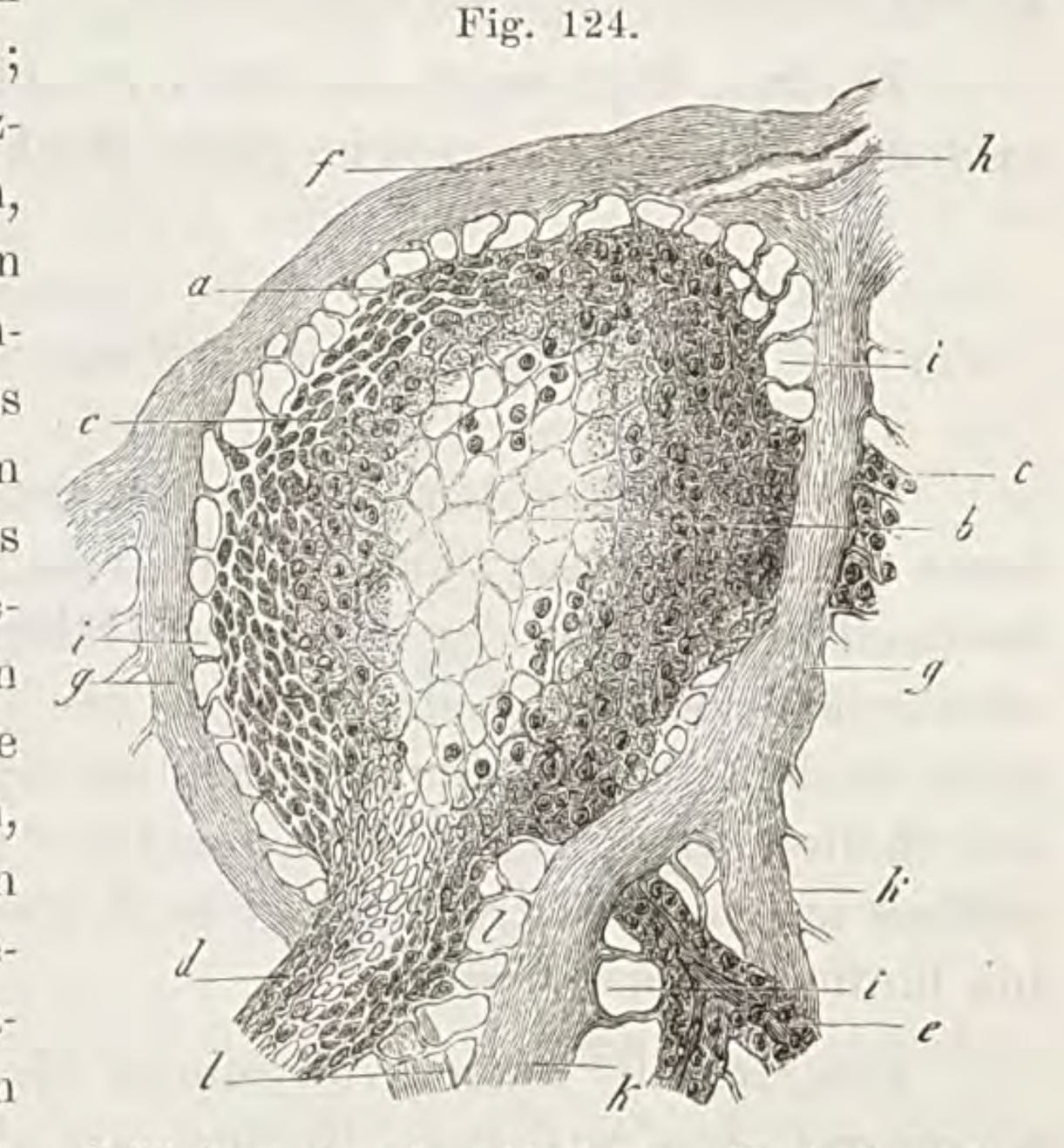


Durchschnitt einer kleineren Lymphdrüse.
a Hülle (Kapsel), *b* Scheidewände der Rindenschicht, *c* Scheidewände der Markschicht, *d* Follikel, *e* Markschläuche, *f* zuführende Lymphgefässe, *g* Zusammentritt derselben zum *h* abführenden Lymphgefäss.

Wenn man einen frischen Lymphknoten, der im Allgemeinen eine bohnenförmige Gestalt hat, durchschneidet, so erkennt man zweierlei Schichten: eine äussere hellere Rindenschicht, welche an der konvexen Seite des Lymphknotens liegt, und eine dunklere Markschicht, welche etwa die Mitte und die konkave Seite desselben einnimmt. Der ganze Lymphknoten ist von einer sehr festen Umhüllungshaut (Kapsel) überzogen, von welcher zahlreiche, das Innere des Lymphknotens durchsetzende Scheidewände — das sogenannte Septensystem — ausgehen. In den durch diese Scheidewände gebildeten Zwischenräumen

liegen die Follikel, welche eine eiförmige Gestalt haben und ihr breiteres Ende — den Follikelkopf — dem konvexen Rande des Lymphknotens zuwenden. Das schmälere Ende des Follikels — der Markschlauch — ist schlauchförmig verlängert. Die Gesammtheit der Markschläuche bildet die Markschicht, die Gesammtheit der eigentlichen Follikel die Rindenschicht des Lymphknotens. Der Follikel der Lymphdrüse besteht aus netzförmigem (retikulärem) oder sogenanntem adenoiden Bindegewebe; dasselbe bildet ein Netzwerk von feinsten Fasern, in deren Knotenpunkten Kerne liegen; die Knotenpunkte selbst dürfen als Zellen angesehen werden und die feinen Fasern als deren Ausläufer. In diesem Netzwerke finden sich zahlreiche grosse und kleine Lymphzellen, welche theils locker in den Maschenräumen liegen und durch Auswaschen oder Auspinseln entfernt werden können, theils dem Netzgewebe anhängen, wie Früchte einem Baume.

Fig. 124.



Follikel aus einem Lymphknoten vom Hunde, im senkrechten Durchschnitt.

a retikuläre Gerüstmasse des mehr äusserlichen,
b des inneren Theiles,
c feinmaschiges Gewebe der Follikeloberfläche.
d Ursprung einer stärkeren, und
e einer feineren Lymphröhre,
f Kapsel des Lymphknotens, *g* Scheidewände,
h zuführendes Lymphgefäss,
i Umhüllungsraum und dessen Spannfasern,
k Theilungen einer Scheidewand,
l Befestigung der Markschläuche an die Scheidewände.

Der Follikel liegt dem Septensysteme nicht unmittelbar an, sondern er ist ringsum durch sogenannte Spannfasern an die bindegewebigen Scheidewände befestigt. Dieser durch die Spannfasern vielfach unterbrochene Raum zwischen Follikel und Septensystem ist die Lymphbahn der Drüse. Die Lymphe tritt nämlich durch die zuführenden Gefässe an die konvexe Seite des Lymphknotens, durchbohrt die Umhüllungshaut und ergiesst sich frei in den Raum zwischen der Umhüllungshaut und den Follikelköpfen. Dieser Raum kann durch unwillkürliche Muskel-

fasern, welche der Umhüllungshaut angehören, erweitert und verengert werden. Aus diesem Umhüllungsraume fliesst die Lymphe dann in die Lymphbahnen, welche den Follikel umgeben, in denen sie die Lymphzellen, die der Oberfläche der Follikel ansitzen, sowie die, welche in die Lymphbahnen abgestossen sind, fortschwemmt. Mit diesen bereichert, verlässt die Lymphe in den abführenden Lymphgefässen, welche am konkaven Rande (am Hilus) austreten, den Lymphknoten.

In dem Septensysteme des Lymphknotens verzweigen sich zahlreiche Blutgefässe, sowie glatte Muskelfasern.

§. 203. *Das Herz (cor).*

Das Herz bildet den Mittelpunkt, beziehungsweise das Zentralorgan des Blutgefässsystemes. Es liegt im Mittelfellraume, zwischen beiden Lungen, mit der grösseren Hälfte links von der Medianebene; es reicht von der dritten bis zur sechsten Rippe und seine nach unten und links gerichtete Spitze liegt in der Höhe der fünften Rippe. Die Basis des Herzens, an welcher die Blutgefässe aus- und eintreten, liegt nach oben, unterhalb des vierten bis fünften Rückenwirbels.

Das Herz ist aussen von seinem Herzbeutel (pericardium) überzogen, der aus zwei Blättern besteht: das äussere Blatt des Herzbeutels ist eine fibröse Haut, welche an der Basis des Herzens auf die Blutgefässe übergeht; das innere Blatt ist eine seröse Haut, die das fibröse Blatt von innen überzieht und sich an der Eintrittsstelle der Blutgefässe auf den Herzmuskel umschlägt und diesen bis zur Spitze bedeckt.

Der Herzmuskel besteht aus zwei gesonderten Abschnitten: dem Kammermuskel und dem Vorkammermuskel, von denen der erstere bedeutend stärker ist. Beide Muskeln bestehen aus quergestreiften Fasern, welche netzförmig verbunden sind und den Hohlraum des Herzens in Form einer Spirale umgeben. Der Muskel der beiden Vorkammern ist von dem der beiden Kammern getrennt durch eine kranzförmige die Basis des Herzens umgebende Furche, die nur unterbrochen ist durch den Ursprung der Lungenarterie. In der Furche liegen, umgeben von Fett, die Kranzgefässstämme zur Ernährung des Herzens. Von der Kranz-

furche gehen zwei Längsfurchen aus, welche vorn links und hinten rechts auf der Grenze der beiden Kammern verlaufen; in denselben sind, mehr oder weniger von Fett umhüllt, ebenfalls Ernährungsgefässe des Herzens eingebettet.

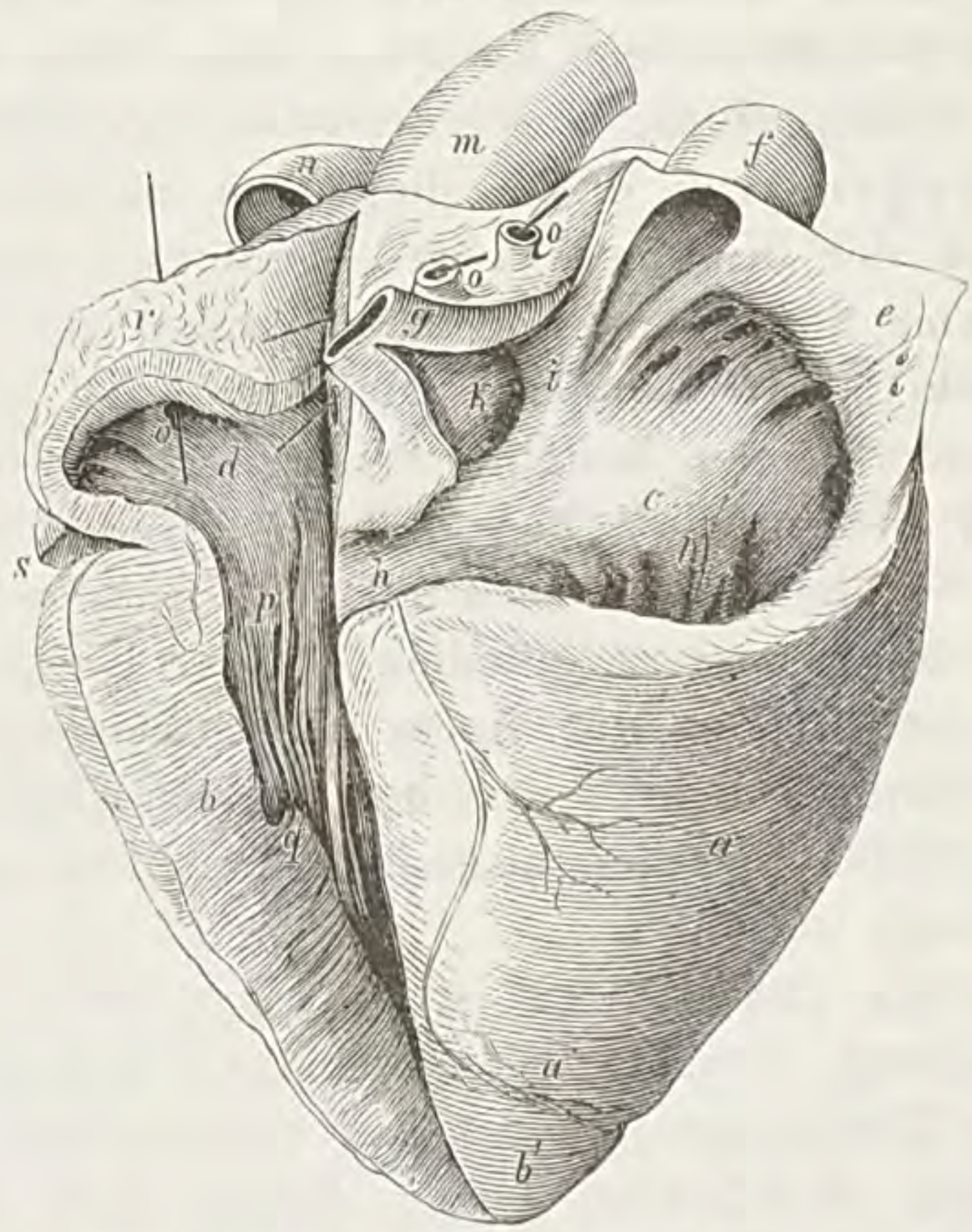
Die innere Fläche des Herzmuskels ist von der inneren Herzhaut (endocardium) überzogen, welche in die innere Schicht der grossen Blutgefässe übergeht und wie diese, aus mit reichlichen elastischen Fasern durchsetztem Bindegewebe besteht, das an seiner freien Oberfläche ein Endothel trägt. Das Endocardium bildet durch Verdoppelung, beziehungsweise durch Faltenbildung, die Herzklappen, von denen diejenigen zwischen den Vorkammern und den Kammern eine segelförmige Gestalt haben und durch feine Sehnen an Muskelhervorragungen (die warzenförmigen Muskeln, mm. papillares) der Herzwand befestigt sind; diese Vorkammerklappen bestehen in der rechten Herzhälfte aus drei (valvula tricuspidalis), in der linken Herzhälfte aus zwei Zipfeln oder Segeln (valvula bicuspidalis). An den austretenden Blutgefässen der Kammern, nämlich an der Lungenarterie der rechten Kammer und an der Aorta der linken Kammer, faltet sich das Endocardium zu je drei taschenförmigen Klappen (valvulae semilunares), welche von dem ausströmenden Blute an die Gefässwand angedrückt werden.

Die rechte Herzhälfte ist der Lage nach die vordere; sie hat bedeutend dünnere Wandungen als die linke Hälfte. In die rechte Vorkammer mündet die vordere und die hintere Hohlvene. Die Mündungen beider Venen sind durch einen fleischigen Wulst (der Hohlvenen- oder Lower'sche Hügel) getrennt. Unmittelbar unter der hinteren Hohlvene mündet die grosse Kranzvene des Herzens, welche das Blut aus dem Herzmuskel zurückführt. Die rechte Vorkammer ist durch das rechte Herzohr erweitert, welches die Basis des Herzens zur Rechten der Lungenarterie bedeckt. In der Scheidewand zwischen beiden Vorkammern befindet sich eine Vertiefung in der Muskulatur, welche sich darstellt als Verwachsung des im embryonalen Leben bestehenden eirunden Loches, durch welches im Embryo der Blutstrom aus der rechten Vorkammer direkt in die linke Vorkammer tritt.

Die rechte Herzkammer ist nach vorn gewendet und erreicht die Herzspitze nicht; aus ihr nimmt, umgeben von drei taschenförmigen Klappen, die Lungenarterie ihren Ursprung.

Die linke Herzhälfte liegt rückwärts und sie erscheint bei der Ansicht von vorn nur als schmaler Streifen zur Linken der rechten Herzhälfte. Vorkammer und Kammer der linken Herzhälfte sind an ihrer dickeren Muskelwand leicht zu erkennen. In die linke Vorkammer, welche durch das linke Herzohr erweitert ist, münden die Lungenvenen, deren Zahl schwankt; am

Fig. 125.



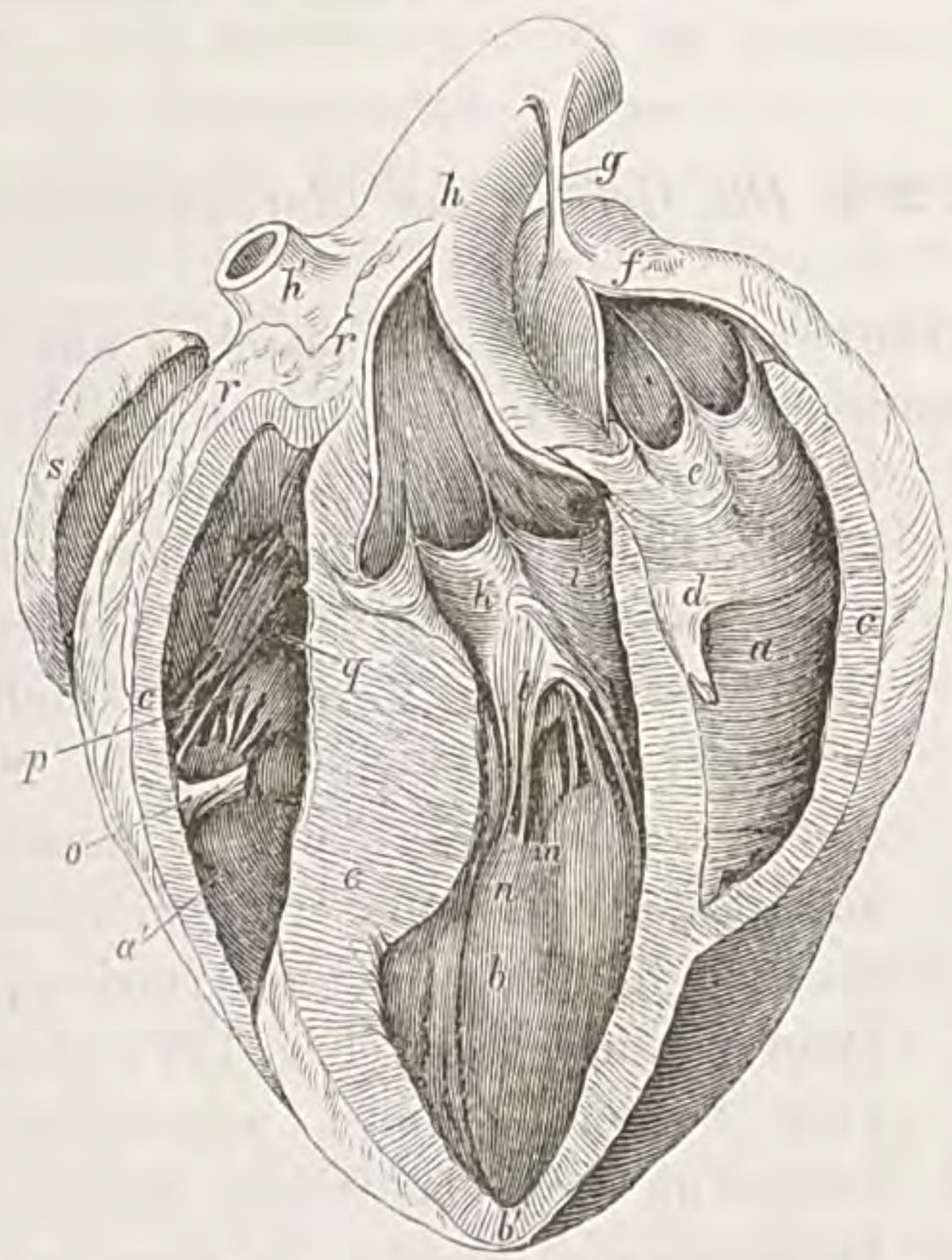
Medialer hinterer Umfang des Herzens vom Pferde ($^1/_2$ N. Gr.).

a rechte Kammer,
a' untere Grenze derselben,
b linke Kammer, aufgeschnitten,
b' Herzspitze, der linken Kammer angehörig,
c rechte Vorkammer, *d* linke Vorkammer,
e rechtes Herzohr, zurückgeschlagen,
f vordere Hohlvene, *g* hintere Hohlvene,
h grosse Kranzvene,
i Hohlvenen (Lower'scher) Hügel,
k ovale Grube zwischen rechter und linker Vorkammer,
l dreizipfelige Vorkammerklappe,
m Aorta, *n* Lungenarterie, *o* Lungenvenen,
p zweizipfelige Vorkammerklappe,
q ein warzenförmiger Muskel der linken Kammer, *r* Fettablagerung oberhalb der linken Vorkammer,
s linkes Herzohr.

häufigsten kommen sieben Lungenvenen vor. Die linke Kammer ist länger als die rechte und bildet allein die Herzspitze; aus ihr entspringt, ebenfalls von drei taschenförmigen Klappen umgeben, die grosse Körperschlagader (Aorta), welche ihre Lage hat hinter der Lungenarterie, mit welcher sie durch einen Bindegewebstrang verbunden ist — den früheren Botalli'schen Gang,

durch den im Embryo das durch die Nabelvene in die rechte Herzhälfte zurückkehrende Blut, aus der Lungenarterie zum grösseren Theile direkt in die Aorta gelangt. Sobald die Lunge des neugeborenen Säugethieres in Funktion tritt, schliesst sich der Botalli'sche Gang und das ganze Blut der Lungenarterie wird der Lunge zugeführt.

Fig. 126.



Lateraler vorderer Umfang des Herzens vom Schwein ($^1/_2$ N. Gr.).

a linke Hälfte der rechten Kammer,
a' rechte Hälfte der rechten Kammer,
b linke Kammer, *b'* Herzspitze,
c Schnittfläche der Herzwände,
d und *o* warzenförmige Muskeln der rechten Kammer, *e* taschenförmige Klappen der Lungenarterie, *f* Lungenarterie,
g Botalli'scher Gang, *h* hintere Aorta,
h' vordere Aorta, *i* linke Kranzarterie,
k taschenförmige Klappen der Aorta,
l zweizipfelige Vorkammerklappe,
m Eingang zur linken Vorkammer,
n ein warzenförmiger Muskel der linken Kammer,
p dreizipfelige Vorkammerklappe,
q Eingang zur rechten Vorkammer,
r Fettablagerung oberhalb der rechten Vorkammer, *s* rechtes Herzohr.

Der Ursprung der Aorta ist beim Pferde und Schweine von den beiden Herzknorpeln umgeben, an deren Stelle das Rind zwei flache Herzknochen, das Schaf und die Ziege nur einen besitzt.

Der Herzmuskel hat seine eigenen Blutgefässe, welche das zu seiner Ernährung bestimmte Blut aus den Kranzarterien

empfangen, deren zwei unmittelbar am Ursprunge der Aorta, hinter den taschenförmigen Klappen, aus ihr abzweigen.

Die Nerven des Herzens gehören zum Theile dem sympathischen Geflechte an, zum Theile sind es Aeste des Lungenmagennerven (n. vagus). Erstere, welche mit zahlreichen Nervenzellen verbunden sind, die besonders in der Scheidewand zwischen beiden Vorkammern vorkommen, erregen die automatische Bewegung des Herzens, während der Vagus als Hemmungsnerv wirkt.

§. 204. *Die Gefässe des Blutgefässsystemes.*

Die grösseren Blutgefässe bestehen aus drei Schichten: 1. aus der inneren Schicht (tunica intima), welche den Charakter einer serösen Haut hat, an der Innenseite mit einem Endothel bekleidet ist und an den Gefässen zunächst dem Herzen unmittelbar mit dem Endocardium in Verbindung steht; 2. aus der mittleren oder muskulösen Schicht (tunica media s. musculosa), welche zusammengesetzt ist aus glatten Muskelfasern und elastischen Fasern, die sich in den grössten Arterien zu netzförmigen Häuten entwickeln (Fig. 127); 3. aus der äusseren Schicht (tunica adventitia), welche aus lockerem, mit elastischen Fasern durchzogenem Bindegewebe besteht, in dem bei gut genährten Thieren reichliche Fettablagerungen vorkommen.

Fig. 127.

Elastische Netze aus der Aorta.
1. vom Ochsen,
2. vom Pferde.

In den Arterien ist die mittlere Schicht die stärkste, in den Venen ist es die innere Schicht, die hier Klappen bildet, welche den Rückfluss des Blutes verhindern. Am reichsten an Klappen sind die Hautvenen und diejenigen grösseren Venen, welche in den Muskeln und an den Knochen der Glieder verlaufen. Bei jeder Muskelverkürzung würde in den Venen ein Rückfluss des Blutes entstehen, wenn die Klappen das nicht verhinderten.

Die grösseren Blutgefässe besitzen besondere kleine Gefässe (vasa vasorum), die in ihrer äusseren Schicht verlaufen und deren Blut zu ihrer Ernährung dient.

Den kleineren Blutgefässen fehlt die mittlere Schicht und den Haargefässen ausserdem die äussere.

Die Nerven der Blutgefässe verlaufen in der äusseren und mittleren Schicht, in deren Muskelzellen sie wahrscheinlich endigen. Die Gefässnerven stammen theils vom sympathischen Geflechte, theils vom Zentralnervensysteme; das Zentralorgan für die Gefässnerven liegt im verlängerten Mark. Es gibt Gefässnerven, durch deren Erregung die Gefässe sich verengern („pressorische" Fasern), und andere, welche im erregten Zustande die Gefässe erweitern („depressorische" Fasern).

Die Haargefässe bilden unter sich Netze; der Durchmesser dieser Gefässe ist sehr gering, doch ist er überall ausreichend für den Durchtritt der Blutkörperchen. Die feinsten Haargefässe, welche unter Anderem im Gehirne vorkommen, haben einen Durchmesser von etwa 0·05 Millimeter, während die gröberen eine Weite besitzen von etwa 0·01 Millimeter. In demselben Organe verändert sich der Durchmesser der Haargefässe nicht mehr.

Die feinsten Haargefässe bestehen nur noch aus dem Endothele, d. h. sie sind zusammengesetzt aus spindelförmigen oder polygonalen kernhaltigen Zellen. An den Stellen, wo mehrere Zellen zusammenstossen, hat man in neuester Zeit Lücken (stomata) entdeckt, welche erweiterungsfähig und gross genug sind um Blutkörperchen und Lymphzellen den Durchtritt zu gestatten.

Die gröberen Haargefässe besitzen eine bindegewebige Scheide, welche der Intima der grösseren Blutgefässe entspricht. Doch haben nicht alle Haargefässe selbstständige Wandungen; an einigen Orten sind letztere mit dem angrenzenden Gewebe verschmolzen, in welchem Falle man die Blutbahn als Haarkanal bezeichnet. In der Milz werden wir noch feinste wandungslose Blutströme kennen lernen, welche Haarlakunen genannt werden.

Ausser den Haargefässnetzen bilden die Arterien unter sich, sowie die Venen unter sich gröbere Netze, welche als Wundernetze bezeichnet werden. Eine Verbindung venöser Wundernetze mit glatten Muskelfasern, wie sie z. B. am männlichen und weiblichen Geschlechtsgliede vorkommen, wird Schwellgewebe (kavernöses Gewebe) genannt. Die seitlichen Verbindungen zwischen je zwei Arterien und zwischen je zwei Venen heissen „Anastomosen". Durch dieselben wird bei Hindernissen im

Verlaufe eines Blutgefässes das Ausweichen des Blutes in Seitenbahnen ermöglicht.

Die meisten Arterien und Venen haben einen gemeinsamen Verlauf und sie werden von einer gemeinschaftlichen Gefässscheide umschlossen. Ausser einigen grösseren Arterien und Venen (Aorta, Hohlvenen, Pfortader u. s. w.) sind es hauptsächlich die Hautvenen, welche ohne Begleitung von Arterien verlaufen. Es genügt daher meistens die Kenntniss des Arterienverlaufes auch für den Verlauf der Venen.

§. 205. *Uebersicht des Verlaufes der grösseren Blutgefässe.**)

Aus der linken Herzkammer entspringt die Aorta, welche hinter den taschenförmigen Klappen die rechte und die linke Kranzarterie abgibt; zwischen beiden Vorkammern krümmt sie sich bogenförmig nach aufwärts, gibt in der Höhe des 3. Rückenwirbels die vordere Aorta ab und erreicht als hintere Aorta am 5. Rückenwirbel die Wirbelsäule, an der sie, zur linken Seite des Schlundes und der Luftröhre, längs der Wirbelkörper nach rückwärts verläuft.

A. Die **vordere Aorta** (aorta anterior) liefert das Blut für Hals und Kopf, für die Vorderglieder und die unteren Theile von Brust und Bauch; vor ihrem Austritte aus der Brusthöhle theilt sie sich in die linke Achselarterie und in die Armkopfarterie.

a) Die linke Achselarterie (arteria axillaris s. subclavia sinistra) verläuft bogenförmig abwärts und lateralwärts der Luftröhre und tritt unter der 1. Rippe an den medialen Umfang des Buggelenkes. Aus ihrem Bogen entspringen: 1. die Rückenarterie (die sich in die gemeinschaftliche Rippenarterie und in die querlaufende Nackenarterie theilt); 2. die tiefe Nackenarterie (die sich in die vordere Mittelfellarterie, in die erste Zwischenrippenarterie und in mehrere Zweige für die Nackenmuskeln theilt); 3. die Halswirbelarterie, welche im Querfortsatzkanale der Halswirbel verläuft und die Halsmuskeln, sowie

*) Für den Zweck dieses Buches dürfte die Kenntniss des Verlaufes der grösseren Blutgefässe genügen. Für medizinische und insbesondere für operative Zwecke ist selbstverständlich ein eingehenderes Studium nothwendig, wozu sich Franck's „Handbuch der Anatomie der Hausthiere" vorzüglich eignet.

die Rückenmarkhäute mit Blut versorgt; 4. die untere Halsarterie, welche mit einem aufsteigenden Aste den Halsmuskeln, mit einem absteigenden Aste den Vorbrustmuskeln Blut zuführt; 5. die innere Brustarterie, welche hauptsächlich das Zwerchfell, die Zwischenrippenmuskeln und den medialen Bauchmuskel der Rippen mit Blut versorgt; 6. die äussere Brustarterie, welche sich im Hautmuskel der Brust und des Bauches verzweigt.

Nach Abgabe dieser Hauptäste und mehrerer Nebenäste an die Muskeln und die Haut in der Umgebung der Schulter, verläuft die Achselarterie unter dem Namen der Oberarmarterie an der medialen Seite des Oberarmes bis zum Ellenbogengelenke, an dessen Beugeseite sie sich theilt in die vordere und hintere Unterarmarterie.

α) Die vordere Unterarmarterie verzweigt sich in den Beugemuskeln des Unterarmes, sowie in den Streckmuskeln des Vorderkniegelenkes und der Vorderzehen; Aeste erhalten auch die Ellenbogenkapsel und die Knochenhaut, sowie (durch Anastomosen) die hintere Unterarmarterie.

β) Die hintere Unterarmarterie ist grösser als die vorige und sie verläuft bis zu den Vorderzehen, bis wohin sie sämmtliche am hinteren und Seitenumfange des Vorderbeines gelegene Organe mit Blut versorgt. Diese Arterie bildet Gefässnetze am Ellenbogengelenke, am Vorderknie und am Huf.

b) Die Armkopfarterie (arteria brachio-cephalica s. anonyma) verläuft rechts von der linken Achselarterie und sie theilt sich in den gemeinschaftlichen Stamm der Drosselarterien und in die rechte Achselarterie.

aa) Der gemeinschaftliche Stamm der Drosselarterien (truncus caroticus) liegt vor der vorderen Wand der Luftröhre, zur rechten des Schlundes, hinter dem unteren Ende der Drosselvenen; in der Höhe des 6. Halswirbels theilt sich der Stamm in die rechte und die linke Drosselarterie, von welcher jederseits wiederum abzweigen:

α) die Hinterhauptarterie (arteria occipitalis), welche die Muskeln des Hinterhauptes und die harte Hirnhaut mit Blut versorgt;

β) die innere Kopfarterie (carotis interna) für das Gehirn;

γ) die äussere Kopfarterie (carotis externa), welche am hinteren Rande des grossen Zungenbeinastes sich theilt:

1. in die äussere Kinnbackenarterie (mit ihren grösseren Nebenästen: der Zungenarterie, der Unterzungenarterie, und der Angesichtarterie); und

2. in die innere Kinnbackenarterie (mit ihren grösseren Nebenästen: der hinteren Kaumuskelarterie, der grossen Ohrarterie, der Schläfenarterie, der oberen und unteren Zahnarterie, der Augenarterie, der Stirnarterie, der Backenarterie, der Nasenarterie, der Gaumenarterie).

bb) Die rechte Achselarterie (arteria axillaris s. subclavia dextra) verläuft wie die der linken Seite und gibt dieselben Aeste ab.

B. Die **hintere Aorta** (aorta posterior) liefert das Blut für die Brustwand, für den Bauch und dessen Eingeweide, sowie für die Hinterglieder. Man unterscheidet an ihr:

a) Den Brusttheil, der zwischen beiden Mittelfellen eingeschlossen ist und von dem folgende Aeste abgehen:

1. die hinteren Zwischenrippenarterien, paarige Stämme, welche sich verzweigen in den Zwischenrippenmuskeln, im Brustfelle und in der äusseren Haut;

2. die Bronchien-Schlundarterie, ein unpaarer Stamm, welcher die Luftröhre und den Schlund mit Blut versorgt;

3. die obere Zwerchfellarterie, welche den Zwerchfellpfeilern Blut zuführt;

b) Den Bauchtheil oder die Baucharterie (arteria coeliaca); diesen Namen erhält die hintere Aorta, nachdem sie den Aortenschlitz des Zwerchfelles passirt hat; sie verläuft etwas links von der Wirbelsäule bis zum 3. Lendenwirbel, wo sie sich theilt in die beiden Darmbeinarterien und in die beiden Beckenarterien.

Von der Baucharterie entspringen von vorn nach hinten:

1. die Magenarterie mit 1 Schlundaste und 2 Magenästen;

2. die Milzarterie, welche mehrere kurze Aeste zum Magen und zum grossen Netze sendet;

3. die Leberarterie, mit Nebenästen für den Pförtner des Magens, den Gallendarm und die Bauchspeicheldrüse;

4. die vordere Gekrösarterie, mit Aesten für den Dünndarm und den Dickdarm;

5. die hintere Gekrösarterie, mit Aesten für den Mastdarm;

6. die Nierenarterien für beide Nieren;

7. die Nebennierenarterien für beide Nebennieren;

8. die inneren Samenarterien für die Hoden und die Eierstöcke;

9. die Lendenarterien, welche die Muskeln des Rückens und des Bauches, sowie den Hautmuskel des Bauches und die äussere Haut mit Blut versorgen.

α) Von der Darmbeinarterie (arteria iliaca), die, bedeckt vom Bauchfelle, am hinteren Rande der Sehne vom Bauch-Darmbeinmuskel des Oberschenkels liegt, entspringen folgende Aeste:

1. die umschlungene Darmbeinarterie, welche sich verzweigt in dem queren Bauchmuskel und dem Darmbeinmuskel der Rippen, sowie in dem Bauchhautmuskel und der äusseren Haut;

2. die äussere Samenarterie (vordere Tragsackarterie) für die gemeinschaftliche Scheidenhaut und den Muskel (cremaster externus) des Hodens, beziehungsweise für den Tragsack des weiblichen Thieres;

3. die äussere Schamarterie (Euterarterie) für den Hodensack, den Schlauch und die Leistengegend, beziehungsweise für das Euter.

Nachdem die Darmbeinarterie den Schenkelkanal passirt hat, heisst sie Schenkelarterie (arteria cruralis). Diese verläuft erst an der medialen, dann an der hinteren Fläche des Oberschenkels, versorgt die Muskeln und die Haut des Oberschenkels mit Blut und tritt dann zwischen beiden Köpfen des Kniekehlenmuskels in die Kniekehle, wo sie sich theilt in die vordere und die hintere Unterschenkelarterie (arteria tibialis antica et postica); die letztere verzweigt sich hauptsächlich am Sprunggelenke, während die erstere, welche bedeutend grösser ist, sämmtliche Organe des Unterschenkels und des Fusses mit Blut versorgt.

β) Die Beckenarterie (arteria hypogastrica) gibt jederseits folgende Aeste ab:

1. die Lenden-Darmbeinarterie, welche sich im Bauch-Darmbeinmuskel des Oberschenkels und in den Gesässbeinmuskeln vertheilt;

2. die innnere Schamarterie, welche sich am After, am männlichen Geschlechtsgliede und an den weiblichen Geschlechtstheilen verzweigt;

3. die äussere umschlungene Oberschenkelarterie; sie wendet sich am hinteren Darmbeinwinkel nach aussen und verzweigt sich im Bauch-Darmbeinmuskel, in den Kruppenmuskeln,

im lateralen Darmbeinmuskel des Oberschenkels und im Oberschenkelmuskel der Kniescheibe;

4. die Kruppenarterie für die Kruppenmuskeln;

5. die Verstopfungsarterie; sie passirt das verstopfte Loch und verzweigt sich in den Muskeln in der Umgebung dieses Loches; sie versorgt ferner das männliche und das weibliche Geschlechtsglied mit Blut, insbesondere die kavernösen Körper der Ruthe;

6. die laterale Kreuzbeinarterie, welche den Muskeln des Schwanzes, den Hosenmuskeln, dem hinteren Ende des Rückenmarkes und der äusseren Haut der Schwanz- und Hinterbackengegend Blut zuführt.

Die **Venen** des Körpers vereinigen sich zuletzt in 2 grossen Stämmen: der vorderen und der hinteren Hohlvene, welche beide in die rechte Vorkammer des Herzens münden.

A. Die vordere Hohlvene (vena cava anterior) sammelt das Blut aus Kopf, Hals, Rücken und Vorderglied; sie liegt zwischen den Blättern des vorderen Mittelfelles und entsteht an der 1. Rippe aus folgenden paarigen Aesten:

1. aus den Drosselvenen, welche das Blut vom Kopfe zurückführen;

2. aus den Halswirbelvenen, welche das Blut aus dem Wirbelblutleiter und von den Halsmuskeln zurückführen;

3. aus den tiefen Nackenvenen, welche das Blut zurückführen von den Nackenmuskeln, von der äusseren Haut des Nackens und von der ersten Zwischenrippenvene;

4. von den Rückenvenen, welche das Blut von den Zwischenrippenvenen und von den Nackenmuskeln zurückführen;

5. die ungepaarte Vene (vena azygos), welche sich hauptsächlich aus den Zwischenrippenvenen zusammensetzt;

6. die inneren Brustvenen, welche aus den vorderen Bauchdeckenvenen und den unteren Zwerchfellvenen entstehen;

7. die Achselvenen, welche das Blut aus den Vordergliedern zurückführen.

B. Die hintere Hohlvene (vena cava posterior) sammelt das Blut aus der Bauchhöhle, von den Bauchwänden, und vom Hintergliede. Sie entsteht in der Höhe des 5. Lendenwirbels durch den Zusammenfluss der beiden gemeinschaftlichen Darmbeinvenen, welche sich wiederum zusammensetzen aus den Beckenvenen (die das Blut sammeln aus den Organen des Beckens) und aus den Schenkelvenen (die das Blut aus den

Hintergliedern zurückführen); ein Hauptast der Schenkelvene ist die Bauchwandvene, welche bei weiblichen Thieren das Blut aus dem Euter sammelt, weshalb sie auch Milchader genannt wird; sie verläuft zu beiden Seiten der weissen Bauchlinie, unmittelbar unter der Haut, und durchbohrt den medialen Bauchmuskel der Rippen seitwärts von der Basis des Brustbein-Schaufelknorpels (diese Durchtrittsstelle wird als Milchgrube bezeichnet) um in die innere Brustvene einzumünden.

In die hintere Hohlvene münden während ihres Verlaufes in der Bauchhöhle:

1. die Lebervenen, welche aus der Leber das Blut sammeln, das die Leberarterie und die Pfortader zuführt; letztere setzt sich zusammen aus den Venen der Bauchspeicheldrüse, des Magens, der Milz, sowie aus der vorderen und hinteren Gekrösvene, in welche sämmtliches Blut aus dem Dünndarme und Dickdarme einfliesst;

2. die Nierenvenen, welche das Blut aus den Nieren sammeln;

3. die inneren Samenvenen, welche das Blut aus den Hoden, beziehungsweise aus dem Tragsacke und vom Euter zurückführen;

4. die Zwerchfellvenen, welche das Blut aus dem Zwerchfelle zurückführen;

5. die Lendenvenen, welche das Blut aus der Lendengegend sammeln und mit dem Wirbelblutleiter in Verbindung stehen.

Die genannten grösseren Arterien und Venen vermitteln den sogenannten grossen oder Körperkreislauf, sowie den Pfortaderkreislauf; das Blut desselben gelangt in die rechte Vorkammer und von da in die rechte Kammer des Herzens. Aus dieser führt dann die Lungenarterie das Blut in die Lungen, in deren Haargefässen der Austausch von Kohlensäure gegen Sauerstoff stattfindet. Aus den Lungenkapillaren entstehen 4 bis 7 Lungenvenen, welche das hellrothe Blut des kleinen oder Lungenkreislaufes in die linke Vorkammer des Herzens zurückführen.

Das dem Herzmuskel durch die Kranzarterien zugeführte Blut wird durch die Kranzvenen gesammelt, von welchen ein grosser Stamm (die grosse Kranzvene) unterhalb der hinteren Hohlvene in die rechte Vorkammer mündet; mehrere kleinere Aeste der Kranzvenen münden in der Höhe der Querrinne des Herzens ebenfalls in die rechte Vorkammer.

§. 206. *Das Blut (sanguis).*

Das Blut besteht aus dem Plasma und den Körperchen; von letzteren ist die überwiegende Mehrzahl roth und nur $^1/_{500}$ bis $^1/_{350}$ ist weiss (Lymphkörperchen). Nach Hoppe-Seyler hat das Pferdeblut folgende Zusammensetzung:

1000 Theile enthalten:	
Plasma	673·8
feuchte Blutkörperchen	326·2
1000 Theile Blutkörperchen enthalten:	
Wasser	565·0
feste Bestandtheile	435·0
1000 Theile Plasma enthalten:	
Wasser	908·4
feste Bestandtheile	91·6
Faserstoff	10·1
Albumin	77·6
Fette	1·2
Extraktivstoffe	4·0
lösliche Salze	6·4
unlösliche Salze	1·7

Die Zusammensetzung des Blutes vom Menschen und von verschiedenen Hausthieren (nach H. Nasse, im Journ. f. prakt. Chemie XXVIII, 147 u. folg.) zeigt Tab. V, Seite 482.

Die Blutkörperchen enthalten eine eigenthümliche Eiweissverbindung — das Hämoglobin, in welcher ein Eiweisskörper (das Globulin) mit einem Farbstoffe (dem Hämatin) chemisch verbunden ist. Das Hämatin, das ausgezeichnet ist durch seinen Eisengehalt (siehe Seite 59), ertheilt dem Blute seine rothe Farbe. Die Mineralstoffe der Blutkörperchen sind ganz die gleichen wie im Blutplasma, doch ist dort der Gehalt an Phosphorsäure, an Kalium und an Chlorkalium ein grösserer als im Blutplasma. Von Gasen besitzen die Blutkörperchen fast den ganzen Sauerstoff des Blutes, der mit dem Hämoglobin lose verbunden ist.

Das Blutplasma enthält: 1. von Eiweisskörpern hauptsächlich Serumalbumin (mit Natrium verbunden) und die fibrinbildenden Stoffe (Fibrinogen und Paraglobulin); 2. von Fetten: sowohl die sogenannten Neutralfette (hauptsächlich Palmitin und Olein), wie verseifte Fette (palmitinsaure und oleinsaure Alkalien) und Cholesterin; 3. von Kohlehydraten: Traubenzucker; 4. von Mineralstoffen: Alkalien, Kalk, Chlor und Phosphorsäure, und

zwar enthält das Blutplasma gegenüber den Körperchen mehr Natrium und Chlorverbindungen und insbesondere fast den ganzen Kochsalzgehalt des Blutes; ferner enthält das Plasma Natrium-Bikarbonat und im venösen Blute eine reichliche Menge Kohlensäure, die theils in der Blutflüssigkeit gelöst ist, theils das zweite Säureatom des Natrium-Bikarbonates darstellt (über die Blutgase siehe §. 213); 5. von Stoffen der chemischen Zersetzung der Eiweisskörper (aus der regressiven Stoffmetamorphose) enthält das Blutplasma hauptsächlich Harnstoff und Kreatin.

Milchzucker und Kasein ist im Blute nicht gefunden worden.

Das Blut der Arterien hat, entsprechend den Ernährungsverhältnissen des Thieres, überall die gleiche Zusammensetzung; dagegen ist das Blut in den Haargefässen und den Venen verschieden je nach den Organen, aus welchen das Blut zurückfliesst; die Zusammensetzung des Venenblutes ist also wesentlich abhängig von dem Stoffwechsel der Organe.

Wenn das Blut aus der Ader gelassen wird, so gerinnt es. Die Gerinnung ist von der Bildung des Faserstoffes abhängig, der sich im stehenden Blute niederschlägt und die Blutkörperchen umschliesst; diese feste Masse des aus der Ader gelassenen Blutes nennt man den Blutkuchen (placenta sanguinis); über denselben setzt sich die als Blutserum (serum sanguinis) bezeichnete klare Blutflüssigkeit ab. Durch Schlagen des noch warmen, nicht geronnenen Blutes mit einer Ruthe, oder durch Quirlen, kann man die Gerinnung hindern; der Faserstoff setzt sich dann in Fasern an die Zweige der Ruthe, oder an den Quirl; auch niedere Temperatur (unter 0^0) hindert die Gerinnung des Faserstoffes.

Das Blut des lebenden Säugethieres hat eine alkalische Reaktion, einen faden Geschmack und einen den verschiedenartigen Thieren eigenthümlichen Geruch, welcher der Hautausdünstung ähnlich ist. Das spezifische Gewicht des Blutes ist im Mittel 1·05, beim Schweine ist es 1·06, bei der Ziege 1·04. Arterienblut hat ein etwas geringeres spezifisches Gewicht als Venenblut. Die Temperatur des Blutes beträgt etwa 37^0 C. Die durchschnittliche Blutmenge der Warmblüter wird zu $^1/_{20}$ des Körpergewichtes angenommen; magere, sowie jüngere und kleinere Thiere besitzen verhältnissmässig mehr Blut als fette, sowie ältere und grössere Thiere, d. h. die Grösse des Blutgehaltes steht im geraden Verhältnisse zur Grösse des Stoffwechsels (siehe §. 239).

Tabelle V. Zusammensetzung von 1000 Theilen Blut.

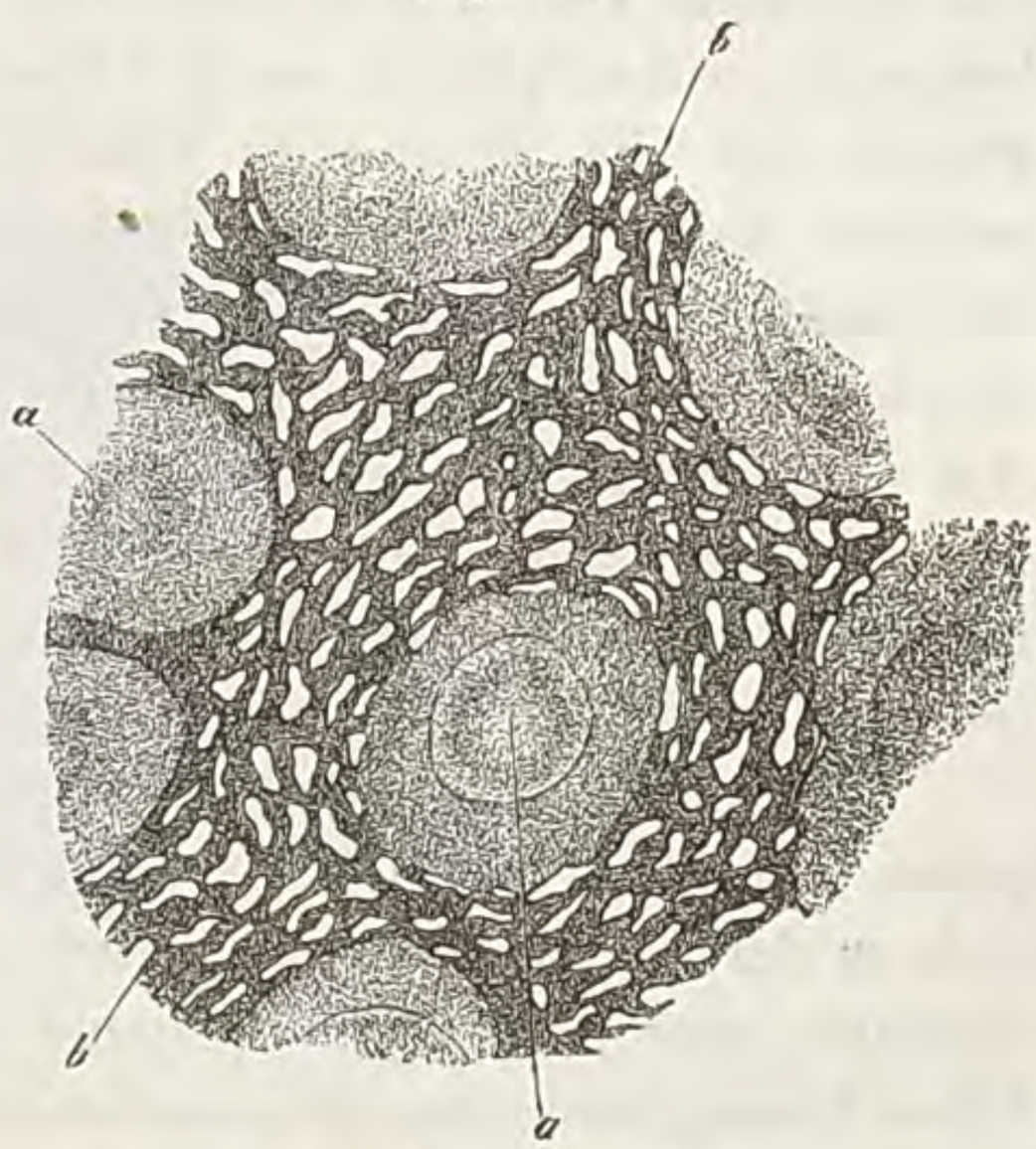
	Mensch	Hund	Katze	Pferd	Rind	Kalb	Ziege	Schaf	Kaninchen	Schwein	Gans	Huhn
Wasser	798·40	790·50	810·02	804·75	799·59	826·71	839·44	827·77	817·30	768·95	814·88	793·42
Körperchen	116·53	123·85	113·39	117·13	121·87	102·50	86·00	92·42	170·72	145·53	121·45	144·57
Eiweiss	74·20	65·19	64·46	67·58	66·90	56·41	62·71	68·77		72·87	50·78	48·52
Fibrin	2·23	1·93	2·42	2·41	3·62	5·76	3·90	2·97	3·80	3·95	3·46	4·67
Fett	1·97	2·25	2·70	1·31	2·04	1·62	0·91	1·16	1·90	1·95	2·56	2·03
Lösliche Salze	6·67	6·28	7·01	6·82	5·98	7·00	7·04	6·91	6·28	6·75	6·87	6·79
Alkaliphosphat	0·823	0·730	0·607	0·844	0·468	0·957	0·402	0.395	0·637	1·362	1·135	0·945
Natriumsulfat	0·202	0·197	0·210	0·213	0·181	0·269	0·265	0·348	0·202	0·189	0·090	0·100
Alkalikarbonat	0·957	0·789	0·919	1·104	1·071	1·263	1·202	1·498	0·970	1·198	0·824	0·350
Kochsalz	4·690	4·490	5·274	4·659	4·321	4·864	5·176	4·895	4·092	4·281	4·246	5·392
Die in Wasser unlöslichen Salze (auf 1000 Theile Blut).												
Eisenoxyd	0·834	0·714	0·516	0·786	0·731	0·631	0·641	0·589	—	0·782	0·812	0·743
Kalk	0·183	0·117	0·136	0·107	0·098	0·130	0·110	0·107	—	0·085	0·120	0·134
Phosphorsäure	0·201	0·208	0·263	0·123	0·123	0·109	0·129	0·113	—	0·206	0·119	0·935
Schwefelsäure	0·052	0·013	0·022	0·026	0·018	0·018	0·023	0·044	—	0·041	0·039	0·010
Magnesia	0·015	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0·018	—
Kieselsäure	0·043	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0·056	—

§. 207. *Die Blutdrüsen und die Milz.*

Zu den drüsigen Organen des Blutgefässsystemes, die als Blutdrüsen bezeichnet werden und keinen Ausführungsgang besitzen, gehören: die Schilddrüse, die Brustdrüse und die Nebennieren; die Funktion dieser, selbst bezüglich ihrer Textur noch nicht vollkommen erforschten Organe, ist unbekannt.

Die Schilddrüse (glandula thyreoïdea) ist eine zweilappige Drüse, die den unteren Theil des Schildknorpels und des Ringknorpels, sowie die obersten Ringe der Luftröhre bedeckt. Das Gewebe der Schilddrüse besteht aus einem faserigen, mit elastischen Elementen durchsetzten Bindegewebe, welches die mit Zylinderepithel besetzten Drüsenräume umschliesst. Bei neugeborenen und jugendlichen Thieren ist die Schilddrüse grösser; sie bildet sich mit der Zeit zurück.

Fig. 128.



Durchschnitt einer Kaninchenmilz.
a Milzkörperchen, *b* Milzbrei, mit den vom Blutstrome erfüllten Lücken (Haarlakunen).

Die Brustdrüse (Bröschen, Kalbsbries, glandula thymus) liegt bei neugeborenen Thieren zwischen den Blättern des vorderen Mittelfelles, am Eingange der Brusthöhle; bei Wiederkäuern reicht sie nach aufwärts bis zum Kehlkopfe. Die äussere Oberfläche der Brustdrüse zeigt zahlreiche Lappen und ihr Gewebe ist ähnlich dem eines Lymphknotens; doch ist ihre Textur weniger bekannt. Die Brustdrüse hat wahrscheinlich nur eine embryonale Bedeutung (die man übrigens nicht kennt) und sie bildet sich nach der Geburt zurück.

Die Nebennieren (glandulae suprarenales) liegen, in der Nierenkapsel eingeschlossen, am medialen Rande und vorderen Ende beider Nieren. Sie sind sehr blutreiche Organe und bestehen aus einer strahligen rothbraunen Rindensubstanz und einer heller gefärbten Marksubstanz. Beide sind von einer bindegewebigen

Hülle umschlossen und enthalten hüllenlose Zellen, die in der Rindenschicht mit zahlreichen Fetttröpfchen erfüllt sind. Die feinere Textur ist noch dunkel und die Funktion unbekannt.

Die Milz (lien s. splen) ist eine Drüse, die in ihrem Baue und ihrer Funktion etwa in der Mitte steht zwischen den Lymphdrüsen und den Blutdrüsen, beziehungsweise die Eigenthümlichkeiten dieser beiden vereinigt; man hat sie daher als „Blutlymphdrüsen“ bezeichnet.

Die Milz liegt beim Pferde und Schweine zwischen dem Blindsacke des Magens und dem Rippentheile des Zwerchfelles; bei den Wiederkäuern zwischen diesem und dem linken Sacke des Pansens. Durch Bauchfellfalten ist die Milz befestigt an den linken Zwerchfellpfeiler, an den Magen und die linke Niere. Beim Pferde hat die Milz eine sichelförmige Gestalt, eine laterale schwach konvexe Zwerchfellfläche und eine mediale Magenfläche; der breitere Theil der Milz (die Basis) liegt aufwärts, die Spitze abwärts (bei den Wiederkäuern erreicht sie den Pansenhals). Am vorderen konkaven Rande der Milz liegt die Rinne (hilus), in der die Gefässe und Nerven ein- und austreten. Bei dem Schweine und den Wiederkäuern ist die Milz länglich oval. Ihre Farbe ist im frischen Zustande bläulichroth.

Ausser vom Bauchfellüberzuge, ist die Milz unmittelbar umgeben von einer festen fibrösen Kapsel (tunica propria lienis), die sich in der Rinne an den ein- und austretenden Blutgefässen nach einwärts umschlägt und die ganze Milz fächerförmig durchsetzt. Diese bindegewebigen, mit elastischen Fasern und glatten Muskelfasern durchsetzten Fächer nennt man Milzbalken (trabeculae lienis); sie bilden ein mit der Milzkapsel zusammenhängendes festes Gerüst, in welchem eine braunrothe, breiartige Masse — der Milzbrei (pulpa lienis) — eingebettet ist, der wiederum weisse Körperchen — die Milzkörperchen (Malpighi'sche Körperchen) umschliesst.

Milzbrei und Milzkörperchen bilden den drüsigen oder lymphoiden Theil.

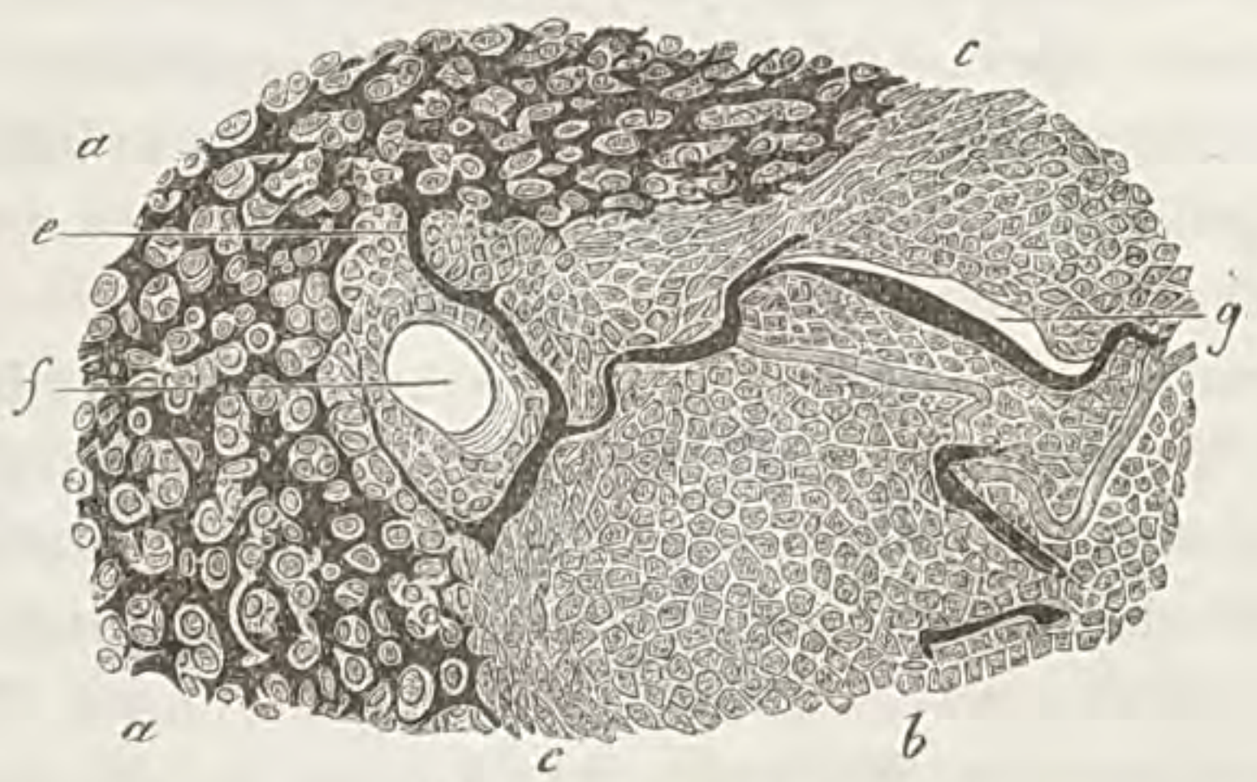
Die Milzkörperchen erscheinen als Anhängsel des arteriellen Gefässsystemes, d. h. sie hängen den feinen Arterien an, wie die Beeren dem Stiele der Traube. Die Milzkörperchen kennzeichnen sich als lymphoide Umwandlung der äusseren Arterienschicht, deren faseriges Bindegewebe dem retikulären Bindegewebe Platz macht. Die feinen Arterien, welche die Milz-

körperchen durchsetzt haben, enden als Haargefässe in dem Milzbrei.

Der Milzbrei besteht aus einem Netzwerke retikulären Bindegewebes, in deren Lücken das arterielle Blut eintritt und das venöse Blut austritt; die Lücken des Milzbreies stellen also wandungslose Haargefässe (Haarlakunen) dar. In diesem Netzwerke liegen die Milzkörperchen inselartig zerstreut (Fig. 128 und 129).

Das retikuläre Bindegewebe des Milzbreies ist dicht besetzt mit Lymphkörperchen, welche von dem in den Lücken des Netzwerkes strömenden Blute abgeschwemmt werden. Das Blut der Milzvene ist daher viel reicher (um das zehnfache) an Lymph-

Fig. 129.



Aus der Milz des Igels.

a Milzbrei mit den Haarlakunen, *b* Follikel, *c* Grenzschicht und *g* Haargefässe desselben, *e* Uebergang der Haargefässe in die Haarlakunen des Milzbreies, *f* Querschnitt eines Arterienzweiges am Rande des Milzkörperchen.

körperchen oder sogenannten weissen Blutkörperchen, als das Blut der Milzarterie. Der Blutstrom wird also in den Lücken des Milzbreies mit Lymphkörperchen bereichert, und er entledigt sich in denselben eines Theiles seiner rothen Blutkörperchen. Man findet nämlich in den Lücken des Milzbreies rothe Blutkörperchen in verschiedenen Graden der Zerstörung; der rothe Farbstoff derselben färbt den Milzbrei und dringt selbst in das Innere der Lymphkörperchen.

Die Funktion der Milz besteht demnach in der Bildung von Lymphkörperchen für den Blutstrom. Ausserdem aber dient die Milz, zur Zeit der Verdauung, als Sammelstätte für das Blut; alsdann schwillt sie fast auf das Doppelte an. Ob in der Milz auch rothe Blutkörperchen neugebildet werden, ist noch zweifelhaft.

§. 208. *Die Mechanik des Kreislaufapparates.*

Die Bewegung des Blutes geschieht hauptsächlich durch die Verkürzung des Herzmuskels, als des Zentralorganes für das Blutgefässsystem. Die spiralig gewundenen Muskelfasern der Kammern und der Vorkammern verkürzen sich (da sie für Kammern und Vorkammern getrennt sind) abwechselnd in regelmässiger Weise und sie treiben demnach auch abwechselnd das Blut heraus. Man bezeichnet die durch die Verkürzung seiner Muskelfasern bewirkte Zusammenziehung des Herzens als Systole, die durch die Erschlaffung seiner Muskelfasern bewirkte Erweiterung als Diastole. Die rhythmische Bewegung des Herzens wird vermittelt durch den sympathischen Nerv; die Erregungsursache seiner Herznervenfasern, beziehungsweise die automatische Bewegungskraft des Herzens ist unbekannt. Die Hemmung der Herzbewegung geschieht in Folge der Erregung der vom Vagus stammenden Nervenfasern.

Während der Systole der Kammern wird das Blut aus der linken Kammer ausgetrieben in die Aorta, aus der rechten Kammer in die Lungenarterie, wobei das durchströmende Blut die taschenförmigen Klappen an die Arterienwandungen anpresst; gleichzeitig schliessen sich auch die segelförmigen Vorkammerklappen, welche den Rücktritt des Blutes in die Vorkammern verhindern. Der Schluss der Vorkammerklappen wird ebenfalls durch den Anprall des Blutes bewirkt, wobei die Sehnen, welche die Klappen an die warzenförmigen Muskeln befestigen, verhindern, dass die Klappen sich in die Vorkammern umschlagen. Während der Systole der Kammern befinden sich die Vorkammern in der Diastole und es empfängt die linke Vorkammer ihr Blut aus den Lungenvenen, die rechte Vorkammer aus der vorderen und hinteren Hohlvene, sowie aus den Kranzvenen des Herzens. Nachdem die Kammern ihr Blut ausgetrieben haben, treten sie in die Diastole, die Vorkammer aber in die Systole. Mit der Zusammenziehung der Vorkammern wird das Blut in die erweiterten Kammern getrieben, wobei sich die segelförmigen Vorkammerklappen an die Kammerwandung anlegen. Sobald aber die Diastole der Kammern beginnt, hört der Druck auf das Arterienblut auf und dasselbe würde in die Kammern zurücktreten, wenn das in der Aorta und in der Lungenarterie sich

anstauende Blut nicht die taschenförmigen Klappen füllen und damit den Eingang in die Kammern sich selbst verschliessen würde. Wenn die taschenförmigen Klappen der Aorta geschlossen sind, so ist der Eingang frei in die rechte und linke Kranzarterie des Herzens, und diese empfangen aus der in den Klappen sich anstauenden Blutmasse ihren Antheil. Man nimmt an, dass das am Anfange der Kammer-Diastole in die Kranzarterien eindrängende Blut die Erweiterung der Kammern verstärkt; diese selbstständige Erweiterung der Kammer ist von Brücke als „Selbststeuerung" des Herzens bezeichnet worden.

Bei jeder Kammer-Systole hebt sich die Herzspitze und stösst gegen die Brustwandung der linken Seite, wo der Herzschlag zwischen der 4. und 5. Rippe fühlbar ist. An der bezeichneten Stelle kann man auch die Herztöne hören, nämlich einen dumpfen Ton, dem unmittelbar ein hellerer folgt; nach letzterem tritt eine Pause ein. Der erste Herzton rührt her von dem Anschlagen des Blutes gegen die segelförmigen Vorkammerklappen; der zweite Herzton entsteht von dem plötzlichen Schluss der taschenförmigen Klappen. Mit dem ersten Herztone ist aber auch das Geräusch von dem sich verkürzenden Kammermuskel verbunden. Von dem Zeitraume der zwischen zwei Herzschlägen liegt, beansprucht die Systole der Kammern etwa zwei Fünftel, die Diastole der Kammern drei Fünftel. Die ganze Blutmasse wird in etwa einer halben Minute durch den Körper getrieben. In einer Minute verkürzt sich das Herz beim Pferde und Rinde 30 bis 40 Mal, bei dem Schafe und der Ziege 60 bis 80 Mal; bei jüngeren und kleineren Thieren ist der Herzschlag im Allgemeinen häufiger.

Bei jedem Herzschlage, beziehungsweise bei jeder Kammer-Systole, dringt die Blutmasse in alle Arterien, und der Blutdruck dehnt ihre Wandung wellenförmig aus; diese Ausdehnung der Arterienwand kann an den oberflächlich liegenden Arterien (namentlich an der querlaufenden Gesichtarterie unter dem Jochbogen, an der Drosselarterie in der Drosseladerrinne [s. S. 277] und an der hinteren Unterarmarterie am medialen Umfange des Ellenbogengelenkes) als Puls gefühlt werden.

Bei jeder Kammer-Diastole vermindert sich der Blutdruck in den Arterien, und die auf ihr normales Maass zurückkehrende Arterienwand treibt vermöge ihrer Elastizität das Blut auch während der Kammer-Diastole vorwärts; sie verwandelt also die aus der Triebkraft des Herzens gewonnene Spannkraft wieder in

Triebkraft. Ein Forttreiben des Blutes durch die unwillkürlichen Muskeln der Arterienwand findet nicht statt; wohl aber bewirken diese eine, von der Wellenbewegung der Arterien ganz unabhängige, allmälige Verengerung oder Erweiterung der Arterien, wodurch die Masse des strömenden Blutes vermindert oder vermehrt wird. In den Haargefässen verlangsamt sich der Blutstrom, theils in Folge der abnehmenden Wirkung der Triebkraft des Herzens und des Fehlens der elastischen Wandung, theils in Folge der Verbreiterung des Blutstromes, beziehungsweise des abnehmenden Blutdruckes; der Gesammt-Durchmesser der Haargefässe ist nämlich grösser als der Gesammt-Durchmesser der das Blut zuführenden Arterien. Dagegen verengert die Gesammt-Blutbahn sich wieder bei dem Uebergange der Haargefässe in die Venen, weshalb an dieser Stelle der Blutstrom auch wieder beschleunigt wird. In den kleinen und mittelgrossen Venen, namentlich da wo der Blutstrom der Anziehungskraft der Erde entgegen fliesst, ist es, bei fortwährend abnehmender Wirkung der Triebkraft des Herzens, hauptsächlich die Verkürzung der willkürlichen Muskeln in der Umgebung jener Venen, welche die Bewegung des Blutes unterstützt. Der Rückstau des Blutes in Folge der Muskelverkürzung wird durch die Venenklappen verhindert. Dagegen unterstützt in den absteigenden Venen die Schwere die Strömung des Blutes.

In der vorderen und hinteren Hohlvene, sowie in den Lungenvenen, wird das Blut hauptsächlich durch die sogenannte Aspiration des Brustkorbes in die Vorkammern des Herzens befördert. Bei jeder Einathmung nämlich wird durch die elastische Wandung der Lunge, welche durch das Mittelfell mit dem Herzbeutel und den nachgiebigen Venenstämmen des Herzens verbunden ist, ein Zug ausgeübt, wodurch diese erweitert werden und das Blut angesogen wird. Da die Arterienstämme des Herzens starrer sind, so wird die Spannung ihrer Wände in Folge der Einathmung nur wenig gesteigert; sie übt fast keinen Einfluss aus auf die Bewegung des Arterienblutes, namentlich nicht während der Systole der Kammern.

Der durch das Blut vermittelte Stoffwechsel geschieht hauptsächlich im Bereiche der Haargefässe, in welchem der verlangsamte Blutstrom den Ein- und Austritt von Stoffen begünstigt.

Die Bewegung der Säfte im Saugadersysteme wird durch verschiedenartige Kräfte bewirkt. Der Chylus in den Dünndarm-

zotten wird durch die Verkürzung der den Chylusraum umgebenden unwillkürlichen Muskeln derselben fortbewegt. Im ganzen Verlaufe des Darmkanales sind es ebenfalls dessen unwillkürliche Muskeln, die den Chylus langsam forttreiben. Sobald sich der Querschnitt der Chylusbahn durch den Zusammentritt zu grösseren Gefässen verengert, tritt auch eine Beschleunigung des Chylusstromes ein. Die Lymphe in den kleinsten Lymphgefässen steht noch unter dem Einflusse des Blutdruckes. In den grösseren Lymphgefässen wirkt theils die Schwere (beim Strome nach abwärts), theils die Verkürzung der die Lymphgefässe umgebenden willkürlichen Muskeln auf die Beförderung der Lymphe, wobei die zahlreichen Klappen den Rückfluss der Lymphe hindern, in ähnlicher Weise wie bei den Venen. Auf den Lymphstrom im Milchbrustgange und im rechten Luftröhrenstamme wirkt ebenfalls die Aspiration des Brustkorbes.

Fünfundzwanzigstes Kapitel.

Der Athmungsapparat.

§. 209. *Allgemeines über den Athmungsapparat.*

Der Athmungsapparat umfasst die Organe der Luftleitung, des Luftaustausches und der Athmungsbewegung.

Zu den Luftleitungsorganen gehört: 1. die Nasenhöhle, in welcher die eingeathmete Luft erwärmt und von Staubtheilchen befreit wird; 2. die Rachenhöhle, welche — soweit sie dem Athmungsapparate angehört — die Luftleitung zur Paukenhöhle des Gehörorganes vermittelt und dem Luftstrome hinter der Maulhöhle den Weg bahnt; 3. der Luftröhrenkopf, welcher der Luftleitung gleichsam als befestigter Brückenkopf, sowie der Stimmbildung dient; 4. die Luftröhre, welche mittelst ihrer knorpeligen Wandung einen jederzeit offenen Luftkanal bildet; 5. die Luftschläuche (Bronchien), welche als die letzten Ausläufer der Luftröhre sich innerhalb der Luftaustauschorgane verzweigen. Sämmtliche Luftleitungsorgane sind mit einer Schleimhaut bekleidet, die reich ist an traubenförmigen Schleimdrüsen; sie besitzt (mit Ausnahme der Riechhaut der Nasenhöhle) ein flimmerndes Zylinderepithel. In der Luftröhre und in den gröberen

Luftschläuchen ist die Schleimhaut von einer Schicht unwillkürlicher Muskelfasern umgeben.

Zu den Luftaustauschorganen gehören die äussere Haut und die Lungen. Die Lungen sind, vom Lungenfelle (Lungensacke) umgeben, der Brusthöhle luftdicht eingefügt. Das Lungengewebe besteht aus feinen, den Enden der Luftschläuche aufsitzenden Bläschen, auf welchen sich das Haargefässnetz verzweigt, dem die Lungenarterie kohlensäurereiches und sauerstoffarmes (venöses) Blut zuführt, und aus welchen die Lungenvenen sauerstoffreiches und kohlensäurearmes (arterielles) Blut abführen.

Die Organe der Athmungsbewegung sind: 1. die Muskeln in der Umgebung des Nüstern, welche bei der Einathmung den Naseneingang erweitern; 2. die Muskeln, welche sich an die Rippen setzen und die Brusthöhle erweitern; 3. die Muskeln am Luftröhrenkopfe, welche den Eingang in die Luftröhre erweitern und verengern, und der Stimmbildung dienen.

Die Funktion des Athmungsapparates besteht im Wesentlichen in der Aufnahme von Sauerstoff und der Ausscheidung von Kohlensäure. Dieser Gasaustausch wird vermittelt durch das Blut, welches der Träger jener beiden Gase ist, die in ihm theils locker chemisch gebunden, theils absorbirt sind. In der Lunge werden bei jeder Einathmung (Inspiration) die Lungenbläschen mit atmosphärischer Luft erfüllt, aus welcher das in den Lungen-Haargefässen kreisende Blut beständig Sauerstoff aufnimmt und Kohlensäure und Wasserdampf an dieselbe abgibt; bei jeder Ausathmung (Exspiration) werden die in den Lungenbläschen angesammelten Gase grösstentheils ausgetrieben. Die Hautathmung besteht in einer Abgabe von Wasserdampf und Kohlensäure, und in einer Aufnahme von Sauerstoff durch die Oberhaut. Die Grösse des Gaswechsels, beziehungsweise die Stärke der Athmungsbewegung, ist im Wesentlichen abhängig von dem Sauerstoffverbrauche im Stoffwechsel der Gewebe.

§. 210. *Die Nasenhöhle (cavitas narium).*

Die Nasenhöhle wird von folgenden Knochen begrenzt: nach oben-vorn vom Nasenfortsatze der Stirnplatte des Stirnbeines und von den Nasenbeinen; nach oben-hinten vom Labyrinthe des Siebbeines; nach unten von den Gaumenfortsätzen der

Zwischenkiefer-, Oberkiefer- und Gaumenbeine; lateralwärts von den Nasenfortsätzen derselben und von den beiden Muschelbeinen; nach hinten-unten steht die Nasenhöhle durch die beiden, als Choanen*) bezeichneten trichterförmigen Oeffnungen in Verbindung mit der Rachenhöhle; die vordere freie Oeffnung wird von den Nasenflügeln (Nüstern) begrenzt.

Durch eine mediane Scheidewand, welche grösstentheils aus Knorpel besteht, der sich nach abwärts auf das Pflugscharbein stützt und nach aufwärts mit der senkrechten Platte des Siebbeines verbunden ist, wird die Nasenhöhle in zwei annähernd gleiche Hälften getheilt; in jeder Hälfte werden durch die von der lateralen Wand vorragenden Muschelbeine drei Nasengänge gebildet. Der obere Nasengang liegt zwischen der Decke der Nasenhöhle und der oberen Muschel; er führt zur Siebbeinplatte. Der mittlere Nasengang, zwischen den oberen und unteren Muschelbeinen gelegen, führt hinten in das Siebbein-Labyrinth und durch dieses — bei den Wiederkäuern und dem Schweine — in die Höhlen des Stirnbeines und des Keilbeines; lateralwärts steht der mittlere Nasengang mit der Oberkieferhöhle in Verbindung und durch diese mit den Höhlen der anliegenden Schädelknochen (siehe Seite 155). Der untere Nasengang liegt zwischen den unteren Muschelbeinen und dem Boden der Nasenhöhle und führt durch die Choane in die Rachenhöhle; in der Verlängerung dieses Ganges liegt an der Seitenwand der Rachenhöhle der Eingang in den Ohr-Nasenschlauch (Eustachische Röhre). In den vorderen Theil des unteren Nasenganges mündet der häutige Thränenkanal.

Der vordere Eingang in die Nasenhöhle wird oben, unten und medianwärts begrenzt von den Flügelknorpeln, welche mit dem vorderen Ende der knorpeligen Nasenscheidewand verbunden sind und dem oberen, unteren und medialen Umfange des Nasenflügels zur Stütze dienen. Der bei dem Pferde und den Wiederkäuern bloss aus Haut und Muskeln bestehende äussere Nasenflügel gestattet eine grössere Beweglichkeit. Die Nasenflügel des Pferdes sind ringsum von der äusseren behaarten Haut überzogen und sie verengern sich trichterförmig gegen den eigentlichen, mit Schleimhaut bekleideten Naseneingang; dieser von den Nasenflügeln gebildete Vorhof der Nasenhöhle heisst

*) Von χοάνη, der Trichter.

beim Pferde die Nasentrompete. Dieser Vorhof ist bei den Wiederkäuern und dem Schweine kürzer und enger. Seine äussere Oeffnung (das sogenannte äussere Nasenloch) liegt bei den Wiederkäuern am lateralen Umfange des Flozmaules; sie wird lateralwärts von dem äusseren, der behaarten Haut angehörenden Nasenflügel begrenzt. Beim Schweine liegt das äussere Nasenloch ganz in der Rüsselscheibe, nahe der Medianlinie derselben; die Rüsselscheibe hat zur Grundlage den Rüsselknochen, der durch die Verknöcherung des vorderen Endes der knorpeligen Nasenscheidewand entsteht.

Die Wände der Nasenhöhle sind mit einer Schleimhaut bekleidet, die im Zusammenhange steht mit der Schleimhaut der Nebenhöhlen. Die Nasenschleimhaut zeigt zweierlei, auch durch ihre Farbe unterschiedene Formen. Der Theil, welcher die Nasenscheidewand im oberen und zum Theil im mittleren Nasengange, sowie das Siebbein-Labyrinth überzieht, besitzt ein zylinderförmiges, mit feinen Härchen besetztes Epithel und hat im lebenden Zustande eine gelbbraune Färbung; wir haben diesen Theil (die Riechhaut) in §. 174 bereits als Geruchorgan kennen gelernt. Der übrige Theil der Nasenschleimhaut, welcher hauptsächlich den unteren und zum Theil den mittleren Nasengang auskleidet, trägt ein mit Flimmern besetztes kürzeres Zylinderepithel; er erscheint im lebenden Zustande rosig gefärbt und wird als Respirationshaut („Schneider'sche Membran") bezeichnet. Die Respirationshaut enthält zahlreiche traubenförmige Drüsen, welche den Nasenschleim absondern; sie bildet an der Nasenscheidewand eine von zahlreichen Blutgefässen durchzogene Verdickung, die Franck als Schwellkörper der Nasenscheidewand bezeichnet hat; kleinere Schwellkörper finden sich auch an den Muschelbeinen, und beim Rinde auf dem Boden der Nasenhöhle.

Neben den zahlreichen Blutgefässen, die in den Schwellkörpern die sogenannten Wundernetze bilden, enthält die Respirationshaut der Nasenhöhle viele feine Fasern aus der sensibelen Wurzel des Drillingnerven; jene verleihen der Schleimhaut eine grosse Empfindlichkeit und sie bewirken eine lebhafte Reaktion gegen eingedrungene fremde Körper, die durch eine kräftige Ausathmungsbewegung (Niesen) entfernt werden.

§. 211. *Die Luftröhre (trachea).*

Der eingeathmete Luftstrom führt aus der Nasenhöhle in die Rachenhöhle, aus welcher der Ohr-Nasenschlauch (Eustachische Röhre) die Luft entweder direkt, oder beim Pferde durch Vermittelung des häutigen Luftsackes, in die Paukenhöhle führt (siehe §. 171). Aus der Rachenhöhle (die bereits in §. 190 beschrieben ist) dringt die eingeathmete Luft bei geöffnetem Kehldeckel in die Luftröhre, deren erweiteter Anfangtheil als „Luftröhrenkopf“ oder „Kehlkopf“ bezeichnet wird.

Der Luftröhrenkopf (larynx) besteht aus drei Knorpelpaaren, welche seine ringförmige Wand bilden, und einem unpaaren Knorpel, der als Deckel dient und den Luftröhrenkopf von der Rachenhöhle zeitweilig abschliessen kann. Diese Knorpel heissen: Schildknorpel, Ringknorpel, Giesskannenknorpel und Kehldeckelknorpel.

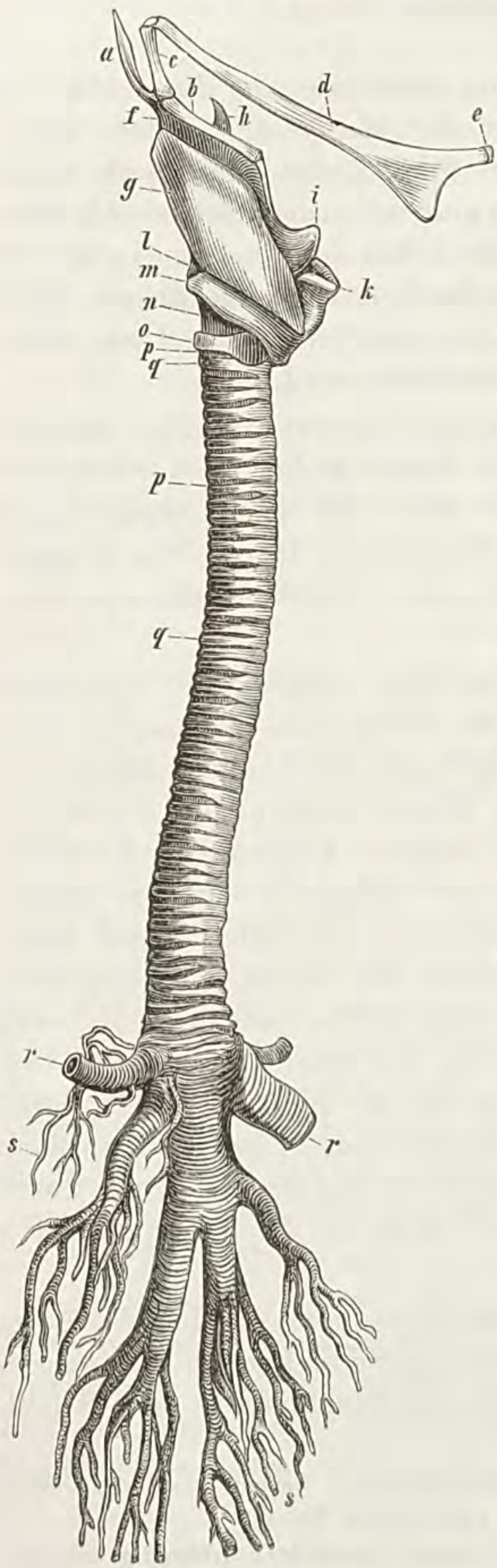
1. Der Schildknorpel (cartilago thyreoïdea), bildet mit seinen paarigen Platten, die in der Medianlinie verwachsen sind, die vordere untere und laterale Begrenzung des Luftröhrenkopfes*); nach aufwärts bleibt zwischen beiden Platten eine Spalte, in welcher die Giesskannenknorpel liegen. Der vordere Rand des Schildknorpels ist durch Bandmasse verbunden mit dem Körper und den Gabelästen des Zungenbeines; der untere Rand bildet nach vorn einen in der Medianlinie des Halses vorspringenden Kamm und einen Wulst (den sogenannten Adamsapfel), nach hinten einen dreieckigen Ausschnitt, der durch das untere Ring-Schildknorpelband ausgefüllt wird; der hintere Rand ist durch Bandmasse an den Ring des Ringknorpels befestigt; der obere Rand ist nach vorn mit den Gabelästen des Zungenbeines durch Bandmasse, nach hinten mit der Platte des Ringknorpels durch Gelenke verbunden.

2. Der Ringknorpel**) (cartilago cricoïdea) hat die Form eines Siegelringes, der hinten-oben vom Schildknorpel den ganzen Luftröhrenkopf umgibt. Die Lage des Ringknorpels zum Schild-

*) Die Lagebezeichnung des Luftröhrenkopfes bezieht sich hier immer auf die natürliche Stellung desselben im lebenden Thiere.

**) Die beiden Hälften des Ringknorpels verwachsen frühzeitig mit einander, so dass er nach der Geburt schon als unpaarer Knorpel erscheint.

Fig. 130.



Luftröhre vom Pferd.

a Gabelgriff des Zungenbeines,
b Gabelast „ „
c kleiner Ast „ „
d grosser Ast „ „
e Felsenbein-Synchondrose des Zungenbeines,
f Schild-Zungenbeinband, *g* Schildknorpel,
h Kehldeckelknorpel, *i* Giesskannenknorpel,
k Platte des Ringknorpels,
m Ring „ „
l unteres Ring-Schildknorpelband,
n unteres Ring-Luftröhrenband,
o erster Luftröhrenknorpel,
p Bandmasse der Luftröhre,
q Knorpelreifen „ „
r Seitenäste der Luftröhre,
s Luftschläuche.

knorpel ergibt sich aus vorstehender Beschreibung des letzteren und aus Fig. 130. Nach hinten-unten verbindet sich der Ring des Ringknorpels durch Bandmasse mit dem ersten Knorpelringe der Luftröhre. Die Platte des Ringknorpels gelenkt nach vorn-unten mit den Giesskannenknorpeln, nach hinten unten mit der Platte des Schildknorpels. Die obere hintere Fläche der Ringknorpelplatte trägt in der Medianlinie einen Kamm.

3. Die Giesskannenknorpel (cartilagines arytaenoïdeae) sind zwei kleine pyramidenförmige Knorpel, welche mit der Ringknorpelplatte durch Gelenke verbunden sind und die obere vordere Begrenzung des Luftröhrenkopfes bilden.

4. Der Kehldeckelknorpel (cartilago epiglottica) ist ein zungenförmiger Deckel, dessen Spitze nach hinten-oben

gerichtet ist; seine Basis besitzt zwei laterale Fortsätze, die durch das Schild-Kehldeckelband mit dem Schildknorpel verbunden sind.

Die Schleimhaut des Luftröhrenkopfes bekleidet die innere Fläche sämmtlicher Kehlkopfknorpel; sie enthält viele Schleimdrüsen und besitzt ein flimmerndes Zylinderepithel. Durch zwei zwischen dem Schildknorpel und den Giesskannenknorpeln verlaufende, nach hinten-oben divergirende Falten wird die Stimmritze begrenzt; diese Schleimhautfalten heissen die Stimmbänder (ligamenta thyreo-arytaenoïdea). Beim Pferde und Schweine ist der Kehldeckel mit den Giesskannenknorpeln noch durch eine Schleimhautfalte verbunden, welche das Giesskannen-Kehldeckelband (lig. ary-epiglotticum) genannt wird.

Drei kleine willkürliche Muskeln bedecken paarweise die äussere laterale Fläche des Luftröhrenkopfes; sie bewirken die Erweiterung der Stimmritze. An der inneren Fläche des Luftröhrenkopfes liegen ebenfalls drei willkürliche Muskelpaare, welche die Stimmritze verengern.

Die Luftröhre besteht aus einer Anzahl (bei dem Pferde und den Wiederkäuern etwa 50, beim Schweine etwa 30) von Knorpelreifen, die nach hinten-oben breiter werden und durch Bandmasse miteinander verbunden sind. An ihrem hinteren oberen Umfange ist die Luftröhre abgeplattet und hier fehlt zum Theile die knorpelige Begrenzung, an deren Stelle ein starkes Querband tritt, welches die Enden der knorpeligen Reifen verbindet. Bei den Wiederkäuern und dem Schweine berühren sich diese Enden, beim Pferde sind sie weiter von einander entfernt. Durch diese Form der Knorpelreifen, beziehungsweise durch das Eintreten von Bandmasse an der hinteren oberen Wand der Luftröhre, wird die Ausdehnung und Verengerung derselben ermöglicht; an dieser Stelle federt also die Luftröhre.

Die Lichtung der Luftröhre wird von einer Schleimhaut ausgekleidet, die vorn-unten und lateralwärts unmittelbar der Knorpel- und Bandwand anliegt, nach hinten-oben aber von derselben durch eine querverlaufende Schicht unwillkürlicher Muskelfasern getrennt ist. Die Schleimhaut trägt ein flimmerndes Zylinderepithel und sie besitzt zahlreiche traubenförmige Schleimdrüsen.

Die Luftröhre verläuft vor dem Brustbeinmuskel des Trägers (musc. longus colli) und sie wird nach vorn bedeckt von

dem Brustbeinmuskel des Unterkiefers (musc. sterno-maxillaris). Das Schlundrohr liegt anfangs hinter ihr, dann an ihrer linken Seite. Zu beiden Seiten der Luftröhre, dicht hinter dem Ringknorpel, liegt die Schilddrüse (glandula thyreoïdea), deren beide Seitentheile durch einen schmalen Mitteltheil (isthmus glandulae thyreoïdeae) verbunden sind; die Schilddrüse ist eine Blutdrüse (siehe §. 207). In der Brusthöhle liegt die Luftröhre im Mittelfellraume und sie theilt sich hier (in der Höhe des 5. Rückenwirbels) in zwei Hauptäste (bronchus dexter et sinister), welche in die rechte und die linke Lunge eintreten, wo sie ein weit verzweigtes System von Luftschläuchen bilden. Je feiner die Aeste der letzteren werden, desto mehr tritt die Knorpelmasse und die Muskelhaut zurück; die feinsten Aeste der Luftschläuche bestehen bloss aus Schleimhaut und sie enden in den Lungenläppchen (Lungentrichtern).

Bei Embryonen und jugendlichen Thieren ist die Luftröhre, an ihrer Eintrittsstelle in die Brusthöhle mit der Brustdrüse (glandula thymus) verbunden, die zu den Blutdrüsen (siehe §. 207) gehört und nach der Geburt bis auf einen kleinen Rest, oder gänzlich schwindet. Beim Kalbe und Ferkel ist die Brustdrüse am grössten und sie reicht aufwärts bis zum Luftröhrenkopfe.

§. 212. *Die Lungen (pulmones).*

Die Lunge ist das schwammige, im gesunden Zustande blassroth gefärbte Luftaustauschorgan, das vom Lungenfelle (Lungensacke) umgeben, mittelst des Mittelfelles an der Rückenwirbelsäule aufgehängt ist. Man unterscheidet eine rechte und eine linke Lunge, welche durch das Mittelfell vollständig von einander getrennt sind und die beiden Hälften der Brusthöhle vollständig erfüllen. Die rechte Lunge besteht beim Pferde aus drei Lappen, bei den Wiederkäuern und dem Schweine aus vier Lappen. Die linke Lunge besitzt bei den Wiederkäuern drei Lappen, beim Schweine und Pferde zwei Lappen, die aber bei letzterem nur sehr unvollständig getrennt sind; die vorderen Lappen der Pferde-Lunge sind bedeutend kleiner als die hinteren Hauptlappen. Jeder Lungenlappen empfängt einen grösseren Luftröhrenast und er theilt sich in zahlreiche Lungenläppchen (die als polygonale Felder auf der Oberfläche der Lunge sichtbar sind), welche den feinsten

Aesten der Luftschläuche trichterförmig anhängen, weshalb sie auch als Lungentrichter bezeichnet werden.

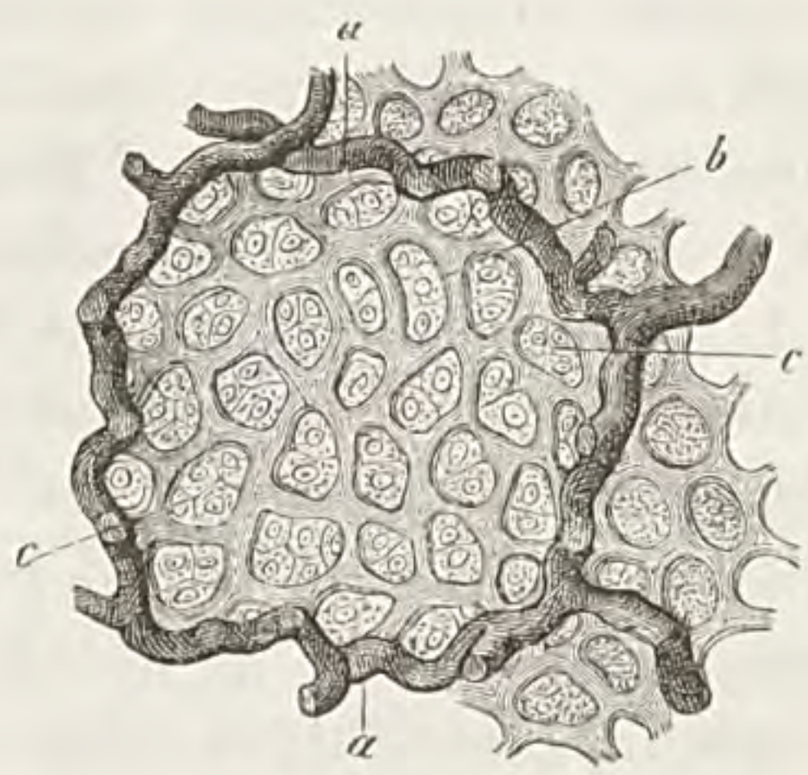
Die Lungentrichter (infundibula) sind aus zahlreichen Lungenbläschen (Luftzellen, alveoli) zusammengesetzt (Fig. 131); letztere bestehen aus einem feinfaserigen, mit reichlichen elastischen Fasern durchzogenen Bindegewebe, das an seiner dem Luftraume zugekehrten Innenfläche mit einem einfachen Plattenepithele besetzt ist. In dem Bindegewebe der Lungenbläschen verzweigt sich das feine Haargefässnetz der Lungen-Blutgefässe, welche in

Fig. 131.

Lungentrichter *(aa)*.

b Lungenbläschen,
c Luftschläuche, welchen noch einzelne Lungenbläschen aufsitzen.

Fig. 132.



Lungenbläschen vom Kalbe.

a grössere Blutgefässe, *b* Haargefässnetz, *c* Epithelzellen.

den Scheidewänden der Lungenbläschen verlaufen (Fig. 132 *a*). Die feinen Haargefässe der Lungenbläschen haben häufig einen gewundenen Verlauf und sie ragen dann, die dünne Bläschenwand vor sich her treibend,*) in den Luftraum des Bläschens vor.

Die Lunge besitzt ein doppeltes Gefässnetz: ein respiratorisches, den Gasaustausch vermittelndes, welches von der Lungenarterie abstammt, und ein ernährendes (für das Lungengewebe und die Luftröhrenäste), welches der Bronchialarterie angehört, die aus der hinteren Aorta abzweigt. Die aus der Bronchialarterie entstehenden Bronchialvenen führen ihr Blut grösstentheils in die Lungenvenen.

*) Die vielfach verbreitete Ansicht, dass die Haargefässe in den Luftraum des Bläschens unmittelbar eintreten, scheint mir nicht bestimmt erwiesen zu sein.

Die zahlreichen Lymphgefässe der Lunge sammeln sich in den Bronchialdrüsen, welche an der Theilungsstelle der Luftröhre liegen.

Die Nerven der Lunge stammen vom Lungenmagennerven (n. vagus) und vom sympathischen Geflechte.

Die grösseren Blutgefässe und Nerven begleiten die Luftröhrenäste und Luftschläuche.

§. 213. *Der Gaswechsel des Blutes in den Lungen und den Geweben.*

Das (venöse) Blut, welches aus der rechten Herzkammer durch die Lungenarterie der Lunge zugeführt wird, gibt an die Luftzellen Kohlensäure und Wassergas ab und nimmt dafür Sauerstoff auf. Das sauerstoffreichere (arterielle) Blut gelangt durch die Lungenvenen in die linke Vorkammer des Herzens; es gibt an die Gewebe des Körpers Sauerstoff ab und nimmt dafür Kohlensäure auf.

Der Gaswechsel in den Lungen beruht auf der ungleichen Spannung der Gase in der Atmosphäre und im Blute; durch die Athmung wird diese Spannung bis zu einem gewissen Grade ausgeglichen. In der äusseren Atmosphäre beträgt die Sauerstoffspannung 158 Millimeter Quecksilberdruck (20·8 Prozent), die Kohlensäurespannung 0·38 Mm. (0·05 Prozent). Die Sauerstoffspannung beträgt im venösen Blute*) im Mittel 22 Mm. (2·9 Prozent), im arteriellen 29·6 Mm. (3·9 Prozent). Die Kohlensäurespannung beträgt im venösen Blute im Mittel 41 Mm. (5·4 Prozent), im arteriellen Blute 21 Mm. (2·8 Prozent). Die Spannung des Sauerstoffes ist also im Blute kleiner, die der Kohlensäure grösser, als in der Atmosphäre.

Von A. Fick wurden aus 100 Kubikzentimeter Hundeblut, bei 1 Meter Quecksilberdruck und 0°, an auspumpbaren Gasen, im Durchschnitte mehrerer Bestimmungen, gewonnen:

	Stickstoff Kzm.	Sauerstoff Kzm.	Kohlensäure Kzm.
aus arteriellem Blut	2·02	14·60	29·99
aus venösem Blut	1·50	9·05	34·40

*) Diese dem „Grundriss der Physiologie“ von L. Hermann entnommenen Zahlen betreffen das Hundeblut.

Beim Durchgange durch die Lunge, geben 100 Kzm. Blut 4·41 Kzm. Kohlensäure ab, und sie nehmen 5·55 Kzm. Sauerstoff auf.

Die Kohlensäure findet sich grösstentheils im Blutserum und zwar zum Theil absorbirt, zum Theil locker chemisch gebunden; nur ein sehr kleiner Theil der Kohlensäure ist in den Blutkörperchen enthalten, als feste chemische Verbindung mit dem Hämoglobin. Dagegen ist der Sauerstoff grösstentheils durch das Hämoglobin *) der Blutkörperchen locker chemisch gebunden und nur zum kleinsten Theile in Blutserum absorbirt. Daraus erklärt sich die geringere Sauerstoffspannung und die grössere Kohlensäurespannung im Blute. Die geringe Sauerstoffspannung im Blute gestattet dem Thiere: sogar aus einer sauerstoffarmen Luft seinen Bedarf an Sauerstoff zu decken, während der Gehalt der Atmosphäre an Kohlensäure sich nur wenig über die Norm zu erhöhen braucht, um die Ausathmung von Kohlensäure zu erschweren. Die Ausgleichung der Kohlensäurespannung im Blute findet demnach viel eher eine Grenze in dem Ueberschusse an atmosphärischer Kohlensäure, als die Ausgleichung der Sauerstoffspannung in dem Mangel an atmosphärischem Sauerstoff. Die Sauerstoffaufnahme in das Blut ist also fast ganz unabhängig vom atmosphärischen Drucke, während die Kohlensäureabgabe von demselben wesentlich abhängig ist.

Neuere Versuche haben erwiesen, dass der in das Blut aufgenommene Sauerstoff die Kohlensäurespannung im Blute erhöht, durch Austreibung der Kohlensäure. Man nimmt nämlich an, dass die sauerstoffhaltigen Blutkörperchen die Kohlensäure des Blutserums aus ihren Salzverbindungen auszutreiben vermögen.

Die Ausscheidung der Blut-Kohlensäure in der Lunge wird also um so ausgiebiger sein, je reicher die atmosphärische Luft an Sauerstoff und je ärmer sie an Kohlensäure ist. Da aber diese Bedingung nur erfüllt werden kann, wenn die atmosphärische Luft in die Lungenbläschen eindringt, so ist es in zweiter Linie die Häufigkeit und die Tiefe der Athembewegungen, wodurch die Einnahme von Sauerstoff und die Ausgabe von Kohlensäure gesteigert wird. Die Ursachen, welche die Athmungsthätigkeit steigern und herabsetzen, werden wir im siebenundzwanzigsten Kapitel kennen lernen. Wir wollen hier nur erwähnen, dass alle

*) Nach L. Hermann bindet 1 Grm. Hämoglobin 1·2 bis 1·3 Kzm. Sauerstoffgas bei 1 Meter Druck und 0°.

Ursachen, welche den Stoffwechsel im Gesammtorganismus erhöhen, wie namentlich die Arbeit, auch die Athmungsthätigkeit steigern.

Da der eingeathmete Sauerstoff im Organismus, ausser mit Kohlenstoff, noch mit anderen Stoffen Verbindungen eingeht (nämlich mit Wasserstoff, Stickstoff und Schwefel), so muss das Volum der ausgeathmeten Kohlensäure etwas geringer sein, als das Volum des eingeathmeten Sauerstoffes. Dieser Ausfall im Volum der Ausathmungsluft wird gedeckt durch Wassergas, mit welchem die wärmere Ausathmungsluft fast vollständig gesättigt ist. Wird die Ausathmungsluft auf gleiche Temperatur und gleichen Wassergas-Sättigungsgrad gebracht wie die Einathmungsluft, so muss beim Athmen im abgeschlossenen Raume eine Luftverdünnung entstehen.

Die Einnahme und Ausgabe von Stickstoff in der Athmungsluft bleibt sich nahezu gleich. Ein kleiner Theil des Stickstoffes ist an die Blutkörperchen chemisch gebunden.

Durch die sogenannte Gewebeathmung wird dem Blute Sauerstoff entzogen und Kohlensäure zugeführt. Dieser Gaswechsel geschieht in den Haargefässen des Körpers. In denselben diffundirt der an das Hämoglobin der Blutkörperchen nur locker gebundene Sauerstoff durch die Gefässwandung hindurch in die umliegenden Gewebe, wo er (zum Theil innerhalb der Zelle) sich mit dem Kohlenstoffe und dem Wasserstoffe der Gewebesäfte zu Kohlensäure und Wasser verbindet. Im Gewebestoffwechsel erscheinen Kohlensäure und Wasser als Endprodukte, nachdem Kohlenstoff und Wasserstoff eine Reihe von Umsetzungen (Spaltungen) erfahren haben. Wahrscheinlich wird der Kohlenstoff der Gewebesubstanzen nicht direkt in Kohlensäure verwandelt, sondern er erscheint in Folge von Wasserzersetzung durch Fermente. (Näheres hierüber in §. 227.) Die schliesslich gebildete Kohlensäure diffundirt aus den Geweben in das Blut, und das im Gewebestoffwechsel erzeugte Wasser wird durch den Lymphstrom abgeführt, welcher es durch den Milchbrustgang in den venösen Blutstrom leitet.

Da in den Geweben die Sauerstoffspannung geringer, die Kohlensäurespannung aber grösser ist als im kapillaren Blutstrome, so erklärt sich daraus: der Uebertritt von Sauerstoff aus dem Blute in die Gewebe, sowie der Uebertritt von Kohlensäure aus den Geweben in das Blut. Die Diffusion beider Gase wird aber ausserdem durch chemische Anziehung unterstützt.

In den Geweben müssen Substanzen vorhanden sein, welche den Sauerstoff stärker anziehen, als das Hämoglobin des Blutes.

Dies ergibt sich aus der von Pettenkofer und Voit, sowie von Henneberg festgestellten Thatsache: dass während der Nacht, beziehungsweise während des Schlafes, bedeutend mehr Sauerstoff eingeathmet, als mit Kohlenstoff verbunden ausgeathmet wird (siehe hierüber §. 228); ferner aus der Thatsache: dass winterschlafende Thiere bedeutend weniger Sauerstoff in der Kohlensäure ausathmen als aus der Atmosphäre einathmen. Es wird also Sauerstoff im Organismus, und zwar in den Geweben aufgespeichert. Daraus ergibt sich die Möglichkeit einer zeitweise grösseren Sauerstoff-Ausgabe (in der Kohlensäure), wie das bei der Muskel- und Drüsenarbeit der Fall ist.

Ein Theil der im Gewebestoffwechsel erzeugten Kohlensäure gelangt in chemischer Bindung in das Blut, welches ja neben der bloss absorbirten, auch chemisch gebundene Kohlensäure enthält.

Dass Oxydationsvorgänge im Blute selbst vorkommen, ist wohl nicht zu bezweifeln, jedenfalls aber stehen sie den Oxydationsvorgängen in den Geweben an Zahl und physiologischer Bedeutung weit nach.

Die folgende Tabelle*) zeigt uns in Durchschnittszahlen das Ergebniss genauester Untersuchungen über den Gaswechsel in den Lungen einiger landwirthschaftlicher Hausthiere.

Tabelle VI. Gaswechsel in den Lungen einiger landwirthschaftlicher Hausthiere.

Bezeichnung des Thieres	Lebendgewicht	Menge der in 24 Stunden eingeathmeten Luft	Verbrauchter Sauerstoff			Oxydirte Kohle			Erzeugte Kohlensäure		
			auf 1 Stunde	auf 24 Stunden	auf 24 Stunden u. 1 Kilo Lebendgewicht	auf 1 Stunde	auf 24 Stunden	auf 24 Stunden u. 1 Kilo Lebendgewicht	auf 1 Stunde	auf 24 Stunden	auf 24 Stunden u. 1 Kilo Lebendgewicht
	Kilo	Liter	Liter	Liter	Grm.	Grm.	Grm.	Grm.	Liter	Liter	Liter
Pferd . . .	450	95·591	177·15	4251·60	13·272	95·02	2286·00	5·080	177·18	4282·55	0·393
Rind . . .	450	78·800	147·75	3456·00	11·040	77·42	1858·00	4·128	144·40	3465·75	0·320
Esel . . .	150	31·495	59·05	1417·30	13·577	31·67	762·00	5·080	59·06	1427·52	0·393
Schwein .	75	34·444	64·58	1550·00	29·698	34·89	837·50	11·166	65·08	1562·12	0·867
Schaf . . .	45	20·400	38·25	918·00	29·314	14·32	343·75	7·638	26·72	641·17	0·593
Hund . . .	20	8·441	16·57	397·86	28·392	6·51	156·42	7·621	12·15	291·76	0·607
Katze . . .	3·5	1·451	2·89	69·36	28·475	1·13	27·12	7·748	2·12	50·88	0·605
Kaninchen	3·5	1·128	2·15	51·80	21·192	1·05	25·20	7·200	1·97	47·38	0·562
Huhn . . .	1	0·517	0·97	23·28	24·840	0·28	6·72	6·720	0·52	12·63	0·520

*) Nach G. Colin „Traité de physiologie comparée des animaux“ Paris 1873 II. 305.

§. 214. *Die Mechanik des Athmungsapparates.*

Der wesentliche Umstand für die Mechanik der Lungen (Lungenathmung, respiratio) ist die luftdichte Einfügung derselben in die Brusthöhle. Wenn die Brusthöhle durch das Zwerchfell und die übrigen Muskeln, welche sich an die federnden Rippen ansetzen, erweitert wird, so folgen die elastischen Lungen der sich ausdehnenden Brustwand; es entsteht in den Lungenbläschen ein luftverdünnter Raum, der durch die eindringende atmosphärische Luft ausgefüllt wird.*) Das ist der Vorgang der Einathmung (inspiratio). Wenn, nach der Erschlaffung der Einathmungsmuskeln, die elastischen und federnden Theile der Brusthöhle wieder in ihren früheren elastischen Gleichgewichtzustand zurückkehren, so werden die in den Lungenbläschen befindlichen Gase auf dem Wege der Luftleitungsorgane ausgetrieben. Das ist der Vorgang der Ausathmung (exspiratio).

Die Einathmung geschieht stets durch Muskelwirkung. Der Hauptmuskel für die Einathmung ist der Zwerchfellmuskel. Im ruhenden Zustande wölbt sich das Zwerchfell in die Brusthöhle vor; durch die Verkürzung seiner Muskelfasern flacht sich dasselbe ab, drängt die ihm anliegenden Baucheingeweide nach rückwärts (wodurch sich der Bauch vorwölbt), und erweitert so die Brusthöhle in der Längsaxe. Bei ruhiger Athmung ist diese Bewegung des Zwerchfelles ausreichend für den Gaswechsel in der Lunge. Bei etwas angestrengter Athmung aber wird die Erweiterung der Brusthöhle unterstützt von den Zwischenrippenmuskeln, durch deren Verkürzung die etwas schräg nach hinten verlaufenden Rippen nach vorn gezogen und etwas um ihre Längsaxe gedreht (torquirt) werden; dadurch wird die Queraxe der gegenüberliegenden Rippenpaare annähernd in eine Frontalebene gebracht und die Brusthöhle in der Queraxe erweitert. Bei sehr ange-

---

*) Da die Lungen (durch die Vermittelung des Brust- und Herzfelles) auch mit den Vorkammern des Herzens und deren Blutgefässen verbunden sind, so wird durch die Ausdehnung der elastischen Lungen ein Zug (negativer Druck) ausgeübt auf die Wandung der Vorkammern und der in dieselben mündenden Blutgefässe (Hohlvenen und Lungenvenen). Indem sich diese erweitern, strömt das Blut in beschleunigter Bewegung in die Vorkammern. Diese Wirkung der Einathmungsbewegung (die sogenannte Aspiration des Brustkorbes) erstreckt sich auch auf den in die Achselvene einmündenden Strom der Saugaderstämme.

strengter Athmung wird die Arbeit der Zwischenrippenmuskeln, beziehungsweise die Erweiterung der Brusthöhle in der Queraxe, unterstützt durch die Verkürzung der Rippenheber, nämlich durch den oberen Rückenmuskel der Rippen (musc. serratus posticus), den gemeinschaftlichen Rückenmuskel der Rippen (musc. iliocostalis), den tiefen Rückenmuskel der Rippen (musc. levator costarum) und den Quermuskel der Rippen (musc. transversus costarum); bei festgestelltem Vordergliede wirkt als Einathmungsmuskel auch der Rippenmuskel der Schulter (musc. serratus ant. inf.) Die Erweiterung der Brusthöhle in der Längsaxe geschieht ferner durch die Verkürzung des Rippenmuskels des Nackens (musc. scalenus), sowie durch die Bauchmuskeln der Rippen; letztere wirken bei stärkerer Verkürzung als Ausathmungsmuskeln, indem sie alsdann die Baucheingeweide gegen das Zwerchfell pressen und so die Brusthöhle verengern. Bei angestrengter Athmung werden ferner die Nüstern erweitert (namentlich beim Pferde) durch den Oberkiefermuskel des Nüstern (musc. pyramidalis nasi), den Quermuskel des Nüstern (musc. compressor nasi), und den Zwischenkiefermuskel des Nüstern (musc. dilatator nasi post.); die Thätigkeit dieser Muskeln bewirkt das Einströmen eines grösseren Luftvolums in die Nasenhöhle. Beim ruhigen Athmen ist die Mitwirkung der Nüsternmuskeln nicht erforderlich, weil mit der regelmässigen Erweiterung der Brusthöhle und der Ausdehnung der Lungenbläschen, die Luft durch die Nasenhöhle von selbst einströmt.

Alle unsere Hausthiere athmen durch die Nasenhöhle,*) wo die eingeathmete Luft erwärmt und durch die Flimmern des Schleimhautepitheles (welche sich gegen den Ausgang der Nasenhöhle bewegen) von Staubtheilchen befreit wird. Die eingeathmete Luft dringt auch in die Nebenhöhlen der Nase ein, wo sie die in denselben befindliche wärmere Luft verdrängt, welche dann zunächst in die Luftröhre eintritt. Diese Vorwärmung der Luft in der Nasenhöhle und in ihren Nebenhöhlen ist eine für die Athmung wesentliche Funktion dieser Organe. Würde die Luft stets durch die Maulhöhle eingeathmet werden, so würde sie, ohne vorgewärmt zu sein, direkt durch die Luftröhre in die Lungen treten; sie würde diese bei niederer Temperatur erkälten

*) Nur bei rascher Bewegung und grosser Hitze athmet der Hund durch das Maul.

und ihr mehr Staubtheilchen zuführen, die auf dem kurzen Wege durch die Luftröhre an deren Flimmerepithel nur theilweise haften bleiben. Der längere Weg durch die Nasenhöhle ist für die Staubbefreiung also weit günstiger.

Da der Kehldeckel beim Schlingen den Luftröhrenkopf verschliesst, so kann der Luftstrom während dieses Vorganges in die Luftröhre nicht eintreten; sonst aber strömt die Luft hinter dem halbaufgerichteten Kehldeckel ungehindert in den Luftröhrenkopf, wo sie bei einer gewissen, von dem Willen des Thieres abhängigen Stellung der Giesskannenknorpel, die Ränder der Stimmbänder in Schwingung versetzt und Töne (Einathmungstöne) erzeugt. Aus der Luftröhre dringt die Luft durch die Luftschläuche in alle Luftzellen der Lunge; hier geschieht der im vorigen Paragraphen beschriebene Gaswechsel.

Nach der Einathmung findet eine kleine Pause statt und dann folgt die Ausathmungsbewegung.

Die Ausathmung ist im ruhigen Zustande des Thieres ein passiver Vorgang. Wenn die Muskeln, welche die Brusthöhle erweitert haben, erschlafft sind, so kehren die Rippen und die Lungen in ihren elastischen Gleichgewichtzustand zurück und sie treiben die in den Lungenbläschen enthaltene (kohlensäurereiche) Luft durch die Luftröhre hinaus. Die durch die Verkürzung des Zwerchfellmuskels zusammengepressten Baucheingeweide dehnen sich nach der Erschlaffung dieses Muskels wieder aus, treiben das Zwerchfell in die Brusthöhle vor und üben so einen Druck aus auf die Lunge, wodurch das Zusammenfallen derselben unterstützt wird. Bei angestrengter Athmung wird die Austreibung der Luft durch die Bauchmuskeln der Rippen verstärkt, welche eine Zusammenpressung der Baucheingeweide bewirken. Durch die Anwendung der „Bauchpresse“ werden die Eingeweide gegen das Zwerchfell getrieben und dieses in die Brusthöhle stärker vorgewölbt. Die durch den Kehlkopf strömende Ausathmungsluft kann, bei entsprechender willkürlicher Stellung der Giesskannenknorpel — indem sie die Ränder der Stimmbänder wie in einer Zungenpfeife in Schwingung versetzt — Töne (Ausathmungstöne) erzeugen, welche die den Thieren eigenthümliche Stimme bilden. Für die Stimmbildung wesentlich, ist die Mitwirkung der Nasenhöhle (als Resonator) und des Nüstern, sowie des Luftsackes bei Pferden.

Nach Beendigung der Ausathmung entsteht wiederum eine Pause, welche länger ist, als die nach der Einathmung.

Dann beginnt wieder die Einathmung und so fort. Die Athmungsbewegungen geschehen in gewissen Zeiträumen, d. h. sie sind rhythmisch.

Der Mensch kann willkürlich athmen, er kann also auch den Rhythmus der Athmungsbewegungen unterbrechen. Bei den Thieren ist das bei der regelmässigen Athmung wahrscheinlich nicht der Fall (wir können es wenigstens nicht entscheiden); dagegen kommen bei den Thieren unregelmässige Athmungsbewegungen vor (Stimmlaute, Schnüffeln, Schnauben, Prusten, Drängen, Stöhnen), welche vom Willen abhängig sind. Die rein rhythmischen Athmungsbewegungen der Thiere sind wahrscheinlich ganz unwillkürlich.

Der Rhythmus der Athmungsbewegungen ist abhängig von dem beständigen Erregungszustande des Lungenmagennerven (n. vagus). Derselbe versorgt die Luftröhre und die Lungen mit sensibelen Fasern von zweierlei Art: die einen bewirken im Zustande der Reizung eine Beschleunigung, die anderen eine Verlangsamung der Athmung. Beide Arten von Fasern leiten ihren Erregungszustand zu der Ursprungsstelle des Lungenmagennerven im verlängerten Mark, wo sich das sogenannte Athmungszentrum befindet. Hier wird die Erregung des Lungenmagennerven übertragen auf die Nerven, welche die Athmungsmuskeln erregen.

Die Zahl der Athmungszüge ist bedingt durch den Sauerstoff- und Kohlensäuregehalt des Blutes. Die ruhige Athmung ist abhängig von einem gewissen normalen Bestande dieser beiden Gase im Blute. Sobald diese Norm verändert wird, steigert oder vermindert sich die Athmung. Die Zahl der Athmungszüge vermehrt sich: bei Abnahme des Sauerstoffes und bei Zunahme der Kohlensäure im Blute; die Athmungszüge vermindern sich: bei Ueberschuss von Sauerstoff und bei verlangsamter Erzeugung von Kohlensäure. Die Athmung steigert sich also bei lebhafterem Stoffwechsel, wie bei der Muskelarbeit und bei kalter Witterung. Die Athmung vermindert sich bei trägerem Stoffwechsel, wie im Zustande der Mastung (bei nicht zu warmer Temperatur) und im Schlafe. Im Allgemeinen ist bei Tage die Zahl der Athmungszüge grösser als bei Nacht, was sich erklärt aus dem dort vermehrten, hier verminderten Stoffwechsel.

Der Mangel an Sauerstoff und der Ueberschuss von Kohlensäure im Blute bewirkt zunächst eine Reizung der beschleunigenden Fasern des Lungenmagennerven, welche im Athmungszentrum des verlängerten Markes (s. §§. 153 und 177) den Reiz übertragen: durch die Zwerchfellnerven auf das Zwerchfell und durch die Zwischenrippennerven auf die Muskeln, welche die Brust- und Bauchhöhle lateralwärts und von unten umgeben. Durch die Arbeit dieser Muskeln wird die Brusthöhle erweitert, beziehungsweise die Bauchhöhle verengert; die einströmende Luft behebt den Mangel an Sauerstoff und die Ausathmungsluft führt den Ueberschuss an Kohlensäure ab.

Ausser durch diesen normalen Athmungsreiz, der von dem wechselnden Gehalte an Sauerstoff und Kohlensäure im Blute abhängig ist, werden die beschleunigenden Fasern des Lungenmagennerven auch noch durch andere Reize erregt. Zu diesen gehören z. B. Staubtheilchen, welche in die Luftröhre, oder in die Luftschläuche der Lungen gerathen; sie bewirken eine kräftige, stossweise erfolgende Ausathmungsbewegung — das Husten. Der Hustenreiz entsteht auch durch übermässige Schleimabsonderung, bei Entzündungszuständen der Luftröhre und der Lungen, in welchem Falle der Schleim als fremder Körper wirkt; der regelmässig abgesonderte Schleim wird bei jeder Ausathmung durch die Nasenhöhle allmälig abgeführt. Fremde Körper, welche die sensibelen Nerven (vom 5. Paare) der Nasenschleimhaut reizen, werden mittelst reflektorischer Erregung der Fasern des Lungenmagennerven durch Niesen ausgeworfen, das ebenfalls durch eine kräftige, krampfartige Ausathmungsbewegung (nachdem eine tiefe Einathmung vorausgegangen ist) zu Stande kommt. Das Gähnen besteht in einer langsamen und tiefen Einathmung, der eine rasche und kurze Ausathmung folgt; der Reiz zum Gähnen geht vom Gehirne aus und ist eine Folge der Ermüdung dieses Organes; auch beim Gähnen wird der Lungenmagennerv auf reflektorischem Wege gereizt.

Neben diesen unwillkürlichen Athmungsbewegungen kommen bei den landwirthschaftlichen Hausthieren auch einige willkürliche Athmungsbewegungen vor, von denen wir die Stimmlaute (Wiehern, Brüllen, Blöcken, Meckern, Grunzen, Bellen, Miauen u. s. w.) bereits erwähnt haben; hierbei wird die Luft durch die willkürlich verengerte Stimmritze rasch und kurz eingesogen und kräftig, in einer gewissen rhythmischen Folge, ausgestossen.

Zu den willkürlichen Athmungsbewegungen gehören ferner: das Schnüffeln, bestehend in rasch aufeinander folgenden Einathmungsbewegungen, wobei die Luft in die oberen hinteren Räume der Nasenhöhle aufgesogen wird (s. §. 174); das Schnauben der Pferde, bestehend in einer kurzen Einathmungs- und kräftigen Ausathmungsbewegung, wobei die Luft durch die Nasenhöhle ausgestossen wird; das Prusten der Pferde, bestehend in einer kräftigen Ausathmung durch Nase und Maul, wobei die Nüstern und die Lippen in schwingende Bewegung versetzt werden; das Drängen, bestehend in einer kräftigen und langsamen Ausathmungsbewegung, wobei, nach erfolgter tiefer Einathmung, die Baucheingeweide zwischen Bauchmuskeln und Zwerchfell gepresst werden und ein Druck ausgeübt wird auf den Inhalt des Darmrohres und der Harnblase, beziehungsweise des Fruchthälters (uterus), wodurch Koth, Harn und (zur Zeit der Geburt) die Frucht ausgetrieben wird; bei den Wiederkäuern bewirkt das Drängen auch die Rückkehr des Futters aus den beiden ersten Magenabtheilungen in die Maulhöhle; das Stöhnen, bestehend in dem Anhalten der Luft in der Einathmungsstellung der Brusthöhle, mit nachfolgend langsamer und kräftiger Ausathmung; dasselbe geschieht beim Niederlegen der Thiere und bei schmerzhafter Erkrankung innerer Organe.

Die Zahl der Athmungszüge (Inspiration und Exspiration), im ruhigen Zustande, beträgt bei erwachsenen Hausthieren in 1 Minute durchschnittlich: beim Pferde 10, beim Rinde und Schafe 16, beim Schweine 20, beim Hunde (je nach der Grösse) 18 bis 22, beim Kaninchen 50. Jugendliche Thiere athmen rascher als ältere Thiere der gleichen Art. Muskelarbeit steigert die Zahl der Athmungszüge bedeutend; bei galopirenden Pferden bis auf das sechsfache. Auch in fieberhaften Krankheiten erhöht sich die Athmung. Im Allgemeinen fällt ein Athmungszug auf drei bis vier Herzschläge.

Wenn in Folge von Verwundung, in die Brusthöhle, beziehungsweise in den Brustfellsack, Luft eindringt, so hört die Athmungsbewegung der Lunge in der von der Verwundung betroffenen Hälfte der Brusthöhle auf, weil eine Luftschicht zwischen Rippenfell und Lungenfell die Lunge hindert, der Athmungsbewegung der Brustwand zu folgen, und weil der Druck der äusseren Luft der Ausdehnung der Lungenbläschen eine Schranke setzt. Bei einseitiger Oeffnung des Brustfellsackes kann das Thier mit der Lunge der unverletzten Seite fortathmen; wenn aber beide Brustfellsäcke nach aussen geöffnet sind, so stirbt das Thier an Erstickung, ebenso wie wenn die Luftröhre durchschnitten, oder durch fremde Körper verstopft wird. Auch die beiderseitige Verletzung (Durchschneidung) des Athmungszentrums im verlängerten Marke tödtet das Thier sofort, und zwar durch Aufhebung der Athmungsbewegung.

Die Hautathmung (perspiratio cutanea) beruht auf der Abgabe von Wasserdampf und Kohlensäure aus den in der Lederhaut verlaufenden Blutgefässen, sowie auf der Aufnahme von Sauerstoff in dieselben. Da die Kohlensäure und der Wasserdampf im Gewebe der Haut unter einer stärkeren Spannung stehen als an der Oberfläche der Haut, so treten sie theils durch die Schweissdrüsenkanäle, theils durch das Gewebe der Oberhaut an deren Oberfläche. Umgekehrt wird Sauerstoff aus der die äussere Haut umgebenden atmosphärischen Luft aufgenommen, weil die Sauerstoffspannung in den oberflächlichen Blutgefässen der Lederhaut geringer ist als in der atmosphärischen Luft. Die Sauerstoffaufnahme ist aber geringer (etwa um 3 bis 5 Mal) als die Kohlensäureabgabe; diese, sowie die Abgabe von Wasserdampf, wird wesentlich gesteigert durch erhöhte Temperatur der atmosphärischen Luft. Der Gaswechsel von Sauerstoff und Kohlensäure*) ist in der äusseren Haut weit geringer als in den Lungen; dagegen ist die Ausdünstung von Wassergas durch die Haut bedeutender als durch die Lungen, und zwar kann jene (bei warmer Witterung und Muskelarbeit) die doppelte Grösse der Wasserverdunstung durch die Lunge erreichen. Ueber die Wasserverdunstung durch die Haut, siehe auch §§. 219 und 229.

Die Wasserverdunstung durch die Haut steht in einem gewissen Gegensatze zu der Wasserausscheidung in den Nieren. Aus den Versuchen von Koloman Müller**) ergibt sich, dass wenn die Haut durch Kälte und Wärme gereizt wird, die Nierenabsonderung in jenem Falle zunahm, im anderen Falle abnahm. Im Allgemeinen lassen unsere landwirthschaftlichen Hausthiere bei kalter Witterung mehr Harn und sie verdunsten weniger Wasser durch die Haut; bei warmer Witterung ist dieses Verhältniss umgekehrt.

Die gasförmigen Ausscheidungen der äusseren Haut haben einen den Thieren eigenthümlichen Geruch, der in gewisser Beziehung steht zu ihrer Nahrung und zu ihren Zeugungsfunktionen (namentlich zur Brunstzeit).

Ausser in der Lunge und in der äusseren Haut findet auch ein Gaswechsel statt im Darmkanale, der im Allgemeinen aber

*) Nach Regnault beträgt die Kohlensäureabgabe durch die äussere Haut etwa $^1/_{100}$ der in den Lungen ausgeathmeten Kohlensäure. Nach Aubert und Lange steigt die Menge der perspirirten Kohlensäure mit der Temperatur.

**) Archiv für experimentelle Pathologie und Pharmakologie. I. 429.

sehr gering ist, wenigstens was die Aufnahme von Sauerstoff betrifft. Nur im Pansen der Wiederkäuer ist dieser Gaswechsel bedeutender; mit dem reichlich verschluckten Speichel gelangen in den Magen verhältnissmässig grosse Mengen von Luft, deren Sauerstoff von den Blutgefässen des Pansens aufgenommen wird, welche dagegen Kohlensäure ausscheiden.*) Ueber die Grösse dieses Gaswechsels ist nichts bekannt.

Sechsundzwanzigstes Kapitel.

Der Absonderungsapparat.

§. 215. *Allgemeines über den Absonderungsapparat.*

Der Absonderungsapparat besteht aus mit Epithel besetzten Häuten, die entweder flächenartig ausgebreitet, oder zu Drüsen gefaltet sind; diese Organe sondern aus den sie umgebenden Blutgefässen Säfte ab, die theils noch in dem Haushalte des thierischen Organismus verwendet werden (Sekrete), theils demselben entbehrlich, ja sogar schädlich sind und ausgeschieden werden (Exkrete). Die als Sekrete bezeichneten Säfte haben wir grösstentheils schon bei den Organen kennen gelernt, mit denen sie in Verbindung stehen, beziehungsweise denen sie Dienste leisten; es sind das die Sekrete der äusseren Haut (Hauttalg, Ohrenschmalz), des Sehorganes (Thränen, Augenbutter), des Verdauungskanales (Speichel, Schleim, Magensaft, Galle, Darmsaft), des Athmungsapparates (Schleim), der serösen Gelenkhaut (Gelenkschmiere) und der serösen Häute in der Brust- und Bauchhöhle (Serum des Herzbeutels, des Brustfell- und Bauchfellsackes); es gehören ferner dazu die Säfte der Geschlechtsdrüsen und der Milchdrüse, die wir im achtundzwanzigsten Kapitel kennen lernen werden.

Die erwähnten Säfte können sämmtlich als Absonderungen betrachtet werden. Da es aber üblich und zweckmässig ist, die sie absondernden Drüsen und serösen Häute den Apparaten

---

*) Siehe darüber meine „Untersuchungen über den Magen der wiederkauenden Hausthiere“. Berlin 1872. Seite 37.

anzureihen, denen sie Dienste leisten, so werden die Organe, welche die Sekrete absondern, begrifflich getrennt von den Organen, welche die Exkrete absondern. Zu diesen gehören: der Harnapparat und die Schweissdrüsen. Im strengen Sinne des Wortes müsste man diejenigen Sekrete dann als Exkrete, d. h. als für den Organismus unbrauchbare Säfte bezeichnen, wenn sie, nachdem sie den zugehörigen Apparaten Dienste geleistet haben, ausgeschieden werden; dahin gehören z. B. die Thränen, der Schleim, ein Theil der Galle und des Darmsaftes u. s. w. Andererseits müsste man die Milch und den Samen zu den Exkreten rechnen, da sie, als für den absondernden Organismus unbrauchbar — ausgeschieden werden; da die letzterwähnten Säfte aber in einem anderen Organismus Verwendung finden, also doch dem Organismus der gleichen Art (wenn auch nicht des gleichen Individuums) Dienste leisten, so ist es ganz berechtigt: die Säfte des Hodens und der Milchdrüse als Sekrete zu bezeichnen. Uebrigens werden die Worte „Sekret“ und „Exkret“ häufig gleichbedeutend gebraucht, was freilich die wissenschaftliche Begriffsbestimmung erschwert.

Die Organe, in denen die Exkrete abgesondert werden, sind die Nieren und die Schweissdrüsen, welche aus dem Blute die im Harne und Schweisse enthaltenen Bestandtheile entfernen. In beiden drüsigen Organen steht das Blut unter erhöhtem Druck, wodurch der Austritt von Serum zu Stande kommt. Der von den Nieren abgesonderte Harn wird durch die Harnwege, der von den Schweissdrüsen abgesonderte Schweiss durch die Schweisskanäle abgeführt.

Da wir den Bau der Schweissdrüse und ihr Exkret bereits in §. 155 kennen gelernt haben, so werden wir im Folgenden nur die Formverhältnisse der Niere in Betracht ziehen.

§. 216. *Die Nieren (renes).*

Die Nieren, und zwar eine rechte und eine linke, liegen beim Pferde zu beiden Seiten der Wirbelsäule, etwa an der Grenze zwischen den Rücken- und den Lendenwirbeln. Die rechte Niere liegt weiter vorwärts und erreicht mit ihrem vorderen Rande die Leber; mit ihrem hinteren Rande liegt sie unter dem Querfortsatze des ersten Lendenwirbels. Die linke Niere erreicht

mit ihrem vorderen Rande die Milz; mit ihrem hinteren Rande reicht sie bis zum Querfortsatze des dritten Lendenwirbels. Bei den Wiederkäuern erreicht die rechte Niere vorn ebenfalls die Leber, ihr hinterer Rand reicht aber nicht über die letzte Rippe hinaus; die linke Niere liegt mit ihrem hinteren Rande unter dem Querfortsatze des zweiten Lendenwirbels auf dem linken oberen Sacke des Pansens. Bei dem Schweine liegen beide Nieren fast in einer Queraxe unter den Querfortsätzen der ersten und zweiten Lendenwirbel. Bei allen landwirthschaftlichen Haussäugethieren liegen die Nieren ausserhalb des Bauchfellsackes, der ihre untere Fläche überzieht. Die Form der Niere gleicht im Allgemeinen einer Bohne und ihre Längsaxe liegt in der Längsaxe des Körpers; nur die rechte Niere des Pferdes ist herzförmig und ihre Längsaxe liegt in der Queraxe des Körpers.

An jeder Niere unterscheidet man: eine obere oder Rückenfläche, eine untere oder Bauchfläche, einen vorderen und einen hinteren Rand, sowie einen konvexen lateralen und einen konkaven medialen Rand; letzterer, der auch als Nierenausschnitt bezeichnet wird, zeigt die Eintrittsstelle der Nierengefässe und Nerven, sowie des Harnleiters; diese Theile senken sich am medialen Umfange der unteren Fläche in die Nierensubstanz ein. Wie schon erwähnt, besitzt die rechte Niere des Pferdes eine abweichende Form; ihr lateraler Rand wird als Spitze, ihr medialer Rand als Basis bezeichnet.

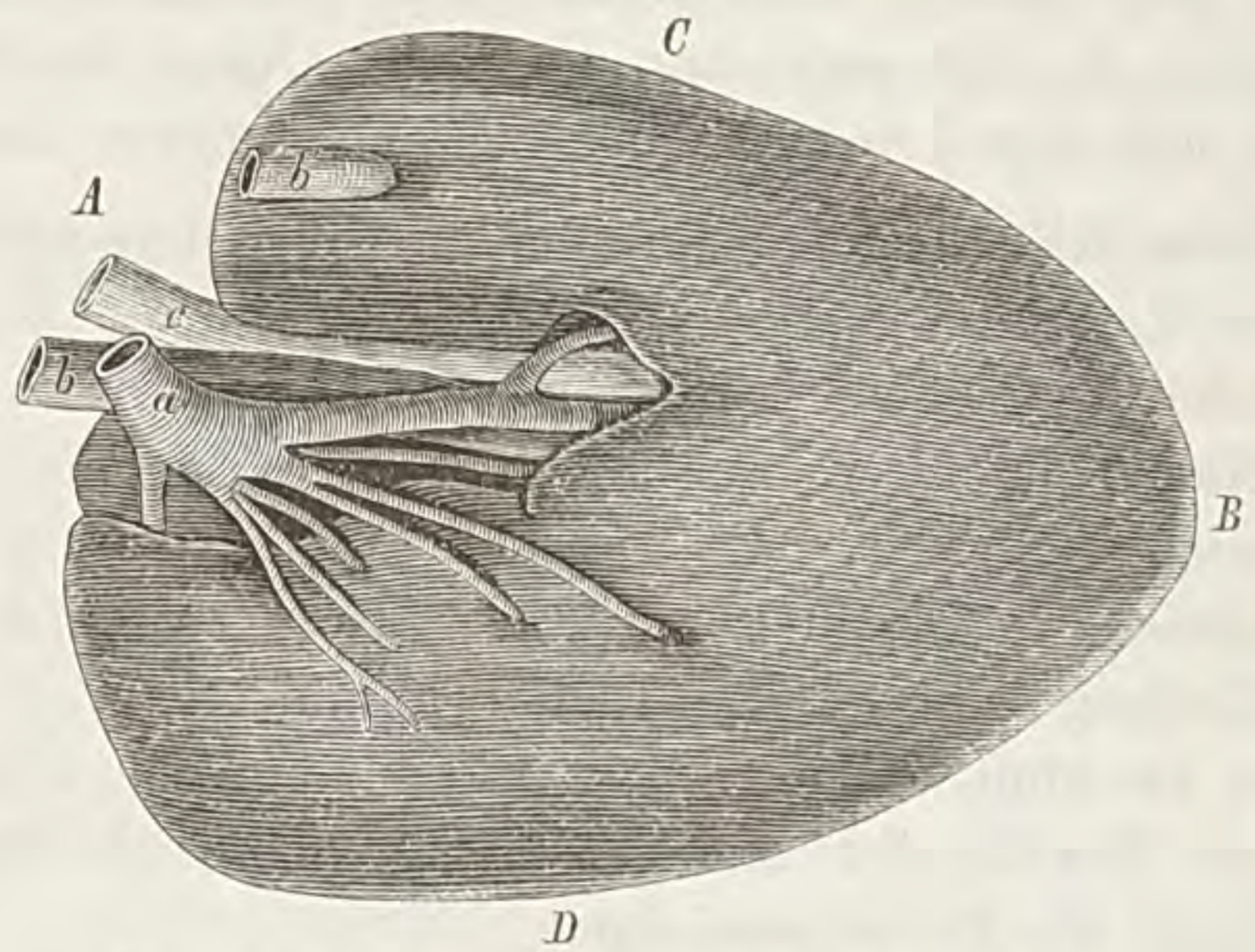
Die beiden Flächen der Niere sind bei allen landwirthschaftlichen Hausthieren gewölbt (konvex), aber bei dem Rinde zeigen beide Flächen unregelmässig geformte Hügel, die durch Furchen von einander getrennt sind; diese Hügel stellen die äusseren Flächen der Nierenlappen dar, deren Zahl veränderlich ist (von 20 bis 30). Die übrigen Hausthiere besitzen Nieren mit glatten Flächen.

Die Drüsensubstanz der Niere ist von einer dünnen, aber sehr festen fibrösen Haut (Nierenhaut) überzogen, die sich in den Nierenausschnitt einsenkt und der Scheidenhaut des Nierenbeckens anschliesst; von den in die Niere eintretenden Gefässen und Nerven wird die Nierenhaut durchbohrt. Ausserdem sind die Nieren von einem lockeren und fettreichen Bindegewebe umgeben, das als Nierenkapsel bezeichnet wird. Die Nierenkapsel liegt zwischen dem Bauchfelle und der Lenden-Darmbeinbinde (an

der Stelle, wo sie den Bauch-Darmbeinmuskel des Oberschenkels überzieht).

Schneidet man eine Niere, parallel den Oberflächen, mitten durch, so dass auch der eintretende Harnleiter in zwei Hälften getheilt wird, so erkennt man auf dem Durchschnitte dreierlei Gewebe: zunächst dem Nierenausschnitte liegt die Schleimhaut des Harnleiters, der hier sich fächerförmig zum Nierenbecken ausbreitet. Das Nierenbecken ist halbkreisförmig umgeben von einer rothgelb gefärbten und längsgestreiften Schicht (dem Nierenmark), welche wiederum halbkreisförmig umgeben ist von einer

Fig. 133.



Bauchfläche der rechten Niere vom Pferd ($^1/_3$ N. Gr.).
A Basis (Nierenausschnitt), *B* laterale Spitze, *C* vorderer Rand, *D* hinterer Rand.
a Nierenarterie, *b* Nierenvene, *c* Harnleiter,
b' ein besonderer Ast der Nierenarterie, an der Bauchfläche eintretend.

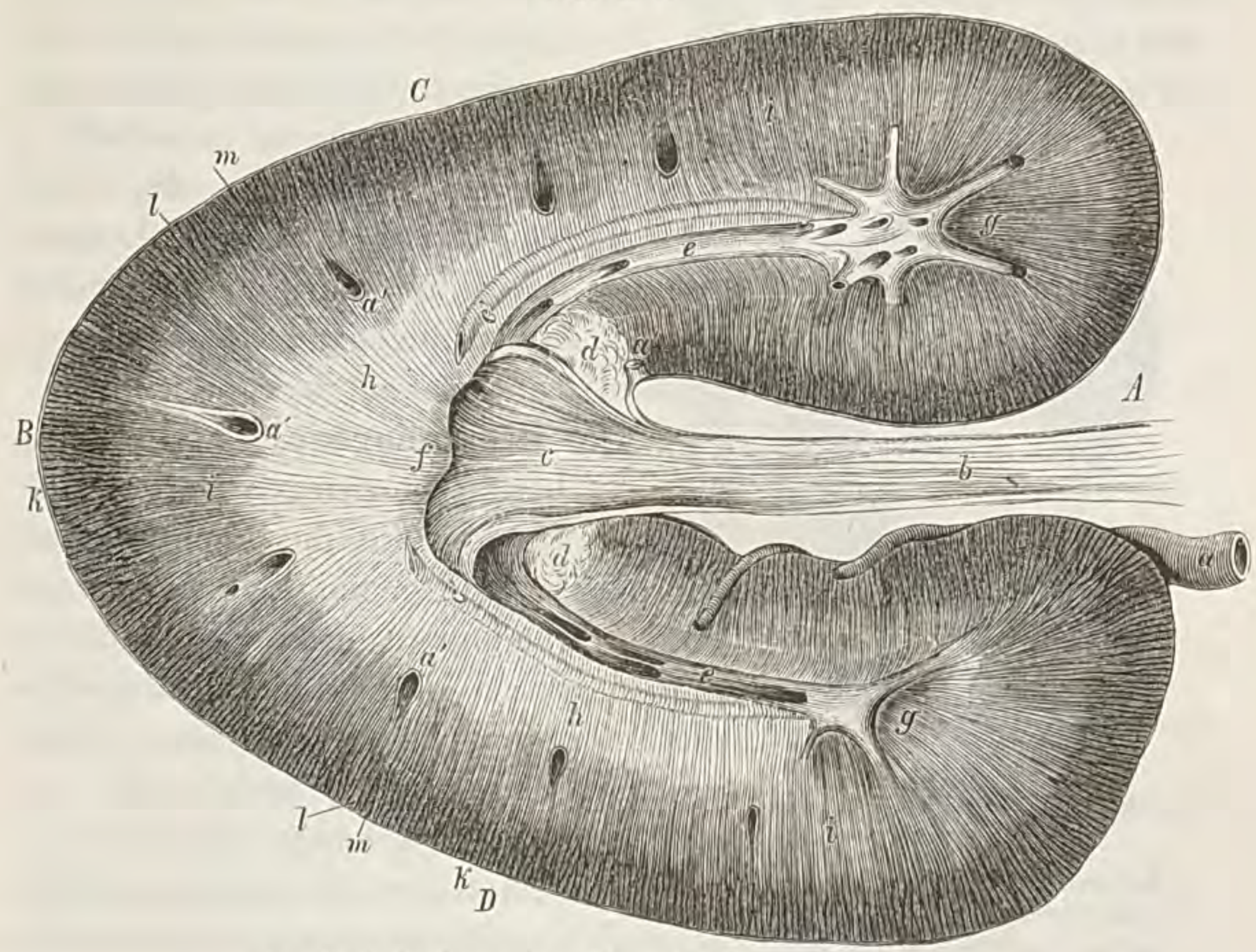
heller gefärbten (braungelben), theils gestreiften, theils punktirten Schicht (der Nierenrinde). Diese endlich grenzt aussen an die Nierenhaut. Das Nierenmark und die Nierenrinde bilden die Drüsensubstanz der Niere und sie finden sich nebst dem Nierenbecken, in der beschriebenen Anordnung, in allen Nieren.

Dagegen ist die Form der drei, mit blossen Augen sichtbaren Bestandtheile der Niere, bei den Gattungen unserer landwirthschaftlichen Hausthiere verschieden.

In der Niere des Pferdes (Fig. 134) ist das Nierenbecken *c* sehr klein, aber es verlängert sich bogenförmig nach beiden Seiten, beziehungweise lateralwärts, in die beiden, den Nierenausschnitt begrenzenden Flügel der Niere. Diese bogenförmigen

Fortsetzungen des Nierenbeckens heissen: Nierengänge *c'*. Dieselben beginnen zu beiden Seiten der in das Nierenbecken hineinragenden Nierenwarze *f*, an den beiden schlitzförmigen Oeffnungen derselben. Der Nierengang verläuft anfangs am medialen Umfange der Nierenarterie *e;* im weiteren Verlaufe kreuzt er die Arterie,

Fig. 134.



Durchschnitt der rechten Niere vom Pferd ($^1/_2$ N. Gr.).

A Nierenausschnitt, *B* Nierenspitze, *C* Vorderrand, *D* Hinterrand.

a Nierenarterie,
a' querdurchschnittene Aeste derselben,
b Harnleiter, *c* Nierenbecken, *c'* Nierengang,
d Fettmassen am Nierenbecken,
e Nierenarterie im Nierenmark,
f Nierenwarze, zu beiden Seiten derselben die Mündungen der Nierengänge,
g Nierenpyramiden, in den Nierengang mündend,
h Röhrenschicht,
i Grenzschicht des Nierenmarkes,
k Nierenhaut, die Nierenrinde begrenzend,
l Markstrahlen,
m Labyrinth der Nierenrinde.

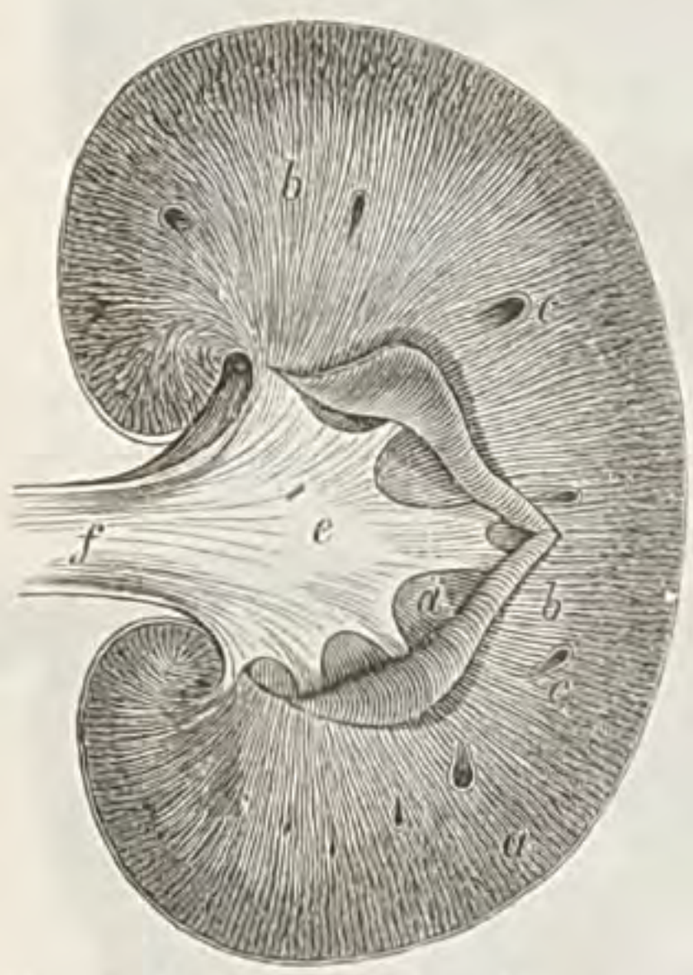
beziehungsweise er liegt über ihr (zwischen Nierenarterie und Rückenfläche der Niere). In den Nierengang münden mit zahlreichen Oeffnungen die Pyramiden vom vorderen, hinteren und lateralen Umfange der Niere, während die medialen Pyramiden sich in der Nierenwarze vereinigen und direkt in das Nierenbecken münden.

Die Nierenarterie ist beim Pferde an der rechten Niere häufig doppelt vorhanden, in welchem Falle der vordere Ast

(Fig. 133 *b'*) direkt aus der Bauchaorta abzweigt. Der hintere Hauptast spaltet sich an der Bauchfläche der Niere in 8 bis 10 Nebenäste.

Das Nierenmark lässt deutlich zwei verschieden gefärbte Schichten erkennen: die das Nierenbecken und die Nierengänge umgebende Schicht ist die rothgelbe, ziemlich gleichmässig gefärbte Röhrenschicht *h* (Fig. 134), die rings umgeben ist von der heller und ungleichmässig gefärbten (braungelben) Grenzschicht *i*. Die Grenze beider Schichten des Nierenmarkes wird durch eine bogenförmige Linie bezeichnet, in welche in unregelmässigen Abständen die Aeste der Nierenarterie eintreten. Letztere grenzen das Nierenmark in pyramidenförmige Abtheilungen ab, welche Nierenpyramiden genannt werden.

Fig. 135.



Durchschnitt der linken Niere vom Schaf.

a Nierenrinde, *b* Nierenmark, *c* durchschnittene Aeste der Nierenarterie, *d* Nierenpyramide, *e* Nierenbecken, *f* Harnleiter. (Die Nierenwarze ist über dem Nierenbecken aufgeschnitten und zurückgeschlagen.)

Die Röhrenschicht des Nierenmarkes besitzt vorwiegend grad verlaufende Harnkanäle, die innerhalb einer Nierenpyramide gegen die Nierenwarze konvergiren und an deren Spitze münden. Die Grenzschicht enthält zwischen den meistens grad verlaufenden Harnkanälen Blutgefässe, welche ihr die dunkelstreifige Färbung verleihen.

Die Nierenrinde besteht aus sehr schmalen radiär gestellten Schichten, die regelmässig abwechseln; die gestreift und heller erscheinenden Schichten sind die Markstrahlen *l*, die punktirt und dunkler erscheinenden Schichten bilden das Labyrinth *m* der Nierenrinde. Die Markstrahlen sind eine Fortsetzung der grad verlaufenden Haarkanäle des Nierenmarkes; die Nierenlabyrinthe enthalten zahlreiche Nierenbläschen (Malpighi'sche Körperchen) und gewundene Harnkanäle und bilden den harnabsondernden Theil der Niere.

Beim Rinde entsprechen die an der Oberfläche der Niere hügelförmig auftretenden Nierenlappen je einer Pyramide, deren jede eine besondere Rinden- und Markschicht besitzt; letztere spitzt sich zu einer Nierenwarze zu, welche in das Nierenbecken hineinragt. Das Nierenbecken hat beim Rinde eine besondere

Form; es ist nämlich in mehrere, der Zahl der Nierenwarzen und Lappen entsprechende Schläuche (Nierenkelche) abgetheilt, welche die Nierenwarzen rings umfassen.

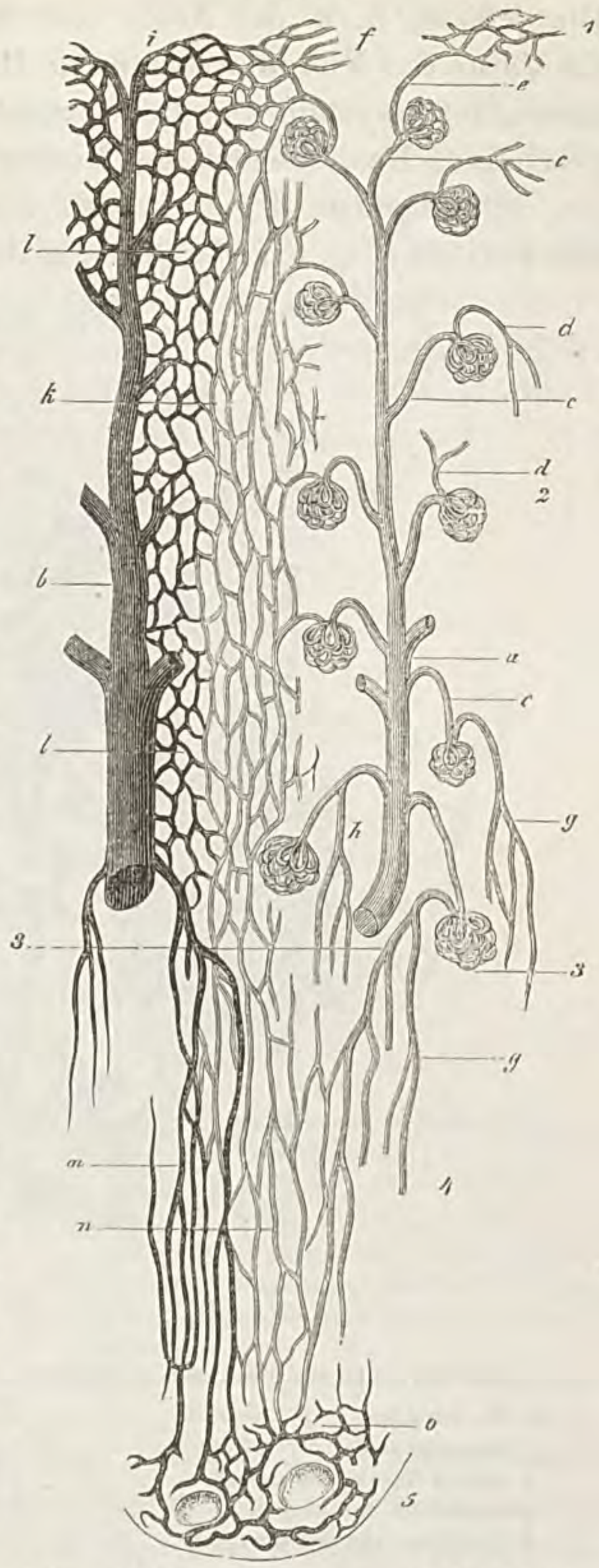
Bei dem Schafe und der Ziege ist ein breites, fächerförmiges Nierenbecken vorhanden, in welches etwa 18 Nierenpyramiden mittelst einer gemeinsamen Nierenwarze einmünden (Fig. 135).

Beim Schweine sind die Nieren platter und länger. Das Nierenbecken ist fächerförmig und es verlängert sich in etwa 10 Nierenkelche, welche eben so viele Nierenwarzen umfassen. Die Pyramiden treten besonders deutlich hervor.

Das Drüsengewebe aller Nieren besteht aus Blutgefässen und Harnkanälen, die beide in den Nierenbläschen (Malpighi'schen Körperchen) zusammentreten. In denselben nehmen die Harnkanäle ihren Ursprung und verlaufen anfangs gewunden, dann gestreckt, bis zu ihrer Mündung auf den Nierenwarzen. Diese Bestandtheile sind von einer bindegewebigen Stützsubstanz umgeben, die unter der Nierenhaut grosse Lymphräume besitzt.

Das eigentliche Gerüst des Nierengewebes bilden die

Fig. 136.



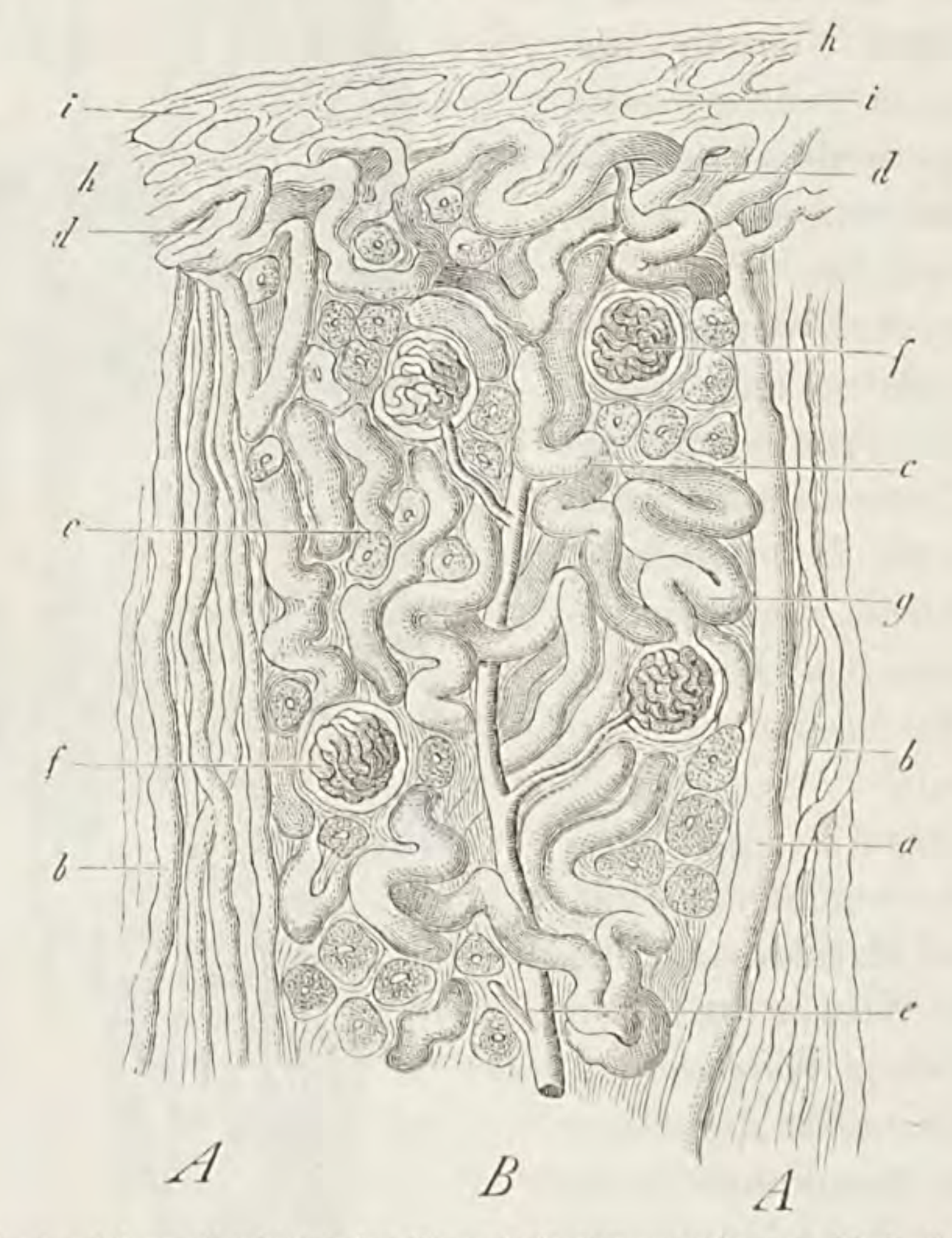
Schema des Nieren-Gefässsystemes (stark verkürzt).

1 äusserer Rindentheil, 2 Rinde,
3 Grenzschicht, 4 Mark, 5 Warze.
a Arterienast, *b* Vene, *c* Zuführendes Gefäss,
d abführendes Gefäss des Nierenbläschens,
e desgleichen an der Oberfläche, *g* tiefer gelegen,
f Haargefässnetz der Oberfläche,
k des Markstrahles, *l* der gewundenen Harnkanäle,
h grader Arterienast, *i* Venenwurzel der Oberfläche,
m grader Venenast, *n* Haargefässe des Markes,
o Haargefässnetz der Nierenwarze.

Blutgefässe, d. h. die Aeste und Gefässknäuel der Nierenarterie, die Aeste der Nierenvene und das Haargefässnetz beider. Zwischen dieses Gefässsystem sind die Nierenbläschen und die Harnkanäle eingeschaltet. Das Schema des Nieren-Gefässsystemes zeigt Fig. 136.

Die Endäste der Nierenarterie treten in das Labyrinth der Nierenrinde (Fig. 137 *e*) und geben kleine Stämmchen (vasa afferen-

Fig. 137.



Durchschnitt (horizontal zur Oberfläche) der Nierenrinde vom neugeborenen Rinde (halbschematisch).

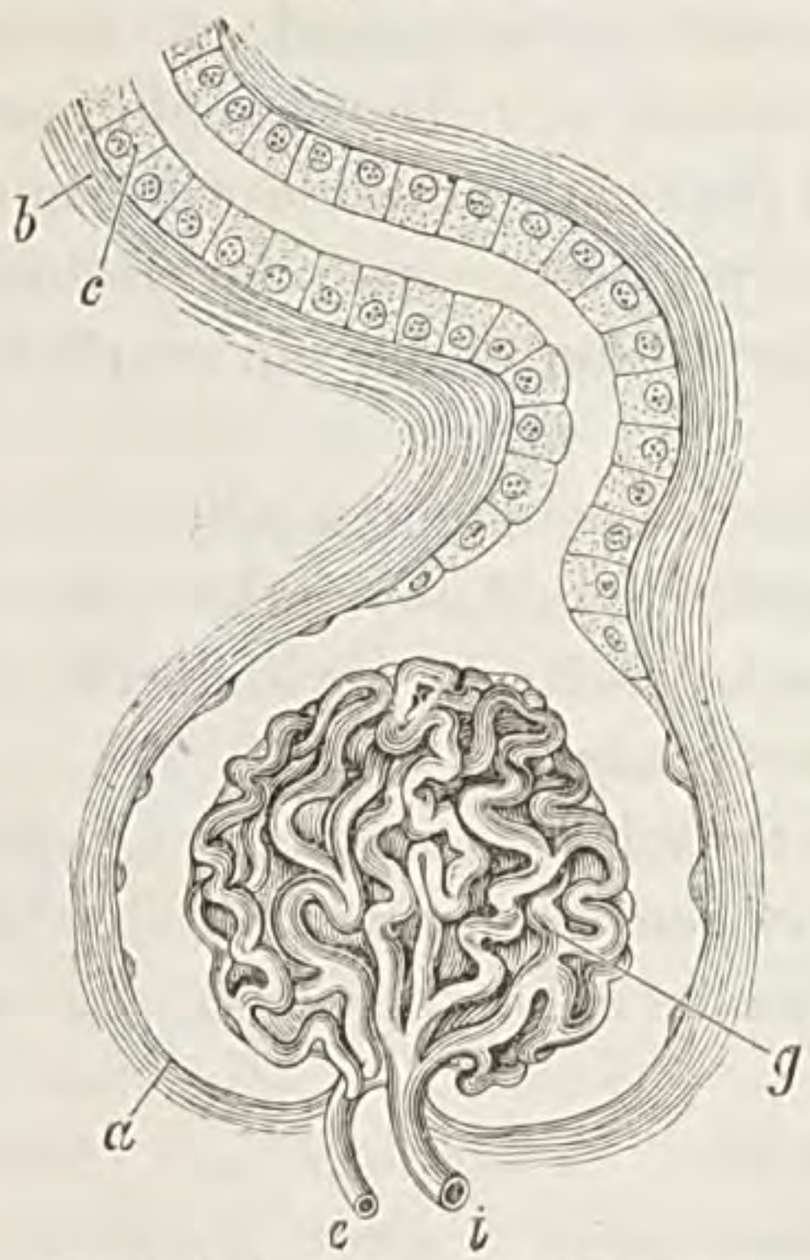
AA Markstrahlen, *B* Labyrinth.
a Sammelrohr des Markstrahles,
b feinere Harnkanäle desselben,
c gewundene Harnkanäle,
d dieselben nahe der Oberfläche,
e Arterienast,
f Gefässknäuel der Nierenbläschen,
g Uebergang eines Harnkanales in das Nierenbläschen, *h* bindegewebige Stützsubstanz,
i Lymphräume derselben.

tia) zu den Nierenbläschen, wo sie sich knäuelartig verschlingen und nahe der Eintrittstelle wieder austreten. Diese abführenden Arterienstämmchen (vasa efferentia) schlängeln sich durch die gewundenen Harnkanäle des Labyrinthes hindurch und bilden in den Markstrahlen und im Labyrinthe ein Haargefässnetz, aus dem die Ursprungsäste der Nierenvene sich sammeln. Die Venen

der Nierenrinde verlaufen in den Markstrahlen zwischen den gestreckten Harnkanälen.

Das eigentlich harnabsondernde Organ ist das Nierenbläschen (Malpighi'sche Körperchen) des Labyrinthes. Dasselbe besteht aus einer Kapsel (Fig. 138 *a*), die inwendig mit einem Pflasterepithele bekleidet ist. Die Kapsel setzt sich in die Haut des Harnkanales *b* fort und das Pflasterepithel der ersteren erhöht sich zu dem kurzen, fast würfelförmigen Zylinderepithele *c* des

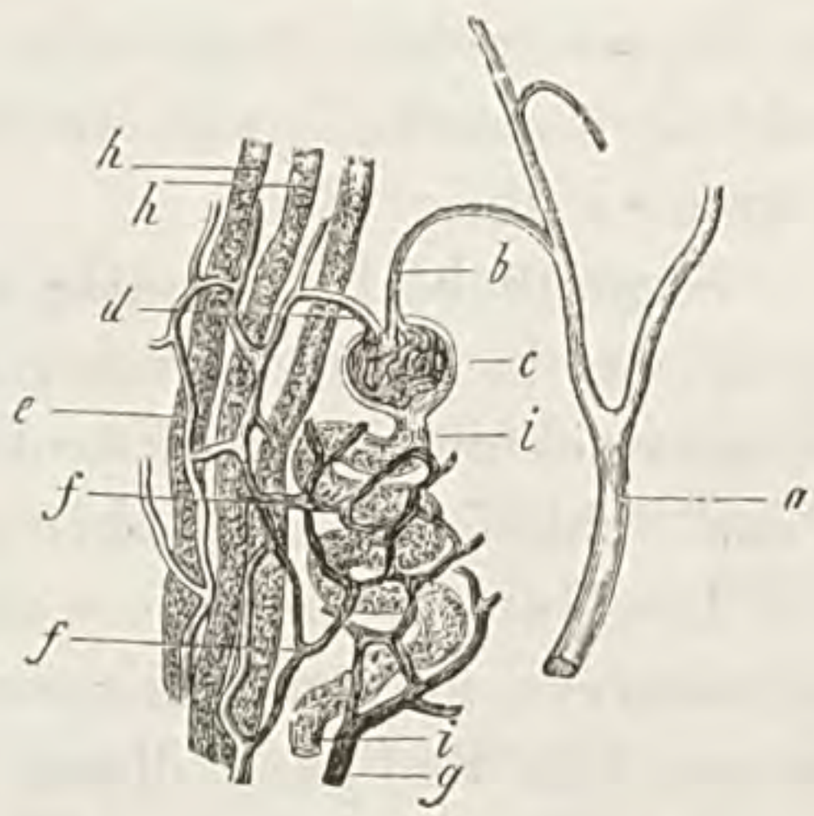
Fig. 138.



Durchschnitt eines Nierenbläschens (Malpighi'schen Körperchens).

a Kapsel, *b* Haut des Harnkanales, *c* Zylinderepithel desselben, *i* zuführendes Gefäss, *e* abführendes Gefäss des Gefässknäuels *g*.

Fig. 139.



Aus der Nierenrinde vom Schwein (halbschematisch).

a Arterienast, *b* zuführendes Gefäss des Knäuels im Nierenbläschen *c*, *d* abführendes Gefäss desselben, *e* gestrecktes Haargefässnetz des Markstrahles *h*, *f* rundliches Haargefässnetz der gewundenen Harnkanäle *i*, *g* Anfang eines Venenastes.

letzteren. Die Kapsel wird von dem zuführenden Arterienstämmchen *i* und dem abführenden *e* durchbohrt. Durch Spaltung und vielfache Windungen entsteht aus dem zuführenden Gefässe ein Wundernetz (Gefässknäuel, glomerulus), aus welchem das austretende Gefäss das noch arterielle Blut abführt. Erst das letztere geht in ein Haargefässnetz über, das in den Markstrahlen die grad verlaufenden Harnkanäle in mehr gestreckter Form, im Labyrinthe die gewundenen Harnkanäle mehr netzartig umwindet (Fig. 139).

Der Harnkanal, der aus dem Nierenbläschen entstanden ist, verläuft anfangs in schlangenförmigen Windungen innerhalb des Labyrinthes, tritt dann in die Grenzschicht des Markes, wo er schlingenförmig umbiegt und zum Markstrahle der Rinde zurückkehrt. Der in der Grenzschicht des Markes verlaufende Theil des Harnkanales wird Schleifenkanal genannt. Im Markstrahle der Rinde senken sich mehrere Schleifenkanäle in ein gemeinsames Sammelrohr; durch Vereinigung mehrerer Sammelrohre entstehen schon in den Markstrahlen, noch mehr aber in der Röhrenschicht des Markes grössere Stämme, die endlich auf der Nierenwarze in das Nierenbecken, oder in die Nierenkelche ausmünden. In der Grenzschicht werden die Zwischenräume der Harnkanäle noch von grösseren Gefässästen ausgefüllt (daher die dunklere Färbung der Grenzschicht); diese aber treten an der Grenze der Röhrenschicht grösstentheils aus, so dass der letzteren nur ein spärliches Gefässnetz übrig bleibt.

Sämmtliche Harnkanäle sind innen von einem Epithele überzogen, das in den gewundenen Kanälen des Labyrinthes und in den gestreckten der Markstrahlen und des Markes zylinderförmig, in den Schleifenkanälen aber pflasterförmig ist.

Die Nerven der Niere stammen nach Franck vom Lungenmagennerven und vom Eingeweidenerven des sympathischen Geflechtes. Die Endigung dieser Nerven ist nicht bekannt.

§. 217. *Die Harnwege.*

Die Harnwege beginnen mit dem Nierenbecken, beziehungsweise den Nierenkelchen, und setzen sich fort durch die Harnleiter, die Harnblase und die Harnröhre. Sämmtliche Harnwege besitzen im Innern eine vielfach gefaltete Schleimhaut, welche theils ein Pflaster-, theils ein Zylinderepithel trägt, aber nur stellenweise Drüsen enthält. Die Schleimhaut ist von einer Schicht unwillkürlicher Muskelfasern (Muskelhaut) und diese wiederum von einer bindegewebigen Scheide (adventitia) umgeben.

1. Die Nierenkelche und das Nierenbecken haben wir bezüglich ihrer Form und Lage schon im vorigen Paragraphen kennen gelernt. Die Schleimhaut dieser Theile, namentlich im Nierenbecken, zeigt zahlreiche Falten und enthält beim Pferde schlauchförmige Schleimdrüsen. Das Epithel ist zylinderförmig.

Die Muskelhaut besteht aus einer äusseren Querschicht und einer inneren Längsschicht. Die bindegewebige Scheidehaut enthält reichliche Fettmassen und sie ist aussen von der Nierenhaut überzogen, die im Nierenausschnitte sich ihr anschliesst und sie bis zu den Nierenpyramiden begleitet.

2. Der Harnleiter (ureter) bildet die unmittelbare, röhrenförmig verengerte Fortsetzung des Nierenbeckens. Beide Harnleiter verlaufen konvergirend zu beiden Seiten der Bauchaorta und der hinteren Hohlvene, ausserhalb des Bauchfellsackes. Am Eingange in die Beckenhöhle kreuzen sie die grossen Schenkel- und Beckenblutgefässe und bei männlichen Thieren die Samenleiter; im weiteren Verlaufe werden sie von einer Bauchfellfalte umschlossen, in welcher sie die Harnblase erreichen, in deren Hals sie mit einer schrägen Oeffnung münden. Durch die schräge Einmündung des Harnleiters wird der Harn gehindert in denselben zurückzusteigen.

3. Die Harnblase (vesica urinaria) ist ein ovaler Sack, dessen breiter Umfang (Blasenscheitel) in dem vorderen Theile der Beckenhöhle und im Zustande der Füllung in der Bauchhöhle liegt; der hintere trichterförmig verschmälerte Theil (der Blasenhals) befindet sich in dem hinteren Theile der Beckenhöhle, oberhalb der Schamsitzbeinfuge. Mit der unteren Wand ruht die Harnblase auf den Schambeinen; ihre obere Wand ist bedeckt: bei männlichen Thieren von den Samenblasen und dem Mastdarme, bei weiblichen Thieren von der Scheide (im Zustande der Füllung auch vom Tragsacke). Der Blasenhals ist bei männlichen Thieren von der Vorsteherdrüse umfasst.

Die Schleimhaut der Harnblase besteht aus zahlreichen Falten, die im Stande der Füllung verstreichen; sie enthält in der Gegend des Blasenhalses Schleimdrüsen und ist von einem Pflasterepithele überzogen. Die Fasern der Muskelhaut umgeben die Harnblase radienartig; am Blasenhalse ist die Ringfaserschicht der Muskelhaut am stärksten und bildet hier den Schliessmuskel der Blase. Die Muskelhaut ist am Scheitel und an der oberen Wand der Blase von einer serösen Haut überzogen, die vom Bauchfelle stammt. Dieser Ueberzug des Bauchfelles bildet zu beiden Seiten der Blase die Seitenbänder, welche sie an die Seitenwände des Beckens befestigt. Der Scheitel der Blase ist durch eine Bauchfellfalte (mittleres Band), in welcher der embryonale Harnstrang (urachus) verläuft, an die Schambeinfuge befestigt.

4. Die Harnröhre (urethra) ist der Ausführungskanal der Harnblase; sie liegt beim männlichen Thiere anfangs unter dem Mastdarm, im weiteren Verlaufe, wo sie in das Geschlechtsglied übergeht, unter der Schamsitzbeinfuge. Wir werden sie im achtundzwanzigsten Kapitel bei dem männlichen Geschlechtsgliede in Betracht ziehen.

Die weibliche Harnröhre ist ein kurzes, verhältnissmässig weites Rohr, das an der unteren Wand der Scheide liegt und in dem Vorhofe derselben einmündet. Die Harnröhre besitzt eine Schleimhaut, die rings umgeben ist von einem quergestreiften Muskel (musc. Wilsonii), durch dessen Verkürzung die Harnröhre willkürlich geöffnet werden kann.

§. 218. *Der Harn (urina).*

Der Harn ist eine klare (beim Schweine), oder trübe (bei den übrigen landwirthschaftlichen Haussäugethieren) gelbliche Flüssigkeit von alkalischer Reaktion; bei allen gesäugten und bei den fleischfressenden Thieren reagirt der Harn sauer.

Der Harn besteht aus 90 bis 98 Prozent Wasser, in welchem organische und anorganische Stoffe (Salze) gelöst sind, deren Menge je nach der Art der Ernährung wechselt; ausserdem enthält der Harn Formbestandtheile aus den Harnwegen, d. h. Epithelien und Schleim.

Die mittlere Zusammensetzung des Harnes bei den Menschen und den landwirthschaftlichen Haussäugethieren zeigt folgende Tabelle.*)

Tabelle VII. Mittlere Zusammensetzung von 1000 Theilen Harn.

Bestandtheile	Mensch	Pferd	Stier	Kuh	Kalb	Schaf	Ziege	Schwein
Wasser	952	905	914	914	944	894	982	982
Organische Stoffe	35	55	55	55	2·5	80	9	5
Anorganische Stoffe	13	40	31	31	3·5	26	9	13

*) Nach Is. Pierre aus Colin „Physiologie comparée“ II 717.

Eine Uebersicht über die organischen und anorganischen Bestandtheile des Harnes landwirthschaftlicher Haussäugethiere gibt folgende Tabelle (nach Boussingault).

Tabelle VIII. Bestandtheile des Harnes landwirthschaftlicher Haussäugethiere.

	Pferd	Kuh	Schwein
Harnstoff	31·0	18·5	4·9
Kalium-Hippurat	4·7	16·5	0·0
Alkali-Laktat*)	20·1	17·2	—
Kalium-Bikarbonat	15·5	16·1	10·7
Magnesium-Karbonat	4·2	4·7	0·9
Calcium-Karbonat	10·8	0·6	Spur
Kalium-Sulfat	1·2	3·6	2·0
Chlornatrium	0·7	1·5	1·3
Kieselsäure	1·0	Spur	0·1
Phosphate	0·0	0·0	1·0
Wasser und unbestimmbare Stoffe	910·8	921·3	979.1
	1000·0	1000·0	1000·0

Die organischen Bestandtheile des Harnes sind Harnstoff, hippursaure Salze, pflanzensaure (organische) Salze, und (bei Pflanzenfressern nur in Spuren vorkommend) harnsaure Salze.

Der organische Hauptbestandtheil ist der Harnstoff ($CH_4 N_2 O$), der durch Zersetzung, beziehungsweise Oxydation, der Eiweisskörper im Organismus entsteht. In fast allen thierischen Geweben ist Harnstoff gefunden worden; nur in den Muskeln scheint er nicht vorzukommen, doch treten hier seine nächsten Vorstufen (Kreatin und Sarkin) auf. Der Harnstoff erscheint also als das Endprodukt einer grossen Reihe von Umwandlungen, welche die Eiweisskörper im Stoffwechsel des Organismus erleiden. Der in den Geweben erzeugte Harnstoff wird durch das Blut fortgeführt und in den Nieren abgesondert. Die Grösse des Harnstoffes im Harne bildet daher ein Maass für den Stoffwechsel der Eiweisskörper und sein Bestand wechselt, je nach der Menge der in der Nahrung aufgenommenen und im Organismus umge-

*) Die von Boussingault im Harne des Pferdes und Rindes gefundenen milchsauren Alkalien dürften wohl sämmtliche pflanzensauren (organischen) Salze umfassen, anderenfalls erscheint deren hoher Befund unerklärlich.

setzten Eiweisskörper. Nach seiner Ausscheidung aus dem Organismus spaltet sich der Harnstoff (unter Aufnahme von Wasser) in Ammoniak und Kohlensäure.

Die Hippursäure ($C_9 H_9 N O_3$) kommt im Harne der Pflanzenfresser (am reichlichsten bei Pferden) nur in Verbindung mit Alkalien und Kalk vor. Diese hippursauren Salze finden sich im Harne in grösster Menge nach Aufnahme eiweissarmer Rauhfuttermittel (namentlich nach Stroh und Heu) und nach Gras. Dem Harne des Schweines fehlen die hippursauren Salze.

Die Harnsäure ($C_5 H_4 N_4 O_3$) kommt in Verbindung mit Alkalien als saures harnsaures Salz vor und findet sich im Harne gesäugter Thiere in geringer Menge; sie fehlt in der Regel im Harne pflanzenfressender Hausthiere. Ueber die Art und den Ort der Harnsäurebildung ist nichts Näheres bekannt. Jedenfalls entsteht Harnsäure aus zersetzten Eiweisskörpern; Gorup-Besanez hält die Harnsäure für eine Vorstufe des Harnstoffes.

Die pflanzensauren (organischen) Salze finden sich im Harne in geringer Menge nach Aufnahme von Futtermitteln, welche Zucker und pflanzensaure (namentlich oxalsaure) Salze enthalten, falls dieselben im Organismus nicht in kohlensaure Salze umgewandelt wurden, was meistens geschieht.

Die anorganischen Bestandtheile im Harne der landwirthschaftlichen Haussäugethiere sind vorwiegend Karbonate, und zwar in grösster Menge Kalium-Bikarbonat, das dem Harne der Pflanzenfresser seine alkalische Reaktion verleiht. Nächstdem enthält der Harn stets Kochsalz und bei Ernährung mit kalkreichen Futtermitteln auch Calcium-Karbonat. Dagegen fehlen dem Harne der Pflanzenfresser in der Regel Phosphate, die bei ihnen im Kothe ausgeschieden werden.

Der Wassergehalt des Harnes ist abhängig von der Wasseraufnahme und von der Wasserverdunstung des Thieres. Bei warmer Witterung und bei Muskelarbeit, wobei mehr Wasser durch Haut und Lungen abgedunstet wird, ist der Wassergehalt des Harnes geringer.

Dem entsprechend schwankt auch die Menge des Harnes.

Nach Boussingault entleert eine Kuh 7·2 Kilo Harn in 24 Stunden, ein 9 Monat altes Schwein 3 Kilo; nach Sacc ein Pferd 9 bis 12 Kilo, ein Rind 7 bis 9 Kilo, ein Schaf 0·9 Kilo. Colin berechnet im Mittel auf 1 Kilo Lebendgewicht Pferd 22 bis 44 Gramm Harn.

Die verschiedene Zusammensetzung des Ziegenharnes bei rein vegetabilischer und rein animalischer Nahrung hat H. Weiske*) untersucht. Von dem gleichen Wurfe wurde eine Ziege (Nr. I) sehr frühzeitig abgewöhnt und mit Grünklee und Rübenblättern gefüttert; die andere Ziege (Nr. II) erhielt dreiviertel Jahr lang ausschliesslich Milch. Die Harnasche hatte folgende Zusammensetzung:

	Ziege I (vegetabilische Nahrung)	Ziege II (animalische Nahrung)
Kali	34·91 Proz.	42·83 Proz.
Natron	22·48 „	14·05 „
Kalk	0·77 „	0·98 „
Magnesia	3·28 „	0·61 „
Eisenoxyd	Spur	Spur
Kohlensäure	10·40 „	fehlen
Kieselsäure	0·59 „	
Schwefelsäure	16·89 „	3·02 „
Phosphorsäure	Spur	22·22 „
Chlor	13·35 „	20·67 „
	102·67 Proz.	104·38 Proz.
Sauerstoff ab für Chlor	3·01 „	4·66 „
	99·66 Proz.	99·72 Proz.

Auffallend ist die grosse Menge der Phosphorsäure und die Abnahme von Natron, Kohlensäure und Schwefelsäure nach animalischer Nahrung.

§. 219. *Die Mechanik des Absonderungsapparates.*

1. Die Harnabsonderung geschieht theils in den Nierenbläschen, theils in den gewundenen Harnkanälen.

In der Nierenrinde findet das arterielle Blut ein doppeltes Hinderniss: einmal in den Gefässknäueln der Nierenbläschen, dann in dem Haargefässnetze der Markstrahlen und des Labyrinthes. Da die Verlangsamung des Blutstromes in dem Haargefässnetze rückwirkt auf die Strömung in den Gefässknäueln der Nierenbläschen, so muss hier das arterielle Blut unter starkem Drucke stehen; unter der Wirkung dieses Druckes verliert das Blut einen Theil seines Wassers, wodurch es dichter (konzentrirter) wird. Aus den Nierenbläschen tritt das Wasser zunächst in die gewundenen Harnkanäle, wo es durch das Epithel derselben hindurch mit dem dichter gewordenen Blute in Diffusion tritt. In Folge dessen tritt ein Theil des Wassers aus den gewundenen

*) Zeitschrift für Biologie VIII. 246.

Harnkanälen in das Blut zurück und jene empfangen dafür anorganische Salze, Harnstoff und (bei den Pflanzenfressern) Hippursäure, beziehungsweise hippursaure Salze.

Dieser Diffusionsvorgang ist bezüglich der Harnsalze leicht verständlich, da ja das Blut salzreicher ist als die Flüssigkeit in den Harnkanälen und da es durch Abgabe von Wasser in den Nierenbläschen konzentrirter geworden ist. Schwerer verständlich ist die Absonderung des Harnstoffes. Einige Physiologen nehmen an: dass der Harnstoff in dem Epithele der Harnkanäle gebildet werde. Dieser Annahme aber widerspricht die Thatsache: dass die meisten Gewebe und das Blut Harnstoff enthalten. Man hat ferner in den Epithelzellen der Harnkanäle von Vögeln harnsäurehaltige Harnkugeln gesehen und wenn man Säugethieren Farbstoffe in die Gefässe gesprizt hatte, so fanden sich dieselben in den Epithelzellen der gewundenen Harnkanäle, nicht aber in den Nierenbläschen und in den graden Harnkanälen. Daraus schliesst man, dass auch der Harnstoff durch Vermittelung der Epithelzellen der gewundenen Harnkanäle aus dem Blute entfernt werde, und man erklärt diesen Vorgang durch ein besonderes Anziehungsvermögen jener Zellen zum Harnstoffe des Blutes, ähnlich wie das auch bei anderen Drüsenzellen vorkommt. Aus den Epithelzellen soll die zurückdiffundirende Harnflüssigkeit den Harnstoff auswaschen.

Da die Harnflüssigkeit in den Nierenbläschen unter dem Drucke des arteriellen Blutes steht, so ist es in letzter Linie diese Triebkraft, welche den Harn in den Harnkanälen fortbewegt, bis er endlich in das Nierenbecken sickert; durch die peristaltischen Bewegungen des Harnleiters gelangt der Harn dann in die Harnblase, aus der er durch die willkürliche Verkürzung des Harnröhrenmuskels (musc. Wilsonii) abgelassen werden kann.

Wenn der ohnehin hohe Blutdruck in den Gefässknäueln der Nierenbläschen durch stärkere Herzthätigkeit oder durch vermehrte Wasseraufnahme gesteigert wird, so steigert sich auch die Harnabsonderung; der unter erhöhtem Drucke abfliessende Harn passirt die Harnkanäle alsdann zu rasch für eine ausgiebige Diffusion mit dem Blute. Daher kommt es, dass der reichlicher abgesonderte Harn ärmer ist an festen Bestandtheilen. Umgekehrt bewirkt ein verminderter Blutdruck in der Nierenarterie, sei es in Folge schwächerer Herzthätigkeit, sei es in Folge anderweitiger

Wasserabgabe (z. B. in Haut*) und Lungen), dass der Harn konzentrirter wird, d. h. dass sein Wassergehalt abnimmt und die festen Harnbestandtheile zunehmen.

2. Die Schweissabsonderung besteht in einer Absonderung von Wasser aus dem die Schweissdrüsen umspinnenden Blutgefässnetz. In den Epithelzellen der Schweissdrüsen werden dem abgesonderten Blutwasser wahrscheinlich noch einige Stoffe beigemengt, wenigstens empfängt der Schweiss dort seine Fettbestandtheile, während seine Salze (hauptsächlich Kochsalz) und die geringe Menge Harnstoff, welche er enthält, aus dem Blute einfach abfiltriren.

Die Wasserverdunstung durch die Haut unterscheidet sich von der Schweissabsonderung nur quantitativ. Die äusseren Umstände (s. darüber §. 229) können nach Erismann das eine Mal der Verdunstung günstiger sein, das andere Mal der Schweissabsonderung. Die Untersuchungen von Erismann **) ergeben, dass sowohl das Wassergas, wie das flüssige Wasser, welches durch die Haut austritt, zum grössten Theile durch die Schweissdrüsen geliefert wird. Beide Sekrete sind also das Ergebniss einer spezifischen Drüsenthätigkeit.

Die Thätigkeit der Schweissdrüsen ist nach B. Luchsinger ***) abhängig von der Erregung bestimmter Sekretionsnerven, welche dem sympathischen Geflechte angehören und ihm vom Rückenmarke zugeleitet werden. Die Schweissnerven, oder die Schweisszentren im Rückenmarke können erregt werden: 1. durch gesteigerte Venosität des Blutes; 2. durch erhöhten Blutdruck in Folge stärkerer Herzthätigkeit, oder vermehrter Wasseraufnahme; 3. durch erhöhte Temperatur der Luft oder des Körpers; 4. durch psychische Einflüsse (Angst); 5. durch gewisse Gifte (z. B. Nikotin).

In Folge jener Erregungen, die zum Theile reflektorischer Natur sind (äussere Wärme) erweitern sich die Blutgefässe der Haut und das Blut strömt in grösserer Masse zu den Schweiss-

---

*) Das gegensätzliche Verhältniss von Wasserabsonderung in den Nieren und in der Haut wurde schon §. 214 erwähnt. Nach Jolyet kann sich die im Blute enthaltene Menge Harnstoff bei Kaninchen verdoppeln, wenn die Hautthätigkeit aufgehoben wird.

**) Zeitschr. f. Biol. XI. 1.

***) Archiv f. Physiol. (herausgegeben von E. Pflüger) XV. 369.

drüsen. Der erhöhte Blutdruck bewirkt endlich die Austreibung des Wassers (theils in flüssiger, theils in Gasform) durch die Ausführungskanäle der Schweissdrüsen.

Siebenundzwanzigstes Kapitel.

Der Stoffwechsel.

§. 220. *Allgemeines über den Stoffwechsel.*

Jede Arbeitsleistung der thierischen Organe beruht auf Stoffumsatz, beziehungsweise auf Aenderung der chemischen Zusammensetzung ihrer Säfte. Das Material für die Arbeitsleistung wird den Organen, durch Vermittlung des Blutes, in letzter Linie von Aussen zugeführt.

Durch die Arbeitsleistung werden die Organe selbst theilweise verbraucht, d. h. ihr Stoffbestand vermindert sich. Dieser Verbrauch ist gewöhnlich sehr unbedeutend und meistens kaum merkbar, aber ihr muss doch vorgebeugt werden, wenn die Organe auf die Dauer leistungsfähig bleiben sollen. Das Material für die Wiederherstellung der Gewebestoffe wird den Organen ebenfalls von Aussen zugeführt.

Das Material für die Arbeitsleistungen des Organismus, sowie für den Aufbau und die Wiederherstellung seiner Gewebe, besteht aus atmosphärischem Sauerstoff und aus Nahrung. Beide bilden die Einnahme des Thierkörpers.

Die durch die Arbeitsleistung umgesetzten Nahrungsstoffe, sowie die verbrauchten Gewebestoffe, werden ausgeführt in Form von Kohlensäure und Wasser, von Salzen und Harnstoff. Diese Stoffe bilden die Ausgabe des Thierkörpers.

Bei Thieren im Entwicklungszustande und im Wachsthume müssen die Einnahmen grösser sein als die Ausgaben; im erwachsenen und gesunden Thierkörper aber stehen Einnahmen und Ausgaben annähernd im Gleichgewicht. Diesen Zustand können wir, mit Rücksicht auf den Stoffbestand, als Beharrungszustand bezeichnen. Unter abnormen Verhältnissen aber kann einerseits die Ausgabe die Einnahme, andererseits die Einnahme die Ausgabe übertreffen. Der erste Fall bedingt den Hunger-

zustand, der andere Fall den Mastzustand. Der Hungerzustand kann verursacht sein: entweder durch Mangel an Nahrung, bei gewöhnlichen Arbeitsleistungen (die in diesem Falle durch zersetzten Gewebestoff gedeckt werden), oder durch krankhaft gesteigerte Ausgabe (wie im Fieber und bei Entzündungen) bei gestörten Arbeitsleistungen. Der Mastzustand erfordert stets eine Herabsetzung der Arbeitsleistungen; dadurch wird die Ausgabe vermindert und es kann dann die gewöhnliche Nahrungseinnahme (neben verminderter Sauerstoffeinnahme) ausreichen zum Ansatze von Fleisch und Fett über das normale Maass hinaus; dieser den Mastzustand kennzeichnende Ansatz wird selbstverständlich gesteigert durch erhöhte Nahrungseinnahme.

Die Einnahme von atmosphärischem Sauerstoff ist hauptsächlich erforderlich zur Erzeugung von Arbeitsleistungen im Organismus; nur insofern die Erhaltung und Vermehrung des organischen Stoffbestandes aus der Nahrung nicht ohne Arbeitsleistung geschehen kann, ist auch zur Gewebebildung atmosphärischer Sauerstoff nothwendig. In den organischen Gewebebestand aber tritt der atmosphärische Sauerstoff nicht ein; für die Gewebebildung hat er also nur eine dynamische Bedeutung.

Die Nahrung hat für den Organismus sowohl eine dynamische, wie eine statische Bedeutung, d. h. sie betheiligt sich theils bei der Arbeitsleistung, theils bei der Gewebebildung. Demnach kann irgend ein Stoff der Aussenwelt einem Organismus als Nahrungsstoff dienen, wenn er fähig ist: 1. sich in demselben zu oxydiren und, durch Umwandlung von potenzieller in dynamische Energie, Arbeit zu leisten; 2. sich in einen Gewebebestandtheil umzuwandeln; 3. durch seine Gegenwart die Zersetzung eines Gewebebestandtheiles zu hindern. Diese Bedingungen aber kann ein zur Nahrung geeigneter Stoff nur erfüllen, wenn er dem Geschmacke des Thieres zusagt und fähig ist in das Blut aufgenommen zu werden. Endlich darf er dem betreffenden Organismus nicht schaden, beziehungsweise in demselben nicht giftig wirken.

Wir dürfen also einen Stoff der Aussenwelt als Nahrungsstoff für einen bestimmten Organismus ansehen, wenn er ist:

1. schmackhaft,
2. verdauungsfähig,
3. aufsaugungsfähig,
4. fähig zur Oxydation, beziehungsweise zur Arbeitsleistung,

5. fähig sich in einen Gewebebestandtheil umzuwandeln (gewebebildend),

6. fähig die Abgabe eines Gewebebestandtheiles zu hindern (gewebeerhaltend),

7. unschädlich (nicht giftig).

Von den in das Blut aufgenommenen Nahrungsstoffen sind einige im Organismus nur oxydationsfähig und nicht fähig zur Gewebebildung und Gewebeerhaltung; andere besitzen die letzteren Eigenschaften, aber sie sind nicht oxydationsfähig; die Stoffe der ersten Art eignen sich also bloss zur Arbeitsleistung, die Stoffe der anderen Art — bloss zur Gewebebildung und Gewebeerhaltung. Eine dritte Art von Nahrungsstoffen endlich eignet sich sowohl zur Arbeitsleistung, wie zur Gewebebildung und Gewebeerhaltung.

Bringen wir die Stoffe, welche den landwirthschaftlichen Haussäugethieren zur Nahrung dienen, unter obige drei Kategorien, so gehören: 1. zu den bloss arbeitleistenden Stoffen — die organischen Salze, die Kohlehydrate und die Zellulose; 2. zu den bloss gewebebildenden Stoffen — die Mineralstoffe; 3. zu den arbeitleistenden, gewebebildenden und gewebeerhaltenden Stoffen — das Wasser, die Eiweiss- und die Fettkörper.

Die Nahrungsstoffe werden (mit Ausnahme von Wasser und Kochsalz) niemals einzeln aufgenommen, sondern stets in Verbindung mit anderen Nahrungsstoffen und mit unverdaulichen Stoffen. Eine solche Verbindung von mehreren Nahrungsstoffen und von unverdaulichen Stoffen nennt man ein Nahrungs- oder Futtermittel. Alle Nahrungsmittel enthalten Wasser und einige auch Kochsalz. Diese beiden Nahrungsstoffe werden also sowohl einzeln, wie in Verbindung mit anderen Nahrungsstoffen aufgenommen. Die Nahrung endlich ist die Vereinigung mehrerer Nahrungsmittel. Der logische Zusammenhang der drei Begriffe „Nahrung", „Nahrungsmittel" und „Nahrungsstoff" ergiebt sich aus folgendem Beispiel. Die Nahrung des Pferdes besteht aus den Nahrungsmitteln: Hafer, Heu, Gras und Stroh, und den Nahrungsstoffen: Wasser und Kochsalz; jene Nahrungsmittel aber enthalten von Nahrungsstoffen: Wasser, Calciumphosphat, Pflanzenalbumin, Stärkmehl, Zellulose, Fett u. s. w. Es gibt nur sehr wenige Nahrungsmittel, welche einzeln eine vollständige Nahrung bilden (z. B. Gras für die Wiederkäuer); gewöhnlich besteht die Nahrung aus mindestens zwei Nahrungsmitteln.

Da die Nahrung des Thieres die physiologische Aufgabe hat: den Stoff- und Kraftbestand des Organismus vollständig zu erhalten, beziehungsweise zu vermehren, so gehören zu jeder Nahrung so viele Nahrungsmittel, beziehungsweise Nahrungsstoffe, als erforderlich sind den Stoffbedarf zur Arbeitsleistung, sowie zur Gewebebildung und Gewebeerhaltung zu decken. Zu diesen Zwecken sind in jeder Nahrung mindestens vier Gruppen von Nahrungsstoffen erforderlich: Wasser, Mineralstoffe und Eiweisskörper, sowie entweder Fette oder Kohlehydrate. Eine Nahrung, welche jene fünf Nahrungsstoffe in einem dem Stoffwechsel entsprechenden Verhältnisse enthielte, würde dem Zwecke der Ernährung vollständig entsprechen, wenn auch den übrigen Bedingungen (als Schmackhaftigkeit, Verdaulichkeit u. s. w.) entsprochen wäre.

Der physiologische Werth einer Nahrung, beziehungsweise eines Nahrungsmittels, wird vergleichsweise um so grösser sein, je rascher sie in das Blut gelangt, d. h. je leichter verdauungs- und aufsaugungsfähig sie ist, und je vollkommener der Doppelzweck der Ernährung: Kraft- und Stoffzufuhr — erreicht wird. In Bezug auf den Zweck der Arbeitsleistung steht eine Nahrung, oder ein Nahrungsmittel, um so höher im Werthe, je grösser ihr Vorrath an Spannkraft ist und je mehr Sauerstoff sie zu binden vermag.

In den Ausgaben des Thierkörpers befinden sich theils dieselben chemischen Verbindungen wie in der Nahrung, theils enthalten sie höhere Oxydationsstufen. Zu der ersten Art der Ausfuhrstoffe gehören: Wasser und Mineralstoffe, zur anderen Art: Wasser, Kohlensäure, organische Salze und Harnstoff. Die Stoffe der letzten Art haben im Organismus allemal Arbeit geleistet, d. h. sie stammen aus zersetzten, beziehungsweise aus oxydirten Bestandtheilen der Nahrung und der Gewebe.

Der durch die Athmung eingenommene Sauerstoff erscheint, mit Kohlenstoff, Wasserstoff, Schwefel und Stickstoff verbunden, in den Ausgaben wieder.

In Folgendem werden wir die Erscheinungen des Stoffwechsels in vier Unterabtheilungen behandeln, nämlich: *a)* die Nahrungsstoffe,*) *b)* den Stoffwechsel in den Geweben, *c)* den Stoffwechsel in den Organen, *d)* die thierische Wärme.

---

*) Die Nahrungs- oder Futtermittel werden im fünfunddreissigsten Kapitel vorgeführt; die Nahrung, beziehungsweise die geeignetste Zusammenstellung von

a) die Nahrungsstoffe.

§. 221. *Das Wasser.*

Das Wasser wird theils als freie Flüssigkeit (Tränke), theils verbunden mit anderen Nahrungsstoffen aufgenommen. Die Aufsaugung des Tränkwassers geschieht auf endosmotischem Wege durch die Blutgefässe im Mitteldarme; die Chylusgefässe betheiligen sich nicht an der Wasseraufsaugung. Das Vermögen des Blutes Wasser aufzunehmen, ist fast unbeschränkt, weil das für den Organismus überschüssige Wasser rasch durch die Nieren entfernt wird. Als freie Flüssigkeit*) wirkt das Wasser lösend, es dient im Darmkanale als Träger für die festen, in Wasser löslichen Nahrungsstoffe; in den Gewebesäften nimmt es die im Stoffwechsel zersetzten löslichen Stoffe auf. Das Wasser vermehrt ferner den Umsatz der Eiweissstoffe (siehe §. 235) und befördert die Milchabsonderung (siehe §. 257). Die Bedeutung des Wassers für die Spaltungsvorgänge im Organismus werden wir im §. 227 in Betracht ziehen.

Ganz wie das Wasser im freien Zustande, wirkt das an andere Nahrungsstoffe physikalisch gebundene Wasser, welches durch die Verdauungsthätigkeit des Organismus aus jenem Verbande befreit wird. Das physikalisch gebundene Wasser ist in den Futtermitteln der pflanzenfressenden Hausthiere in sehr ungleicher Menge vorhanden, die selbst in gleichartigen Pflanzen wechselt, je nach Jahreszeit und Bodenverhältnissen. Zu den wasserreichsten Futtermitteln gehören die verschiedenen Arten von Wurzelfrüchten und Knollen (mit etwa 75 bis 90 Prozent Wasser), sowie die Gräser und die grünen Futterpflanzen; zu den wasserärmsten Futtermitteln gehören die reifen Körner und das Stroh der Getreidearten, sowie das Heu von Gräsern (mit etwa 10 bis 15 Prozent Wasser); von den als Futtermitteln verwendeten gewerblichen Produkten und Abfällen, sind die verschiedenen Arten von Schlempen am reichsten an Wasser (90 bis

---

Futtermitteln, für die verschiedenartigen Zwecke der Thiernutzung, soll im sechsunddreissigsten Kapitel in Betracht gezogen werden.

*) Ueber die Qualität der verschiedenen Arten von Tränkwasser siehe im fünfunddreissigsten Kapitel.

95 Prozent); die Oelkuchen und Mehlarten, sowie das Darrmalz und die Malzkeime sind am ärmsten an Wasser (10 bis 15 Prozent).

Der Wasserbedarf der landwirthschaftlichen Hausthiere ist verschieden, je nach der Art und Lebensweise derselben; er ist wesentlich abhängig von der Jahreszeit, sowie von der Grösse der Arbeitsleistung. Selbstverständlich ist, dass die Berechnung des Wasserbedarfes (neben der Einnahme von Wasser als Tränke) stets auch den Wassergehalt der festen Nahrung zu berücksichtigen hat. Dieses vorausgesetzt, können wir feststellen, dass unsere landwirthschaftlichen Hausthiere im grossen Durchschnitte täglich ein Neuntel bis ein Zehntel derjenigen Wassermenge einnehmen, die den Bestand ihres Organismus bildet. Unter normalen Verhältnissen nimmt das Thier ungefähr so viel Wasser auf, als in seinem Organismus umgesetzt wird (siehe §. 229); doch lässt sich die Wasseraufnahme über den Bedarf steigern durch Zufuhr von anorganischen Salzen (z. B. von Kochsalz und Glaubersalz), was bei der Mastung in Betracht kommt. Gesäugte, sowie überhaupt junge Thiere haben ein grösseres Bedürfniss nach Wasser.

Nach Colin kommen auf 1 Kilo fester (als trocken angenommener) Futtermittel: beim Pferde und Schafe 2 bis 3 Kilo Wasser, beim Ochsen 4 bis 5 Kilo, bei der Kuh 5 bis 6 Kilo, beim Schweine 7 bis 8 Kilo Wasser.

Aus den Untersuchungen von Henneberg und Stohmann*) ergibt sich: dass die Aufnahme von Tränkwasser, wenn sie dem Belieben des Thieres überlassen wird, sich im Wesentlichen nach dem Trockengehalte des Futters richtet, und dass die äussere Temperatur nur in verhältnissmässig sehr geringem Grade darauf Einfluss hat. Das zu ihren Versuchen benutzte Rind nahm auf 1 Gewichtstheil Trockensubstanz im Futter: beständig $3^1/_2$ bis $4^1/_2$ Gewichtstheile Wasser auf; es verschaffte sich also bei künstlicher Fütterung durchschnittlich das Verhältniss von Trockensubstanz zu Wasser, welches in seinem naturgemässen Futter (im Grünfutter) enthalten ist.

§. 222. *Die Mineralstoffe.*

Die Futtermittel der landwirthschaftlichen Hausthiere enthalten folgende Mineralstoffe als Nahrungsstoffe: Kali, Natron, Kalkerde, Bittererde und Eisen, welche zu Salzen verbunden sind mit Phosphorsäure, Schwefelsäure, Chlor und Kohlensäure.

*) Beiträge zur Begründung einer rationellen Fütterung der Wiederkäuer. Braunschweig 1864, Heft 2, S. 447.

Was die Verbreitung der Mineralstoffe betrifft, so geben uns zahlreiche Aschenanalysen landwirthschaftlicher Futtermittel darüber Aufschluss.*)

Kali ist in allen Landpflanzen reichlich enthalten. Am reichsten an Kali sind die Wurzelfrüchte und Knollen, sowie die Samen und das Stroh der Hülsenfrüchte; am wenigsten Kali führen Stroh und Spreu der Getreidearten.

Natron kommt in den Landpflanzen in weit geringerer Menge vor als Kali. Am reichsten an Natron sind ebenfalls die Knollen und Blätter der Wurzelfrüchte, am ärmsten die Samen der Hülsenfrüchte und die Spreu der Getreidearten. Ein Mangel an Natriumsalzen in der Nahrung kann leicht ausgeglichen werden durch Zufuhr von Kochsalz.

Kalkerde findet sich am reichlichsten in den Kleearten und im Stroh der Hülsenfrüchte; am wenigsten Kalkerde enthalten die Samen der Getreidearten und der Hülsenfrüchte. Selbstverständlich sind die auf kalkhaltigen Böden gewachsenen Futtermittel reicher an Kalk, als die von kalkarmen Böden; die letzteren enthalten zuweilen so wenig Kalk, dass durch diesen Mangel in der Nahrung Ernährungsstörungen im Organismus entstehen.

Bittererde findet sich am reichlichsten in den Samen der Getreidearten und im Klee; am wenigsten Bittererde enthält die Spreu der Getreidearten und der Hülsenfrüchte. Ein Mangel an Bittererde in der Nahrung kommt kaum in Frage, zumal der Bedarf daran im Organismus nur unbedeutend ist.

Eisen kommt in nur geringer Menge in den landwirthschaftlichen Futtermitteln vor; verhältnissmässig am reichlichsten in den Futtergräsern, im Lupinenstroh und in den Knollen der Topinamburs. Da der Eisenbestand des Organismus nur gering ist, so tritt nicht häufig Mangel an Eisen in der Nahrung ein.

Phosphorsäure tritt am reichlichsten auf in den reifen Samen der Getreidearten und der Lupine; am wenigsten Phosphorsäure enthalten Stroh und Spreu der Getreidearten. Die phosphorsauren Salze gehören zu den wichtigsten anorganischen Nahrungsstoffen; sie sind meistens verbunden mit den Eiweisskörpern, und der Eiweiss-, beziehungsweise der Stickstoffgehalt der Futtermittel

---

*) Eine tabellarische Zusammenstellung der durchschnittlichen Aschenbestandtheile landwirthschaftlicher Futtermittel enthält das fünfunddreissigste Kapitel.

bildet demnach ein Maass für den Phosphatgehalt. Ein Mangel an Phosphaten in der Nahrung hat eingreifende Ernährungsstörungen im Organismus zur Folge.

Schwefelsäure, beziehungsweise Sulfat, entsteht in der Pflanzenasche hauptsächlich durch Verbrennung des mit den Eiweisskörpern verbundenen Schwefels und findet sich am reichlichsten in der Asche der Gräser.

Chlor ist am reichlichsten enthalten in den Blättern der Wurzelfrüchte; am wenigsten Chlor führen die Getreidearten.

Die Kohlensäure ist meistens mit Kali und Kalkerde verbunden und findet sich demnach am reichlichsten in den sogenannten Kali- und Kalkpflanzen. In der sogenannten Reinasche der verbrannten Pflanze findet sich keine Kohlensäure mehr.

Ausser in den festen Futtermitteln kommen die Mineralstoffe in Wasser gelöst vor, und zwar in gewissen Quellwässern in verhältnissmässig reichlicher Menge. Boussingault untersuchte das Tränkwasser auf seinem Gute Bechelbronn im Elsass und fand darin auf 100.000 Theile folgende Mengen Mineralstoffe:

Calciumkarbonat	35·3, darin Kalk 19·9
Magnesiumkarbonat	3·7
Magnesiumsulfat	11·8
Natriumsulfat	20·2
Chlornatrium	6·9
Kieselerde	2·0
Calciumphosphat und Eisen	Spur
	78·9

Boussingault berechnete ferner, dass seine Thiere (etwa 100 Stück) im Jahre mehr als eine Million Kilo (1,095.000) Tränkwasser und darin an Mineralstoffen aufnahmen:

Calciumkarbonat	387 Kilo
Magnesiumkarbonat	41 „
Magnesiumsulfat	129 „
Natriumsulfat	221 „
Chlornatrium	76 „
Kieselerde	22 „
	876 Kilo

Selbstverständlich ist alles Quellwasser, welches durch Felsen sickert, die reich sind an löslichen Mineralstoffen, für die Ernährung viel werthvoller, als das Tränkwasser, welches aus moorigen Teichen und aus Niederungsflüssen gewonnen wird.

Uebrigens ist der Mineralstoffgehalt im Wasser einer und derselben Quelle verschieden nach den Jahreszeiten; nach August Wagner steigt der Mineralstoffgehalt bei nasser Witterung und er verringert sich bei trockener Witterung, was leicht erklärlich ist.

Die im Tränkwasser gelösten Mineralstoffe werden mit diesen direkt in das Blut aufgesogen, vorwiegend im Mitteldarm. Die mit Eiweisskörpern verbundenen Mineralstoffe kommen auch mit diesen zur Aufsaugung, theils durch die Blutgefässe, theils durch die Chylusgefässe. Die mit der Rohfaser verbundenen Mineralstoffe werden mit dem verdauten Antheile jener wahrscheinlich im Blinddarme und Grimmdarme aufgesogen. Die im Wasser gelösten, sowie die mit Eiweisskörpern verbundenen Mineralstoffe, kommen wahrscheinlich vollständig zur Aufsaugung; die mit Rohfaser verbundenen Mineralstoffe aber etwa nur zur Hälfte, beziehungsweise im gleichen Antheile, wie die Rohfaser selbst. Die in der Rohfaser der Stroharten reichlich vorkommenden kieselsauren Salze gelangen nicht zur Aufsaugung, sondern sie werden im Kothe vollständig ausgeschieden.

Da der Gehalt der landwirthschaftlichen Futtermittel an Mineralstoffen wechselt, je nach der Zusammensetzung des Bodens und je nach der Jahreszeit, beziehungsweise nach den Witterungsverhältnissen, so lässt sich die Menge der im Futter enthaltenen Mineralstoffe nicht allgemein feststellen; noch weniger aber ist man im Stande, mit Rücksicht auf den Umsatz der Mineralstoffe im Organismus, die nothwendige Menge der Mineralstoffe in der Nahrung zu bestimmen.

Nach J. Forster*) verlaufen bei möglichster Entziehung der Mineralstoffe in der Nahrung des erwachsenen Thieres die Vorgänge des Stoffwechsels, beziehungsweise Zerfall und Zersetzung im Körper, bis zum Tode des Thieres in derselben Weise, wie bei einer Nahrung, die neben den übrigen nothwendigen Stoffen auch die Mineralstoffe enthält. Es treten jedoch allmälig Störungen auf in den Funktionen der Organe, welche schliesslich einestheils die Umänderung der Nahrungsstoffe in aufsaugungsfähige Verbindungen und somit den Ersatz des zersetzten Körpermaterials verhindern, anderntheils aber durch Unterdrückung lebenswichtiger Vorgänge den Untergang des Organismus herbei-

*) Zeitschr. f. Biol. IX. 348.

führen, bevor noch die Unmöglichkeit einer dauernden Nahrungsaufnahme Verfall und Tod nach sich zieht.

Von allen Mineralstoffen der Nahrung ist die Bedeutung, beziehungsweise die Wirkung des Kochsalzes, der Kalisalze und der Phosphate am eingehendsten untersucht worden. Da wir die Wirkung der Phosphate später noch in Betracht ziehen werden, so beschränken wir uns hier auf die Vorführung einiger Fütterungsversuche, welche das Kochsalz und die Kalisalze betreffen.

Den umfassendsten Versuch über die Bedeutung und Wirkung des Kochsalzes auf den Organismus hat Boussingault*) angestellt.

Sechs junge Stiere erhielten gleiches Futter, aber nur drei von ihnen (I. Abtheilung) bekamen dazu täglich das Stück 34 Grm. Kochsalz; die II. Abtheilung bekam kein Salz. Der Versuch dauerte 13 Monate (vom 1. October 1846 bis 31. October 1847), während welcher Zeit die Abtheilung mit Salz nur wenig mehr an Lebendgewicht zugenommen hatte, als die Abtheilung ohne Salz. Dagegen war das Aussehen und die Beschaffenheit der jungen Stiere, welche Kochsalz bekommen hatten, auffallend besser, ihr Haar war glatt und glänzend, sie waren lebendiger und versuchten häufig den Geschlechtstrieb zu befriedigen, während die Stiere der Abtheilung II ein mattes, rauhes und struppiges Haar hatten, einen langsamen Gang und ein kaltes Temperament zeigten.

Ein ähnlicher Versuch ist von Behague und Baudement**) an 6 Rindern angestellt worden. Dieselben erhielten bei gleichem Futter in den ersten 38 Tagen kein Salz, in den folgenden 28 Tagen bekamen sie allmälig von 5 bis 20 Grm. steigende Salzmengen auf 100 Kilo Lebendgewicht. Das Ergebniss dieses Versuches war, dass die Thiere in dem zweiten Zeitraume zwar mehr gefressen, aber nicht mehr an Lebendgewicht zugenommen hatten.

Auch mit einer Milchkuh hat Boussingault Salzfütterungsversuche angestellt; das Salz blieb aber ohne Einfluss auf die Erzeugung der Milch, wie auf den Verzehr des Futters.

Fütterungsversuche mit Kochsalz liegen in grosser Zahl vor; aber sämmtliche Versuche, welche einer streng wissenschaftlichen Methode gerecht geworden sind, kommen zu dem Ergebnisse: dass die Beigabe von Kochsalz zum Futter ohne wesentlichen Einfluss sei auf die Mehrerzeugung von Fleisch, von Fett und Milch u. s. w., wohl aber von grosser Bedeutung sei für den Gesundheitszustand der Thiere, namentlich bei der Stallfütterung.

Auf diese Beziehungen werden wir in den Kapiteln über Gesundheitspflege und Fütterung zurückkommen.

Ueber die Wirkung von Kalisalzen (aus Fleischextrakt) hat E. Kemmerich***) Versuche angestellt an Kaninchen und Hunden. Schon 30 Kubikzm. Fleischbrühe (750 Grm. Fleisch entsprechend) tödtete ein etwa 2 Kilo schweres Kaninchen binnen einer Stunde. Gleich nach der Einnahme der Brühe erhöhte

*) Die Landwirthschaft u. s. w. III. 245.

**) In Boussingault's Landwirthschaft. III, 255.

***) Archiv f. Physiol. II. 45.

sich Puls und Athmung, und das Thier starb unter den Erscheinungen der Herzlähmung. Kemmerich konnte feststellen, dass die Ursache dieser Erscheinungen in der zu grossen Menge von Kalisalzen beruhte.

Kemmerich fütterte ferner zwei Hunde mit ausgelaugten Fleischrückständen und setzte dem einen Hunde die Kalisalze der Fleischbrühe zu (und meistens auch etwas Kochsalz), dem anderen Hunde aber gab er bloss Kochsalz; beide Salze in Mengen von 2·5 bis 10 Grm. täglich das Stück. In der ersten Versuchsreihe von 26 Tagen erhöhte der Kalihund sein Gewicht von 3290 auf 5375 Grm.; der Natronhund von 3405 auf 4215 Grm. Jener hatte also um 1275 Grm. an Gewicht mehr zugenommen. In der zweiten Versuchsreihe von 32 Tagen gab Kemmerich dem früheren Natronhunde die Kalisalze und dem früheren Kalihunde Kochsalz und keine Kalisalze. Der jetzige Natronhund erhöhte nunmehr sein Gewicht von 5375 auf 5905 Grm.; der jetzige Kalihund von 4215 auf 6065 Grm. Der Kalihund, der Anfangs um 1160 Grm. leichter war, hatte am Ende des Versuches den Natronhund um 160 Grm. übertroffen. Der Kalihund war in beiden Versuchen munter und kräftig und hatte mehr Fleisch angesetzt (was nach dem zweiten Versuche durch die Sektion bestätigt wurde), während der Natronhund matt und schläfrig war. Zu Anfang der zweiten Versuchsreihe stellten sich bei dem bisherigen Natronhunde, nachdem er zum ersten Male Kalisalze erhalten hatte, jene bei ungewohnten Kalisalzmengen auftretenden Erregungs- und Lähmungserscheinungen ein, die sich aber am zweiten Tage verloren. Uebrigens konnte Kemmerich feststellen: dass, bei Entziehung von Kochsalz, der Einfluss der Fleischbrühsalze auf den Fleischansatz nicht zur Geltung kam.

§. 223. *Die Eiweisskörper.*

Die Eiweisskörper, welche die pflanzenfressenden Hausthiere in ihrer Nahrung aufnehmen, sind durch Spaltung von Kohlensäure, von Wasser und von Stickstoffverbindungen (von Ammoniak und salpetersauren Salzen) unter dem Einflusse des Sonnenlichtes im Organismus der Pflanze entstanden. Die Abspaltung von Sauerstoff bei der Erzeugung von vegetabilischen Eiweisskörpern, bedingt die grosse Summe von Spannkraft (potenzieller Energie), welche jenen Körpern eigenthümlich ist und sie vorzüglich eignet zur Erzeugung von lebendiger Kraft (dynamischer Energie) im Organismus.

Die fleischfressenden Thiere decken ihren Eiweissbedarf durch das Fleisch anderer Thiere, welches die Eiweisskörper in weit grösserer und leichter verdaulicher Menge enthält, als die Pflanzennahrung.

Ueber die Konstitution der vegetabilischen Eiweisskörper herrscht noch wenig Klarheit. Man unterscheidet drei Gruppen

vegetabilischer Eiweisskörper, nämlich: Albumin, Legumin und Kleber.

Das Pflanzenalbumin, welches dem Thieralbumine ähnlich sein soll, findet sich in allen Pflanzensäften und ist am reichlichsten in den Gräsern und grünen Futterpflanzen enthalten; es scheint von allen vegetabilischen Eiweisskörpern am leichtesten verdaulich zu sein. Die Zusammensetzung des Albumins scheint in verschiedenen Pflanzenarten vielen Schwankungen zu unterliegen. Im Durchschnitte mehrerer Elementaranalysen von verschiedenen Pflanzen hat das Albumin folgende prozentische Zusammensetzung:

Kohlenstoff	53	Prozent
Wasserstoff	7	„
Stickstoff	17	„
Sauerstoff	22	„
Schwefel	1	„

Das Legumin ist vorwiegend in den Hülsenfrüchten enthalten; seine durchschnittliche Elementarzusammensetzung ist:

Kohlenstoff	51·5	Prozent
Wasserstoff	7·0	„
Stickstoff	16·0	„
Sauerstoff	25·0	„
Schwefel	0·5	„

Der Kleber findet sich hauptsächlich in den Samen der Getreidearten. In neuerer Zeit hat man aus dem Kleber noch vier andere Eiweisskörper dargestellt: Glutenkasein, Glutenfibrin, Mucedin und Gliadin. Das Glutenkasein ist dadurch ausgezeichnet, dass es beim Keimen der Samen in Diastas (zuckerbildendes Ferment) übergeht. Die prozentische Zusammensetzung der Kleberarten ist ähnlich der des Pflanzenalbumines.

Als eine bemerkenswerthe Eigenschaft der Legumin- und Kleberarten ist zu verzeichnen: dass sie bei längerem Kochen mit verdünnter Schwefelsäure Leucin, Tyrosin und Glutaminsäure bilden, welche Stoffe auch im Thierkörper durch Zerspaltung der Eiweisskörper entstehen.

Da eine Unterscheidung der verschiedenartigen Eiweisskörper in den Futtermitteln sehr schwierig ist, so begnügt man sich bei der chemischen Analyse derselben mit der Bestimmung des Stickstoffes, den man durch Multiplikation mit dem Faktor

6·25 zu Eiweiss umrechnet, d. h. man nimmt an, dass die Eiweisskörper der Pflanze durchschnittlich 16 Prozent Stickstoff enthalten. Da das frische Fleisch 3 bis 4 Prozent Stickstoff enthält, so wird derselbe durch Multiplikation mit 29·4 auf Fleisch berechnet.

Die Menge der Eiweisskörper in den zu Futter geeigneten Pflanzen wechselt nach deren Vegetationsperiode, sowie nach der Bodenzusammensetzung und den Düngungsverhältnissen. Am reichsten an Eiweisskörpern sind die Samen der Hülsenfrüchte, namentlich der gelben Lupine; am wenigsten Eiweisskörper enthalten die Knollen der Wurzelfrüchte. Von den gewerblichen Produkten und Abfällen sind die Oelkuchen und die Malzkeime ausgezeichnet durch ihren hohen Eiweissgehalt.

Die Verdaulichkeit der Eiweisskörper ist verschieden in den verschiedenartigen Futtermitteln und bei verschiedenartigen Thieren. Die Wiederkäuer verdauen die Eiweisskörper in dem grössten prozentischen Antheile des Eiweissbestandes: in den Gräsern und den grünen Futterpflanzen (76 bis 78 Prozent), in Bohnenschrot und Lupinen (90 bis 97 Prozent), und in Palmkernkuchen (100 Prozent); am wenigsten verdauen die Wiederkäuer vom Eiweisse der Stroharten. Das Verdauungsvermögen für Eiweiss ist bei dem Schweine im Allgemeinen grösser; sie verdauen die Eiweisskörper im Getreideschrote zu 79 bis 88, in den Kartoffeln zu 81, und im Fleischfuttermehle zu 97 Prozent.*) Ueber die Eiweissverdauung der Pferde liegen keine zuverlässigen Versuche vor.

Im Allgemeinen besitzen jüngere Thiere ein grösseres Verdauungsvermögen für Eiweiss, als ältere der gleichen Art.

Der Ort der Eiweissverdauung ist der Mitteldarm (siehe §. 199). Die Aufsaugung der verdauten Eiweisskörper geschieht theils direkt durch die Blutgefässe, theils durch die Chylusgefässe; letztere nehmen den grösseren Theil der in Peptone umgewandelten Eiweisskörper auf.

Eine Bestimmung der für verschiedenartige Leistungen nothwendigen Eiweissmengen in der Nahrung, ist unmöglich, was sich aus §. 232 klar ergeben wird.

---

*) Nach E. Wolff, „Die Ernährung der landwirthschaftlichen Nutzthiere". Berlin 1876.

§. 224. *Die Fette.*

Die Pflanzen, welche als landwirthschaftliche Futtermittel benutzt werden, enthalten sehr wenig Fett (durchschnittlich etwa 3 Prozent), dessen Konstitution gänzlich unbekannt ist. Der Chemiker bezeichnet die durch Aether ausziehbaren Bestandtheile der Pflanze als Fett; der Aetherextrakt enthält aber stets wachsartige Substanzen und bei grünen Pflanzentheilen auch Blattgrün, die sich zur Verdauung des Thieres ganz verschieden verhalten.

Die Elementarzusammensetzung der Fette schwankt in verschiedenen Pflanzen. Folgende Zusammenstellung*) zeigt den Elementarbestand einiger Futterfette in Prozenten:

	C	H	O
Fett aus Leinsamen	76·80	11·20	12·00
„ „ Roggen	76·71	11·79	11·50
„ „ Gerste	76·27	11·78	11·95
„ „ Hafer	75·67	11·77	12·56
„ „ Mais	75·79	11·43	12·78
„ „ Lupinen	75·94	11·59	12·47
„ „ Erbsen	76·71	11·96	11·33
„ „ Bohnen	77·50	11·81	10·69
„ „ Kartoffeln	76·06	11·77	12·17
„ „ Runkelrüben	76·12	11·69	12·19

Als ungefähr mittlere Zusammensetzung der Pflanzenfette kann man annehmen: 76 C 12 H 12 O.

Am meisten Fett enthalten die Oelsamen, von denen aber nur der Leinsamen als direktes Futtermittel (mit etwa 35 Prozent Fett) in Betracht kommt. Von den gewöhnlichen Futtermitteln sind am reichsten an Fett: die Körner von Hafer und Mais (6 bis 7 Prozent); am wenigsten Fett enthalten die Gräser und die grünen Futterpflanzen (durchschnittlich etwa $^1/_2$ Prozent). Von den gewerblichen Produkten und Abfällen enthalten das meiste Fett: die Oelkuchen (8 bis 12 Prozent); fast frei von Fett sind die Diffusions- und Schleuderrückstände der Rübenzuckerfabriken.

Am meisten Fett verdauen: die Wiederkäuer aus den Oelkuchen (80 bis 100 Prozent des vorhandenen Rohfettes), aus Gersten- und Bohnenschrot (97 bis 100 Prozent); vom Heufette verdauen sie etwa die Hälfte, vom Strohfette etwa ein Drittel.

*) Nach J. König, landwirthsch. Versuchsstationen. XIII. 241.

Die Schweine verdauen am meisten Fett (87 Prozent) aus Fleischfuttermehl, aus Maikäfern und Kokosnusskuchen (83 Prozent), am wenigsten (70 Prozent) aus Gerstenschrot. Von Pferden liegen zuverlässige Versuche nicht vor.

Als Hauptort der Fettverdauung haben wir bereits in §. 199 den Gallendarm kennen gelernt. Das verdaute Fett wird bloss von den Chylusgefässen aufgesogen; die Blutgefässe betheiligen sich nicht an der Fettaufsaugung.

§. 225. *Die Kohlehydrate.*

Zu den für die Ernährung der landwirthschaftlichen Hausthiere in Betracht kommenden Kohlehydraten*) rechnen wir: das Stärkmehl, das Dextrin, den Rohrzucker, den Milchzucker und den Traubenzucker.

Das Stärkmehl ist am reichlichsten enthalten in den Körnern der Getreidearten (54 Prozent) und der Hülsenfrüchte (60 Prozent), sowie in den Kartoffeln (18 bis 21 Prozent).

Nach Brücke**) besteht jedes Stärkekorn aus dreierlei Substanzen: aus der Granulose, die sich mit Jod blau färbt, aus der Erythrogranulose, die sich mit Jod roth färbt, und aus der Zellulose, die sich mit Jod nicht färbt. Wenn die Stärkekörner mit Wasser erhitzt werden, so ziehen sie das Wasser an sich, die Schichten quellen und blättern sich auseinander. Dadurch entsteht eine pappige Masse (Stärkekleister), welche sich gleichfalls mit Jod blau färbt.

Wenn man Stärke mit Wasser, dem man zwei Prozent gewöhnlicher Schwefelsäure zugesetzt hat, anhaltend kocht, so bildet sich zuerst lösliche Stärke (Nasse's Amidulin) und dann Dextrin, das sich mit Jod roth färbt. Nach längerem Kochen der Stärke mit verdünnter Schwefelsäure verschwindet die rothe Reaktion, die Flüssigkeit färbt sich mit Jod nicht mehr, oder nur noch gelblich. Wenn die Säure dann neutralisirt worden ist, so schmeckt die Flüssigkeit süss; es hat sich ein Zucker darin gebildet. Wird die filtrirte Flüssigkeit mit Alkohol versetzt, so

*) Die als „Kohlehydrate" bezeichneten Körper enthalten, neben Kohlenstoff, den Wasserstoff und den Sauerstoff im gleichen Verhältnisse wie im Wasser; sie werden demnach als Hydrate des Kohlenstoffes betrachtet.

**) Vorlesungen über Physiologie. Wien 1874. I. 221.

schlägt sich eine gummiartige Masse nieder, die dem Dextrine ähnlich ist, die sich aber durch Jod nicht mehr färbt. Diese Masse hat Brücke Achroodextrin genannt, zum Unterschiede von jenem ersterwähnten Dextrin (welches durch Jod roth gefärbt wird), welchem Brücke den Namen Erythrodextrin gab. Jener aus der Stärke entstandene Zucker wird Stärkezucker, Dextrinzucker oder Glykose genannt, und wenn er krystallisirt ist — Traubenzucker.

Dieselbe Umwandlung wie durch Kochen mit verdünnter Schwefelsäure erleidet die Stärke durch das diastatische Ferment, welches sie ebenfalls in Dextrin und Traubenzucker umwandelt.

Das Dextrin (sogenannt, weil es die Ebene des polarisirten Lichtstrahles stark nach rechts dreht) ist ein gummiähnlicher Körper, der als eine leichtlösliche isomere Form der Stärke erscheint und in allen Säften jugendlicher Pflanzen enthalten ist. Das Dextrin (Erythrodextrin) wird durch Diastas und durch zuckerbildende Fermente des Thierkörpers (im Maul- und Bauchspeichel, sowie im Dünndarmsafte) in Achroodextrin und Traubenzucker umgewandelt.

Der Rohr- oder Rübenzucker (Saccharose) ist in geringer Menge in vielen Pflanzensäften, reichlich aber in der Wurzel der Runkelrübe (zu 13 Prozent) enthalten. Durch diastatische Fermente wird der Rohrzucker in Traubenzucker umgewandelt.

Der Milchzucker ist enthalten in der Milch der säugenden Thiere; im Organismus des Gesäugten geht der Milchzucker in Milchsäure über (siehe auch §. 256).

Der Traubenzucker (Glykose) ist in den Futterpflanzen nur spärlich verbreitet; im Thierkörper aber entsteht er, wie erwähnt, aus Stärkmehl, Dextrin und Rohrzucker, welche (nur in der Form von Traubenzucker) grösstentheils direkt in die Blutbahn aufgenommen werden.

Der Traubenzucker unterscheidet sich von dem Rohrzucker dadurch, dass ersterer sich mit Kali bräunt und gewisse Metalloxyde (Kupferoxyd und Wismuthoxyd) durch Entziehung ihres Sauerstoffes in Oxydule umwandelt. Diese Eigenschaften besitzt auch der Milchzucker, der aber in Wasser und Alkohol schwerer löslich ist als der Traubenzucker. Aehnlich dem Traubenzucker verhält sich auch der Fruchtzucker, der in süsssauren Früchten vorkommt. Die Ebene des polarisirten Lichtes wird vom Rohrzucker, vom Trauben- und Milchzucker nach rechts,

vom Fruchtzucker nach links gedreht. Jene drei Zuckerarten sind krystallisationsfähig, der Fruchtzucker aber krystallisirt nicht. Traubenzucker, Fruchtzucker und Milchzucker sind direkt gährungsfähig; der Rohrzucker gährt aber erst nach seiner Spaltung in Trauben- und Fruchtzucker. Durch die Gährung entsteht aus den Zuckerarten Alkohol und Kohlensäure (Alkoholgährung), sowie Milchsäure und Buttersäure. Jede dieser Gährungsformen wird durch ein besonderes Ferment bewirkt.

Den Zuckerarten ähnlich ist ein süssschmeckendes Kohlehydrat, das Inosit, welches im Muskelfleische und in einigen Pflanzensäften vorkommt. Das Inosit ist nur der Milchsäuregährung fähig, vermag aber nicht Metalloxyde zu reduziren.

Das Glykogen ist ein dem Dextrine ähnliches Kohlehydrat, welches nur im Thierkörper gebildet wird. Es wird durch Jod roth gefärbt und durch Fermente in Zucker umgewandelt (siehe §. 237).

Das Verdauungsvermögen für Kohlehydrate ist bei den Wiederkäuern am grössten: für Bohnenschrot (94 Prozent), Palmkernkuchen (92 Prozent) und Dinkelkleie (91 Prozent), demnächst für Gerstenschrot (87 Prozent), Lein und Rapskuchen (76 Prozent); am geringsten für die Kohlehydrate des Getreidestrohes (36 bis 42 Prozent). Die Schweine, welche die Kohlehydrate überhaupt besser ausnutzen als die Wiederkäuer, verdauen die Kohlehydrate der Kartoffeln zu 98 Prozent, die von Gersten-, Bohnen- und Maisschrot zu 90 bis 94 Prozent.

§. 226. *Die Rohfaser (Zellulose).*

Die Zellulose ist ein dem Stärkmehle ähnlicher Körper, welcher, mit einer inkrustirenden Substanz (dem Lignin) verbunden, die Holz- oder Rohfaser der Pflanzen bildet. Die Chemiker verstehen unter „Rohfaser“ denjenigen Bestandtheil der Futtermittel, welcher (nach Abrechnung von Eiweiss- und Mineralstoffen) nach wiederholten Ausziehen mit Wasser, Alkohol, Aether, verdünnten Säuren und Alkalien unlöslich zurückbleibt. In welcher Menge die Zellulose in der Rohfaser enthalten ist, weiss man nicht, weil die Darstellung reiner Zellulose bisher noch nicht gelungen ist.

Die Rohfaser findet sich am reichlichsten in den Stroharten (40 bis 50 Prozent), in den älteren Gräsern und grünen Futterpflanzen und in dem daraus gewonnenen Heu (20 bis 30 Prozent). Den geringsten Rohfasergehalt (etwa 1 Prozent) besitzen die Wurzelfrüchte.

Das grösste Verdauungsvermögen für Rohfaser besitzen die Wiederkäuer; die Pferde verdauen wenig Rohfaser und die Schweine wahrscheinlich nur die leichtlösliche Zellulose des Grünfutters, was Weiske durch einen Versuch nachgewiesen hat. Die Wiederkäuer verdauen am meisten von der Rohfaser junger Weidepflanzen (67 bis 73 Prozent), von Grünmais (72 Prozent) und von (sehr gutem) Lupinenheu (74 Prozent); im Allgemeinen aber verdauen sie Heu-Rohfaser weniger gut (40 bis 50 Prozent) als Stroh-Rohfaser (50 bis 60 Prozent).

Die Zellulose der Rohfaser wird im Darmkanale (wahrscheinlich im Blind- und Grimmdarme) in Traubenzucker umgewandelt, der am genannten Orte aufgesogen wird.

Nach Henneberg*) besitzt die verdaute Rohfaser die Elementarzusammensetzung der Zellulose und sie besteht, wenn nicht vollständig, so doch weitaus überwiegend aus Zellulose.

b) Der Stoffwechsel in den Geweben.

§. 227. *Die Spaltungs- und Verbrennungsvorgänge in den Geweben.*

Ueber die Stoffwechselvorgänge im Organismus haben bis vor kurzer Zeit ganz falsche Vorstellungen geherrscht, die erst durch neuere Untersuchungen berichtigt worden sind.

Schon Lavoisier (einer der Entdecker des Sauerstoffes) wusste, dass Verbrennungsprodukte im Organismus gebildet würden; er hat schon im Jahre 1777 kurz hingewiesen**) auf die Aehnlichkeit in den Erscheinungen der Verbrennung von Kohle und der thierischen Athmung. Im Jahre 1780 erklärte Lavoisier in seiner mit Laplace verfassten Abhandlung „Sur la chaleur“: „la conservation de la chaleur animale est due, au moins en grande partie, à la chaleur que produit la combinaison

*) Journ. f. Landw. 1871. 427.

**) Nach Hoppe-Seyler im Arch. f. Physiol. XII. 1.

de l'air pur respiré par les animaux avec la base de l'air fixe que le sang lui fournit". Dieser Satz stützt sich auf die annähernde Uebereinstimmung des Werthes, der von einem warmblütigen Thiere in bestimmter Zeit ausgegebenen Wärme mit derjenigen Wärmequantität, welche bei der Verbrennung von so viel Kohle mit Kohlensäure erhalten wurde, als in der vom Thiere in derselben Zeit ausgeathmeten Kohlensäure enthalten angenommen werden musste. Dieser Satz wurde später vervollständigt durch den Nachweis: dass ein wenig von dem bei der Athmung aufgenommenen Sauerstoff nicht als Kohlensäure in der Ausathmungsluft erscheint, sondern entweder zur Wasserbildung dient, oder sich mit dem Blute verbindet.

Nach Hoppe-Seyler dachte sich Lavoisier die ganze Verbrennung im Körper des Thieres als eine Einwirkung des Sauerstoffes der eingeathmeten Luft auf die organischen Stoffe des Blutes, und er hielt die Lunge für den Hauptherd der Verbrennung. Die letzterwähnte Vorstellung ist durch die Untersuchungen von Magnus über den Gehalt des arteriellen und venösen Blutes an auspumpbaren Gasen berichtigt worden. Aber die Vorstellung, dass die Verbrennung im Organismus bedingt sei durch die Verwandtschaft des eingeathmeten Sauerstoffes zum Kohlenstoffe und Wasserstoffe der organischen Substanzen, sowie die Annahme, dass das Blut der Hauptherd der Verbrennung sei — hat sich bis in die neueste Zeit erhalten. Die Vorstellung, dass alle Verbrennungen im Organismus abhängig seien von der Menge des eingeathmeten Sauerstoffes, führte zu der Annahme: dass durch eine Steigerung der Athmung die Verbrennung im Organismus erhöht, durch eine Verminderung der Athmung aber herabgestimmt werden könne.

Bei dieser Vorstellung von der Wirkung des eingeathmeten Sauerstoffes blieb es unerklärlich, dass die Verbrennungen im Organismus, bei so niederer Temperatur (nämlich bei 37 bis 40° C. Körperwärme) vor sich gehen konnten. Völlig räthselhaft aber blieb es, dass der atmosphärische Sauerstoff, der ausserhalb des Organismus eine so geringe Verwandtschaft zum Stickstoffe besitzt, im Organismus auch die schwer verbrennlichen Eiweisskörper verbrennen konnte, deren Zersetzungsprodukte ja hochoxydirte Stickstoffverbindungen sind.

Um über diese Schwierigkeiten hinwegzukommen nahm man seit der Entdeckung des Ozons an: dass der atmosphärische

Sauerstoff im thierischen Organismus, sofort bei seiner Verbindung mit dem Hämoglobin der rothen Blutkörperchen, die Eigenschaften des Ozons erlange. Man erklärte fortan, dass alle Verbrennungsvorgänge im Thierkörper verursacht seien durch den „erregten Zustand“ des Sauerstoffes, beziehungsweise durch das gesteigerte Oxydationsvermögen des Ozons.

Nun ist aber bisher eine Quelle der Ozonbildung*) im Organismus nicht sicher nachgewiesen worden. Bezüglich des Blutes hat Hoppe-Seyler**) gezeigt: „dass die leicht zerfallende Verbindung des Oxyhämoglobins nicht in der Weise des Ozons wirkt und nur an sauerstofffreie Flüssigkeit indifferenten Sauerstoff abgibt; die Oxydationen, welche im Thierkörper zu verlaufen scheinen, können nicht durch eine Oxyhämoglobinlösung bewirkt werden“.

Auch Pflüger***) hat durch kritische Prüfung der Beweise, welche für die Gegenwart von Ozon im thierischen Organismus vorgebracht werden, die Annahme von Ozon im Thierkörper unhaltbar gemacht. Selbst Alex. Schmidt,†) einer der eifrigsten Vorkämpfer für die Gegenwart von Ozon im Blute, gesteht zu: „dass die ozonisirende Wirkung der Blutkörperchen bei Weitem nicht hinreiche, um alle Wirkungen, die der Sauerstoff im Thierleibe entfaltet, und die ganze Grösse des thierischen Verbrennungsprozesses zu erklären“.

Da wir also die Verbrennungsvorgänge im thierischen Organismus nicht durch die gewöhnliche Verwandtschaft, noch durch eine im Ozon gesteigerte Verwandtschaft des Sauerstoffes erklären können, so liegt es nahe, die Verbrennungsvorgänge im Thierkörper mit den Gährungsvorgängen in Beziehung zu bringen.

Die Aehnlichkeit der Erscheinungen des thierischen Stoffwechsels und der Gährung hat zuerst C. F. Schönbein††) hervorgehoben. Er machte auf die beachtenswerthe Thatsache

*) Ozon entsteht, wenn Verbindungen des gewöhnlichen Sauerstoffes entweder durch Elektrizität, oder durch starke chemische Verwandtschaften zerspalten werden. Das befreite Sauerstoffatom verbindet sich dann mit dem doppelatomigen atmosphärischen Sauerstoff (O_2) zu Ozon (O_3).

**) Med.-chemische Untersuchungen. Tübingen 1866. S. 133.

***) In seinem Arch. f. Physiol. X. 251.

†) „Hämatologische Studien“. S. 21.

††) „Ueber die katalytische Wirksamkeit organischer Materien und deren Verbreitung in der Pflanzen- und Thierwelt“. Ferner in Zeitschr. f. Biol. I. 273, II. 1 und IV. 367.

aufmerksam, dass alle organischen Materien, welche Gährungen zu bewirken vermögen, auch die Fähigkeit besitzen (nach Art des Platins) das Wasserstoffsuperoxyd (H_2O_2) in Wasser und gewöhnlichen Sauerstoff umzusetzen; gleichzeitig zeigte er, dass durch das ganze Pflanzen- und Thierreich Substanzen „albuminoser Art“ verbreitet seien, welche ähnlich den Fermenten das genannte Superoxyd zu zersetzen vermögen. Auch hat er die Thatsache als eine allgemeine festgestellt, dass mit dem gährungserregenden Vermögen der Fermente gleichzeitig ihre „katalytische“ (zersetzende) Wirksamkeit verloren gehe, und er hat hieraus den Schluss gezogen, dass die Gährungsursache, worin sie auch liegen möge, die gleiche sei, durch welche die Zersetzung des Wasserstoffsuperoxydes bewerkstelligt werde. An dieses Verhalten der Fermente knüpfte Schönbein die Vermuthung, dass viele der gewöhnlichen und ungewöhnlichen Stoffwandelungen, welche im lebenden Organismus stattfinden, ihrer nächsten Ursache nach vergleichbar seien der Umsetzung des Traubenzuckers in Weingeist und Kohlensäure durch die gewöhnliche Hefe, oder der Zusammensetzung der gleichen Zuckerart aus Stärke und Wasser unter dem Einflusse der Diastase. Da schon so viele Fälle stofflicher Um-, Zusammen- und Zersetzungen organischer Materien bekannt seien, welche ausserhalb des Organismus durch Fermente verursacht werden, so sei aller Grund zu der Vermuthung vorhanden, dass auch innerhalb des lebenden Pflanzen- und Thierkörpers ähnliche Vorgänge gewöhnlicher und aussergewöhnlicher Art stattfinden. Schönbein war es auch, der zuerst nachgewiesen hat, dass die Blutkörperchen das Wasserstoffsuperoxyd zu zersetzen vermögen, dessen befreites Sauerstoffatom alsdann zu kräftiger Oxydation befähigt werde. Schönbein versichert, dass er bisher noch kein Thier irgend einer Klasse untersucht habe, dem Substanzen gefehlt hätten, welche zersetzend auf Wasserstoffsuperoxyd einwirken. Was die chemische Natur der fermentartigen Substanzen betrifft, so bezeichnet Schönbein sie als „albuminos“, und zwar, weil deren wässerige Lösungen in der Siedhitze sich trüben und das dabei entstehende Gerinnsel in Essigsäure sich löst und durch Salpetersäure gelb gefärbt wird.

Bei der durch Fermente bewirkten Gährung, in Gegenwart von Sauerstoff und Wasser, treten nach Hoppe-Seyler*) aus

*) Physiol. Chemie I. 127.

dem gährungsfähigen Körper und dem Wasser je ein Atom Wasserstoff aus; die beiden Atome Wasserstoff verbinden sich, indem sie den atmosphärischen Sauerstoff (O_2) spalten, mit einem Atom desselben zu Wasser; das befreite Atom des atmosphärischen Sauerstoffes tritt dann (im Entstehungszustande) in Verbindung mit den Elementen des gährungsfähigen Körpers.

In gleicher Weise geschieht die Spaltung der Eiweisskörper im thierischen Organismus.

Das in den Gewebesäften, beziehungsweise im Zellenprotoplasma anwesende Ferment bewirkt zuerst eine Wasserzersetzung, und der befreite Wasserstoff spaltet das Doppelatom des in die Geweberäume diffundirten atmosphärischen Sauerstoffes, dessen befreites Atom alsdann der kräftigsten Oxydationen fähig ist. Vielleicht verbindet sich dasselbe auch mit dem Doppelatome des stets vorhandenen atmosphärischen Sauerstoffes zu Ozon (O_3), der aber sogleich wieder in Verbindung tritt mit einem oder mit mehreren Elementen der Eiweisskörper, deren chemischer Bestand nach dem Austritte von Wasserstoff (in Folge fermentativer Zersetzung) gelockert erscheint. In dieser Weise wäre eine vorübergehende Ozonbildung in den Geweben denkbar. Aber auch ohne diesen hypothetischen Vorgang können wir die Oxydation der Elemente der Eiweisskörper durch Sauerstoff im Entstehungszustande begreifen.

Was nun die Fermente betrifft, so sind sie im Thierkörper überall verbreitet und sie sind sämmtlich leicht diffundirbar, was ihre Verbreitung wesentlich begünstigt. Wir haben bereits in sämmtlichen Drüsen des Verdauungskanales je ein oder mehrere Fermente kennen gelernt: so in den Speicheldrüsen ein zuckerbildendes Ferment (Ptyalin), im Magen ein eiweissspaltendes (Pepsin), in der Bauchspeicheldrüse: ein eiweissspaltendes (Trypsin), ein fettspaltendes und ein zuckerbildendes Ferment, in der Leber ebenfalls ein zuckerbildendes Ferment, welches auch im Blute enthalten sein soll; endlich im Dünndarmsafte ein eiweissspaltendes (fibrinlösendes) und wahrscheinlich auch ein fettspaltendes und ein zuckerbildendes Ferment.

Im nächsten Kapitel werden wir in der Milch noch ein von Alex. Schmidt gefundenes Ferment kennen lernen, welches Milchzucker in Milchsäure spaltet.

Von den erwähnten Fermenten hat Hüfner für das eiweissspaltende Ferment der Bauchspeicheldrüse eine allgemeine Ver-

breitung im Organismus festgestellt. Pepsin wurde von Brücke in Muskel und Harn, von Munk im Speichel nachgewiesen. Wir dürfen daher wohl annehmen, dass es kein Gewebe gibt, in welchem nicht das eine oder andere Ferment gegenwärtig ist. In allen Drüsen wird nach P. Grützner*) durch den Reiz der eingeführten Nahrung der Fermentreichthum gesteigert, durch eine normale Sekretion aber nie vollständig erschöpft.

Otto Nasse**) stützt auf die Thatsache: dass schon durch ganz kleine Stückchen der thierischen Organe das Wasserstoffsuperoxyd gasförmig zersetzt werde, die Annahme: dass das Wesen des Lebensprozesses in allen Organen und deren Elementen, den Zellen, ein Fermentationsprozess sei.

Hoppe-Seyler macht darauf aufmerksam, dass schon seit längerer Zeit die Ansicht bei den Physiologen herrschend gewesen sei, dass neben den Oxydationen, im Thierkörper auch fermentative Prozesse allgemein verbreitet und den Lebensvorgängen nothwendig zugehörig seien. Derselbe hebt diesbezüglich folgende Thatsachen hervor:***) 1. im thierischen Organismus entstehen reduzirte Stoffe, wie Urobilin, Bernsteinsäure, Hippursäure bei Einnahme von Chinasäure u. s. w. und verlassen im Harne den Körper, neben unzweifelhaften Oxydationsprodukten; 2. viele für die Oxydation sehr geneigte Stoffe können durch den Organismus unoxydirt hindurchgehen; 3. auch zwischen Kohlensäureausscheidung und Sauerstoffaufnahme im lebenden Organismus zeigt sich nicht stets ein konstantes Verhältniss; 4. obwohl sich im lebenden Körper Ozon nicht findet und nicht wohl finden kann, findet doch eine vollständige Auflösung komplizirter organischer Verbindungen zu Kohlensäure und Wasser statt, während wir durch die kräftigsten Oxydationsmittel, wie unterchlorigsaures Natron, oder übermangansaures Kali, oft nur langsam und unvollkommen solche Oxydationen künstlich auszuführen im Stande sind.

Wenn nun auch Hoppe-Seyler hier die Fäulnissprozesse mit den Lebensvorgängen in durchgehende Parallele stellt, so will er doch damit nicht aussprechen, dass beide identisch seien; aber ein Unterschied sei bis jetzt nicht bekannt.

Der Ort jener Spaltungs- und Verbrennungsvorgänge im Thierkörper, welche das Leben desselben bedingen, ist haupt-

---

*) Arch. f. Physiol. XVI. 121. **) Ebendaselbst XI. 163.
***) Physiol. Chemie I. 128.

sächlich in den Geweben zu suchen; ein kleiner Theil jener Vorgänge aber findet auch im Blute statt.

Durch Filtrationsdruck tritt aus der Blutbahn, und zwar vorwiegend im Bereiche des Haargefässsystemes, ein Theil der Ernährungsflüssigkeit — das von C. Voit sogenannte zirkulirende Eiweiss — in die Gewebe, wo er, wahrscheinlich durch Einwirkung der Fermente, jenen Spaltungen und Verbrennungen unterliegt, die den „Stoffwechsel" kennzeichnen. Die Konstitution der hiebei betheiligten Fermente ist uns nahezu unbekannt. Nach Hüfner*) sind alle bisher nach besseren Methoden isolirten analysirbaren Fermente von den Eiweisskörpern wesentlich verschiedene Substanzen, und es wird sogar bei ihrem höheren Gehalte an Sauerstoff wahrscheinlich, dass sie hauptsächlich durch Oxydation des Eiweisses entstanden sind. Ob die in den thierischen Geweben wirksamen Fermente nur im Protoplasma der Zelle, oder auch in der Zwischenzellensubstanz vorkommen, ist eine Frage, die noch der Entscheidung harrt. Mit einiger Wahrscheinlichkeit und auf Grund unserer Erfahrungen von der Fermentwirkung einzelliger Organismen im Thier- und Pflanzenreiche, dürfen wir den Sitz der Fermente auch in den höheren thierischen Organismen hauptsächlich im Protoplasma, und vielleicht auch in der Wandung der Zelle zu suchen haben.

Unter normalen Verhältnissen der Ernährung bildet allein die Ernährungsflüssigkeit, beziehungsweise das zirkulirende Eiweiss, das Material für die Spaltungs- und Verbrennungsvorgänge, in deren Folge die grosse Reihe der stickstoffhaltigen Zersetzungsprodukte, und endlich Harnstoff, schwefelsaure Salze, Kohlensäure und Wasser auftreten, welche durch die uns bekannten Absonderungsorgane ausgeschieden werden.

Wenn das zirkulirende Eiweiss nicht in ausreichender Menge vorhanden ist (im sogenannten Hungerzustande), sowie unter gewissen Bedingungen der Ernährung, die wir in §. 232 und 233 kennen lernen werden, so wird auch die Gewebesubstanz selbst (das Organeiweiss Voit's) jenen Spaltungen und Verbrennungen unterzogen und der Gewebebestand des Körpers verringert.

Nach O. Schultzen und M. Nencki**) geht der Zerfall der Eiweisskörper im Organismus so von Statten, dass sich dieselben unter dem Einflusse der Fermente, zum Theile schon im Verdauungskanale, aber der Hauptsache

*) Journal für praktische Chemie. N. F. V. 394.

**) Zeitschr. f. Biol. VIII, 124.

nach im Kreislaufe der Säfte, unter Wasseraufnahme in Amidosäuren (Leucin, Tyrosin, Glykokoll) und stickstofffreie Körper spalten; die letzteren verbrennen, ohne Zweifel unter Mitwirkung des Hämoglobins als Sauerstoffträgers, vielleicht ohne Weiteres zu Kohlensäure und Wasser, während die Amidosäuren in Harnstoff übergehen. Da jedoch letztere zwei Atome Stickstoff im Moleküle, die Amidosäuren aber nur Eines enthalten, so müssen zwei Moleküle der Amidosäuren sich vereinigen, um unter weiterer Abspaltung von Kohlenstoff ein Molekül Harnstoff zu geben; die Bildung des Harnstoffes ist also nach Schultzen und Nencki in letzter Instanz theilweise ein synthetischer Vorgang.

Nach W. v. Knieriem*) wird auch Ammoniak (nach Salmiakaufnahme in der Nahrung) unter normalen Verhältnissen, in noch nicht bekannter Form, durch den Harn ausgeschieden. Der bei Weitem grösste Theil des Ammoniaks verlässt den Organismus als Harnstoff; es ist daher ebenso wie Leucin als Vorstufe des Harnstoffes zu betrachten. Nach Knieriem gehen auch Asparaginsäure und Asparagin im Thierkörper in Harnstoff über.

§. 228. *Der Umsatz der Gase.*

Den Umsatz der Gase in den Geweben haben wir schon früher als innere Athmung gekennzeichnet. Wir wissen bereits aus §. 213: dass der Sauerstoff aus der Oxyhämoglobinverbindung der Blutkörperchen austritt und in die Gewebe diffundirt, weil hier die Gasspannung für Sauerstoff geringer ist als im Blute, und dass umgekehrt die Kohlensäure aus den Geweben in die Blutbahn diffundirt, weil dort die Gasspannung für Kohlensäure grösser ist als im Blute.

Nach den Erörterungen über die Spaltungs- und Verbrennungsvorgänge in §. 227 wissen wir, dass das in Folge des fermentativen Spaltungsvorganges befreite Doppelatom Wasserstoff das Doppelatom des atmosphärischen Sauerstoffes spaltet, sich mit einem Atome Sauerstoff zu Wasser verbindet, während das andere Atom Sauerstoff im Entstehungszustande sich mit der durch Ferment zersetzten organischen Substanz vereinigt und unter anderen Oxydationsprodukten auch Kohlensäure bildet, die sofort in die Blutbahn diffundirt.

So lange die Gasspannung für Sauerstoff in der Blutbahn grösser ist als in den Geweben, empfängt das Gewebe Sauerstoff, der sich in denselben anhäufen kann, was namentlich geschieht, wenn die fermentativen Spaltungsvorgänge sich vermindern, wie z. B. in der Nachtzeit.

---

*) Zeitschr. f. Biol. X, 263.

Jede Ursache, welche die fermentativen Spaltungsvorgänge steigert, erhöht auch den Sauerstoffverbrauch in den Geweben und damit die Diffusion von Sauerstoff aus dem Blute und endlich, durch Verstärkung der Athmungsbewegungen, die Sauerstoffdiffusion aus der Luft der Lungenbläschen in das Blut. In Folge der in den Geweben gesteigerten Spaltungen erhöht sich selbstverständlich die Erzeugung von Kohlensäure in den Geweben und schliesslich die Menge der ausgeathmeten Kohlensäure.

Zu den Ursachen, welche den Umsatz der Gase in den Geweben beeinflussen, gehören die Arbeitsleistungen, die Nahrung, die Sinnesreize, die Temperatur und der Luftdruck. Neben diesen einfach wirkenden Ursachen gibt es einige zusammengesetzte Ursachen, wie: Alter, Geschlecht, Rasse, Individualität u. s. w.

Den Einfluss, welchen Ruhe und Arbeit, sowie Tag und Nacht, auf die Respiration ausübt, zeigt Tab. IX nach Versuchen von Pettenkofer u. Voit an Menschen (Zeitschr. f. Biol. II, 459).

Tabelle IX. Aufnahme von O und Ausscheidung von CO_2 und H_2O bei Ruhe und Arbeit.

Zeit der Ausscheidung	Bei Hunger				Bei mittlerer Kost							
	Ruhe		Arbeit		Ruhe		Arbeit		Ruhe		Arbeit	
	Grm.	Proz.	Grm.	Proz.	Grm.	Proz.	Grm.	Proz.	Grm.	Proz.	Grm.	Proz.
	Aufgenommener Sauerstoff											
Tag	420	57	922	86	235	33	295	31	418	48	795	79
Nacht	323	43	150	14	474	67	660	69	449	52	211	21
24 Stunden . .	743	—	1072	—	709	—	955	—	867	—	1006	—
	Ausgeschiedene Kohlensäure											
Tag	379	55	930	78	533	58	885	69	527	57	828	73
Nacht	316	45	257	22	379	42	400	31	403	43	306	27
24 Stunden . .	695	—	1187	—	912	—	1285	—	930	—	1134	—
	Ausgeschiedenes Wassergas											
Tag	463	57	1425	82	344	42	1095	54	446	47	1035	73
Nacht	351	43	352	18	484	58	947	46	511	53	377	27
24 Stunden . .	814	—	1777	—	828	—	2042	—	957	—	1412	—
	Auf 100 atmosphärischen O erscheint O in der Kohlensäure											
Tag	—	66	—	73	—	175	—	218	—	92	—	67
Nacht	—	71	—	124	—	58	—	44	—	65	—	106
24 Stunden . .	—	68	—	80	—	94	—	98	—	78	—	82

Daraus ersehen wir, dass in jedem Falle am Tage mehr Kohlensäure ausgeschieden wird, als in der Nacht; in der Nacht nach der Arbeit*) aber verhältnissmässig weniger als in der Nacht nach dem Ruhetage. Die Sauerstoffaufnahme ist in jedem Falle in den die Arbeit umfassenden 24 Stunden grösser, als in der den Ruhetag umfassenden Zeit. In keinem Falle aber geht die Sauerstoffaufnahme parallel mit der Kohlensäureausscheidung. Im Durchschnitte der drei Fälle wurden in 24 Stunden bei Ruhe 846 Grm., bei Arbeit 1202 Grm. Kohlensäure ausgeschieden, also bei Arbeit mehr: 356 Grm. oder 42 Prozent Kohlensäure; dagegen betrug die durchschnittliche Sauerstoffaufnahme in 24 Stunden: bei Ruhe 773 Grm., bei Arbeit 1011 Grm., bei Arbeit also mehr: 238 Grm. oder 31 Prozent Sauerstoff. In den die Ruhe umfassenden 24 Stunden erschienen von 100 aus der Luft aufgenommenen Sauerstoff durchschnittlich 80 in der ausgeschiedenen Kohlensäure wieder, bei Arbeit aber 87. In jedem Falle erscheint in den die Arbeit umfassenden 24 Stunden mehr Sauerstoff in der ausgeschiedenen Kohlensäure als bei Ruhe, und, entweder bei Tag oder bei Nacht, erscheint bei Arbeit mehr Sauerstoff in der ausgeschiedenen Kohlensäure, als in der entsprechenden Tages- oder Nachtzeit aus der Luft Sauerstoff aufgenommen war. Es muss demnach Sauerstoff im Organismus aufgespeichert werden, denn andernfalls wäre es nicht zu erklären, dass die Sauerstoffausscheidung in der Kohlensäure und die Sauerstoffaufnahme aus der Luft nicht parallel geht.

Die Ausscheidung von Wassergas durch Haut und Lungen betrug durchschnittlich in den die Ruhe umfassenden 24 Stunden: 866 Grm., in den die Arbeit umfassenden 24 Stunden: 1744 Grm.; es wurden also bei Arbeit 878 Grm. oder 101 Prozent Wassergas mehr ausgeschieden, als bei Ruhe. Der grössere Theil der Wasserausscheidung bei Arbeit fiel stets auf die Tageszeit.

Nach den Untersuchungen von Henneberg**) betrug die Kohlensäureausscheidung eines volljährigen Schafes bei Beharrungsfutter und bei Fütterung vorwiegend am Tage, im Durchschnitte von 4 Versuchen: 839·25 Grm. am Tage, 720·75 Grm. in der Nacht; bei Fütterung vorwiegend in der Nacht: 706 Grm. am Tage, 821 Grm. in der Nacht. Die Fütterung vorwiegend am Tage ergab demnach 118·5 Grm. oder 7·6 Prozent Kohlensäure mehr am Tage als in der Nacht; die Fütterung vorwiegend in der Nacht ergab 115 Grm. oder 7·5 Prozent Kohlensäure mehr in der Nacht als am Tage. In allen Fällen wurde also die Kohlensäureausscheidung vermehrt durch die Arbeit des Verdauungsapparates.

In 18 Versuchen von Henneberg***) mit Ochsen, verbrauchte ein Versuchsthier im Respirationskasten, während 12 Tagesstunden, durchschnittlich 1745 Grm. atmosphärischen Sauerstoff, während durchschnittlich 2995 Grm. Sauerstoff in der während 12 Tagesstunden ausgeathmeten Kohlensäure enthalten waren; auf 100 aus der Luft eingenommenen Sauerstoff kamen demnach 172 Sauerstoff in der Kohlensäure. Es musste also auch hier während der Nachtzeit Sauerstoff aufgespeichert sein.

---

*) Der zu den Versuchen benutzte Mann drehte während neun Stunden des Tages im Pettenkofer'schen Respirationskasten ein Rad mit einer Kurbel.

**) Journ. f. Landw. 1870. S. 51.

***) a. a. O. 1871. S. 243.

Ueber einige den Gaswechsel beeinflussende Verhältnisse sind in neuester Zeit von A. Sanson*) Untersuchungen angestellt worden, welche die Menge der ausgeathmeten Kohlensäure bei Pferden und Rindern (zusammen 100 Fälle) feststellen.

Die in 1 Stunde auf 100 Kilo Lebendgewicht ausgeathmete Kohlensäure betrug durchschnittlich:

bei Pferden (35 Fälle)	16·05 Grm.
bei Rindern (64 „)	15·66 „

Einfluss der **Rasse:**

bei Pferden:	
englisch Vollbut und Halbblut (18 F.)	16·49 Grm.
Percherons (13 F.)	15·93 „
bei Rindern:	
Schwyzer Rasse (7 F.)	13·89 „
Normänner „ (8 F.)	15·75 „
Vendeer „ (4 F.)	16·80 „
Flamländer „ (8 F.)	18·93 „
Shorthorn-Vollblut und Kreuzung (30 F.)	14·61 „

Einfluss des **Geschlechtes:**

bei Pferden:	
bei Wallachen (9 F.)	15·63 „
„ Stuten (26 F.)	15·93 „
bei Rindern:	
bei Stieren (2 F.)	37·26 „
„ Schnittochsen (4 F.)	17·36 „
„ Kühen und Färsen (58 F.)	15·42 „

Einfluss des **Alters:**

bei Pferden: **)	
bei 4-jährigen (3 F.)	15·00 „
„ 15- bis 18-jährigen (3 F.)	8·88 „
bei Rindern:	
bis zu 1 Jahr (6 F.)	21·21 „
von 1 bis 2 Jahr (8 F.)	12·57 „
„ 2 „ 3 „ (13 F.)	16·11 „
„ 3 „ 4 „ (5 F.)	17·52 „
„ 4 „ 5 „ (7 F.)	17·16 „
„ 5 „ 6 „ (7 F.)	13·56 „
„ 6 „ 7 „ (3 F.)	12·81 „
„ 7 „ 8 „ (2 F.)	12·42 „
„ 8 „ 9 „ (5 F.)	11·55 „

*) Journ. de l'anat. et physiol. Paris 1876, p. 166 et 225. Sanson hat die in 2 Minuten ausgeathmete Kohlensäure auf 100 Kilo Lebendgewicht von Pferden und Rindern berechnet. Um die gewonnenen Zahlen mit anderen Untersuchungen besser vergleichbar zu machen, habe ich aus den Sanson'schen Zahlen die auf 100 Kilo ausgeathmete Kohlensäure auf 1 Stunde berechnet.

**) Die Altersstufen von 5 bis 14 Jahren erklärt Sanson selbst nicht für ganz vergleichbar, weil Rasse und Geschlecht den Einfluss des Alters durchkreuzen.

Fassen wir das Ergebniss der Sanson'schen Untersuchungen zusammen, so zeigt sich, dass im Allgemeinen die Pferde etwas mehr Kohlensäure ausathmen als die Rinder, und unter jenen die englischen Vollblut- und Halbblutpferde mehr als die Percherons; die letzteren waren Arbeitspferde, die ersteren Reitpferde.

Bei den Rindern übt die Rasse-Eigenschaft einen bemerkbaren Einfluss aus auf die Grösse der ausgeathmeten Kohlensäure; die meiste Kohlensäure wurde von Flamländern, die wenigste von Schwyzern und Shorthorns (deren Kreuzungen von Vollblut-Shorthornstieren abstammten) ausgeathmet. Da die Schwyzer erwachsen und zum Theil alt waren, während die Shorthorns (mit einer Ausnahme) sehr jung waren, so stellt sich die Kohlensäureausathmung bei letzteren verhältnissmässig noch geringer, weil junge Thiere (auf die Lebendgewichteinheit berechnet) mehr Kohlensäure ausathmen als alte. Mit Berücksichtigung dieses Umstandes, können wir die Flamländer und Shorthorns als Extreme bezüglich der Kohlensäureausathmung hinstellen. Sanson begründet mit Recht die geringe Grösse der Kohlensäureausathmung bei den Shorthorns: durch deren Frühreife und geringe Entwicklung der Lunge; diese Verhältnisse sind durch die Untersuchungen von Baudement schon früher festgestellt und von Nathusius, Roloff und Kögel bestätigt worden. Die Flamländer Rinder gehören einer spätreifen Rasse an und sie besitzen im Allgemeinen grosse Lungen. Die Ausdehnung dieses Organes steht also im vollkommenen Einklange mit seiner Funktion.

Bezüglich des Geschlechts-Einflusses zeigt sich: dass die Stuten etwas mehr Kohlensäure ausathmen als die ihrer Geschlechtsdrüse beraubten Wallache. Dagegen athmen die Schnittochsen (als Arbeitsthiere!) mehr Kohlensäure aus als die Kühe, Stiere*) mehr als Schnittochsen und Kühe.

Der Einfluss des Alters zeigt sich sehr deutlich bei den Rindern: die Kohlensäureausathmung nimmt beständig ab mit zunehmendem Alter.

Sanson hat auch den Einfluss der Temperatur und des Luftdruckes untersucht und gefunden: dass in der Mehrzahl der Fälle die Grösse der ausgeathmeten Kohlensäure steigt mit der Zunahme der Temperatur und der Abnahme des Luftdruckes.

Nach den Versuchen (an Ochsen bei Erhaltungsfutter) von Henneberg und Stohmann**) steht dagegen die Menge der ausgeathmeten Kohlensäure im umgekehrten Verhältnisse zu der Höhe der Stalltemperatur; der Respirationsverbrauch stieg in ihren Versuchen, wenn eine Temperatur von 8° R. als Ausgangspunkt gewählt wurde, für jeden Temperaturgrad nach dem Gefrierpunkte zu um 5 bis 7 Prozent, und er sank für jeden Grad, mit dem sich die Stallwärme einer Temperatur von 13° R. näherte, um 2 bis 3 Prozent.

In Uebereinstimmung mit Henneberg und Stohmann, aber im Gegensatze zu Sanson, stehen die Ergebnisse der sehr sorgfältigen Versuche von Colasanti (siehe §. 245).

Ueber den Einfluss des Lichtes auf die Menge der ausgeathmeten Kohlensäure siehe §. 239.

---

*) Dieses Ergebniss ist wohl nicht massgebend, weil beide Versuche nur mit einem 4 bis 6 Monate alten Shorthorn-Stier „Pallanove" angestellt wurden. Seine grössere Kohlensäureausathmung dürfen wir wohl nur auf Rechnung seines jugendlichen Alters setzen.

**) „Beitr. z. Begründung einer rationellen Fütterung d. Wiederkäuer." I. 137.

§. 229. *Der Umsatz des Wassers.*

Der Umsatz des Wassers wird beeinflusst: 1. durch Spaltungsvorgänge in den Geweben, 2. durch Arbeitsleistung, namentlich der willkürlichen Muskeln, 3. durch Verdunstung in Folge von äusserer Wärme und Luftzug, 4. durch salzreiche Nahrung.

Dass bei den Spaltungsvorgängen im Organismus Wasser zersetzt wird, und zwar in grösserer Menge als gleichzeitig Wasser gebildet wird, wissen wir bereits aus §. 227.

Durch die Arbeitsleistung der willkürlichen Muskeln wird die Wasserausscheidung, namentlich durch Haut und Lungen, beträchtlich gesteigert. Die Verkürzung des Muskels beruht zum Theile auf Spaltungsvorgängen (siehe §. 240), wobei Wasser sich zersetzt, welches der Gewebeflüssigkeit des Muskels entnommen wird (arbeitende Muskeln werden wasserärmer); dann aber wird durch die Muskelarbeit Wärme erzeugt, welche eine Wasserverdunstung zur Folge hat. Indem der Wasserdampf, im Ausführungsgange der Schweissdrüse und an der Oberfläche der äusseren Haut, in Wasser (Schweiss) übergeht, wird Wärme gebunden und der Körper abgekühlt.

Die Erhöhung der äusseren Wärme bewirkt durch Lähmung der sympathischen Hautnerven, beziehungsweise durch Reizung der Hemmungsnerven (siehe §. 244), eine Erweiterung der Blutgefässe in der Haut und eine vermehrte Blutströmung zur selben. Je trockener dabei die Luft und je geringer der Luftdruck ist, desto mehr Wasser verdunstet aus der Blutbahn. Der grösste Theil des durch die Haut verdunstenden Wassers entstammt den Schweissdrüsen. Der Luftzug erhöht die Wasserverdunstung durch die Haut, weil er, namentlich bei trockener Witterung, immer frische, mit Wasserdunst nicht gesättigte Luftschichten mit der Haut in Berührung bringt, so dass in Folge der stärkeren Gasspannung für Wasserdampf in der Haut, die Diffusion aus der Haut in die wasserärmere Luft begünstigt wird.

Salzreiche Nahrung erhöht den Wasserumsatz im Organismus, weil das Salz aus den Geweben Wasser anzieht, dessen sich der Blutstrom in den Nieren und zum Theile im Darme entledigt. Wir kennen diesen exosmotischen Vorgang aus §. 25 und 40. Aehnlich wie die Salze, wirkt der Zucker in der Nahrung.

Der Mangel an Wasser in den Geweben kommt den Thieren zum Bewusstsein durch das Gefühl von Durst. Der Durst macht sich geltend durch Erregung der sensibelen Nerven in der Schleimhaut der Maul- und Rachenhöhle. Vorübergehend kann der Durst gelöscht werden durch Befeuchtung dieser Theile; dauernd aber nur durch Einnahme von Wasser in solcher Menge, dass dadurch der normale Wasserbestand im Körper wieder hergestellt wird.

Ueber den Einfluss der Muskelarbeit auf den Wasserumsatz im Organismus, beziehungsweise auf die Wasserausscheidung, belehren uns Versuche von C. Voit.*) Ein Hund im Hungerzustande verausgabte vom 23. bis 26. Januar bei Ruhe: im Harne 395·10 Grm., durch Haut und Lungen 1399·57 Grm., zusammen 1794·67 Grm. Wasser; vom 26. bis 29. Januar bei Arbeit (Laufen im Tretrade): im Harne 515·32 Grm., durch Haut und Lungen 1904·70 Grm., zusammen 2420·02 Grm. Wasser, also mehr 625·35 Grm. Wasser oder etwa 35 Prozent; vom 29. Januar bis 1. Februar bei Ruhe: im Harne 390·30 Grm., durch Haut und Lungen 897·73 Grm., zusammen 1288·03 Grm. Wasser, also weniger 1131·99 Grm. Wasser oder etwa 53 Prozent.

Der Wasserumsatz bei Ruhe und Arbeit in dem von Pettenkofer und Voit an einem Manne angestellten Versuchen ergibt sich aus folgender Tabelle, welche zugleich die Vertheilung des Wassers in den Ausgaben erkennen lässt.

Tabelle X. Wassereinnahme und Wasserausgabe bei Ruhe und Arbeit.

Nummer des Versuches	Zustand des Mannes	Wassereinnahme in der Gesammtnahrung in Grm.	Wasserausgabe in Grm.			
			im Harn	im Koth	durch Haut u. Lungen	Gesammtausgabe
V	bei mittlerer Kost u. Ruhe	2016·3	1278·6	82·9	828·0	2189·5
VIII	„ „ „ „ Arbeit	2691·5	1116·0	61·4	2042·5	3219·9
VII	„ „ „ „ Ruhe	1852·0	1303·2	126·9	957·4	2387·5
IX	„ „ „ „ Arbeit	2266·5	1194·2	94·1	1411·8	2700·1

Der Durchschnitt der Wassereinnahme in den Versuchen V und VII (bei Ruhe) betrug 1934 Grm., der Wasserausgabe: 2288·5 Grm.; der Durchschnitt der Wassereinnahme in den Versuchen VIII und IX (bei Arbeit) betrug 2479 Grm., der Wasserausgabe: 2960 Grm. Demnach Mehreinnahme bei Arbeit: 545 Grm. oder etwa 28 Prozent; Mehrausgabe bei Arbeit: 671·5 Grm. oder etwa 29 Prozent. Von der Wasserausgabe entfielen bei Ruhe: 56·4 Prozent auf Harn, 4·6 Prozent auf Koth, 39·0 Prozent auf Haut und Lungen; bei Arbeit:

*) „Untersuchungen über den Einfluss des Kochsalzes, des Kaffee's und der Muskelbewegungen auf den Stoffwechsel". München 1860.

39·0 Prozent auf Harn, 2·6 Prozent auf Koth, 58·4 Prozent auf Haut und Lungen. Die Wasserausgabe im Harn und in der Athmung steht also bei Ruhe und Arbeit fast im gleichen, aber umgekehrten Verhältniss.

Ueber die Wasserverdunstung von der Haut liegen Versuche vor von Friedr. Erismann,*) betreffend die Wasserabgabe von seinem nackten Arme im Respirationskasten, bei verschiedenen Verhältnissen der Temperatur, der relativen Feuchtigkeit der Zimmerluft und der Ventilationsgrösse. Das Ergebniss der 22 Versuche zeigt folgende Tabelle:

Tabelle XI. Wasserabgabe bei verschiedener Temperatur und Feuchtigkeit der Luft und verschiedener Ventilation.

Nummer des Versuches	Wasserabgabe vom Arme in Grm.	Temperatur Grad C.	Relative Feuchtigkeit der Zimmerluft	Ventilationsgrösse in Litern
1	2·7256	18·2	77	5988·0
2	3·5087	16·5	55	1355·3
3	4·2563	18·7	56	1418·3
4	8·5750	9·5	36	4127·3
5	11·4444	19·9	62	3689·0
6	13·6830	17·2	50	6304·7
7	14·9943	18·0	36	4157·7
8	17·6220	18·9	35	3379·0
9	17·8194	16·6	33	8704·7
10	18·1780	17·7	49	9852·6
11	18·2334	17·5	43	5967·4
12	19·5514	20·1	48	3195·4
13	21·2288	18·9	48	10172·4
14	24·1787	14·1	42	8341·8
15	27·5230	18·0	43	9077·5
16	29·8089	17·7	41	8932·6
17	34·2453	20·3	47	6360·8
18	34·4870	22·8	33	6084·7
19	38·1823	15·0	18	5069·3
20	44·8095	19·0	26	7341·0
21	47·7380	16·8	15	5113·7
22	58·0854	17·4	15	6048·0

Die Tabelle zeigt, dass die Wasserabgabe vom Arme am grössten ist: bei der höchsten relativen Feuchtigkeit der Zimmerluft, am kleinsten: bei der geringsten relativen Feuchtigkeit. Die Zunahme der Wasserabgabezahlen stimmt nahezu überein mit der Abnahme der Feuchtigkeitszahlen, während die Zahlen für die Temperatur und die Ventilationsgrösse kein bestimmtes Verhältniss zu den Wasser-

*) Zeitschr. f. Biol. XI, 1.

abgabezahlen erkennen lassen. Es ist demnach die relative Feuchtigkeit der umgebenden Luft die wichtigste äussere Bedingung für die Wasserverdunstung von der Oberfläche des Thierkörpers. Uebrigens nimmt die Wasserverdunstung nicht zu im Verhältnisse zur Abnahme der relativen Feuchtigkeit, sondern in einem gewissen Fortschreiten: je trockener die Luft an und für sich ist, desto mehr Wasser verdunstet auf jedes Prozent Abnahme in der relativen Feuchtigkeit derselben. Die Art des Fortschreitens der Wasserverdunstung scheint hierbei von der absoluten Temperaturhöhe und von der Ventilationsgrösse ziemlich unabhängig zu sein.

In einigen Fällen des Versuches von Erismann stieg die Wasserabgabe vom Arme bei erhöhter Temperatur und nahezu gleichbleibendem relativen Feuchtigkeitsgehalte der Luft. Erismann meint daher: dass die Temperatur als solche, Veränderungen in der Haut bewirkt, welche die Lieferung von Wasser an die verdunstende Oberfläche begünstigen.

Die Wasserverdunstung bei ungleicher Ventilation zeigt folgende Tabelle:

Tabelle XII. Wasserverdunstung bei ungleicher Ventilation.

Nummer des Versuches	Wasserabgabe vom Arme in Grm.	Temperatur Grad C.	Relative Feuchtigkeit der Luft	Ventilationsgrösse in Litern	Luftgeschwindigkeit in 1 Sekunde in Zm.	Plus der Wasserabgabe auf je 1000 Liter Zunahme in der Ventilation
1	3·5087	16·5	50	1355·3	0·075	2·056 Grm.
2	13·6830	17·2	50	6304·7	0·347	
3	18·1780	17·7	49	9852·6	0·534	1·267 „
4	18·2334	17·5	43	5967·4	0·329	3·904 „
5	29·8089	17·7	41	8932·6	0·492	
6	19·5514	20·1	48	3195·4	0·176	4·639 „
7	34·2453	20·3	47	6360·8	0·351	

Diese Tabelle zeigt, dass bei Verstärkung der Ventilation — unter übrigens gleichen Verhältnissen — eine Vermehrung der Wasserverdunstung von der Haut stattfindet. Erismann macht darauf aufmerksam, dass ein grosser Unterschied stattfinde, je nachdem die Luft mit einer Geschwindigkeit von 0·34 oder von 0·54 Zm. in einer Sekunde über unsern nackten Körper hinstreicht. Wir fühlen von einer solchen Differenz in der Luftbewegung absolut nichts, und doch wird die Wasserverdunstung in hohem Maasse davon beeinflusst.

Da die Wasserverdunstung durch die Haut vorwiegend eine Funktion der Schweissdrüsen ist, so erklärt sich jener Vorgang aus den mechanischen Verhältnissen der Schweissabsonderung (siehe §. 219).

Die Erhöhung des Wasserumsatzes im Organismus durch Zusatz von Kochsalz zum Futter ergibt sich aus dem berühmten Versuche von Boussingault, den wir in §. 222 kennen gelernt haben. Die beiden Abtheilungen von je

3 Ochsen, von welchen die erste Abtheilung auf Tag und Stück 34 Grm. Salz erhielt, bei übrigens gleichem Futter wie die zweite Abtheilung, die des Salzes entbehrte, nahm die erste Abtheilung, weil in ihrem Organismus mehr Wasser umgesetzt wurde, in 24 Stunden durchschnittlich um 8·4 Liter mehr Tränkwasser auf, als die zweite Abtheilung. In der ersten Abtheilung (mit Salz) soff nämlich jeder Ochse durchschnittlich 13·7 Liter, in der zweiten Abtheilung (ohne Salz) jeder Ochse 10·9 Liter Tränkwasser.

C. Voit bestimmte die Wassermenge im Harne bei einem Hunde, welcher kein Tränkwasser erhalten hatte, und verglich jene Menge mit dem Harnwasser, welches nach Aufnahme von Tränkwasser entleert wurde. Er fand:

Menge der Kochsalzzufuhr in Grm.	Menge des Wassers im Harn bei Wasserzufuhr	ohne Wasserzufuhr	Mittel
0	935	828	881
5	948	898	923
10	1042	987	1014
20	1284	1124	1204

Es steigt also auch bei fehlender Wasserzufuhr die Wassermenge im Harne mit Erhöhung der Salzzufuhr. Da der Hund in beiden Fällen 1500 Grm. Fleisch bekommen hatte, welches 1138·5 Grm. Wasser enthielt, so wurden bei Zufuhr von 20 Grm. Salz ohne Tränkwasser, schon fast alles im Fleische eingeführte Wasser im Harne ausgeführt, und es musste das in der Athmung (durch Haut und Lungen) verausgabte Wasser vom Körper entnommen werden.

Das Mittel der bei gleicher Kochsalzzufuhr aus Voit's Versuchen gewonnenen Zahlen, zeigt die folgende Tabelle:

Tabelle XIII. Vermehrte Wasserausgabe in Folge von Kochsalzzufuhr.

Reihe der Versuche	Menge der Kochsalzzufuhr in Grm.	Gesammtmenge des eingeführten Wassers in Grm.	Wasser im Harn in Grm.	Ausgeathmetes Wasser vom Wasser der Nahrung und des Körpers in Grm.	Gesammtmenge des ausgeführten Wassers in Grm.	Veränderung des Wassers im Körper
I	0	1318	898	364	1282	+ 36
II	10	1474	1046	377	1439	+ 28
III	5	1454	928	590	1538	— 84
IV	20	1803	1284	515	1810	— 15
V	10	1506	1039	444	1500	+ 6
VI	5	1287	968	331	1315	— 28
VII	0	1173	972	251	1237	— 64
VIII	5	1138	898	217	1129	+ 9
IX	10	1138	987	166	1165	— 27
X	20	1138	1124	161	1303	— 165
XI	0	1138	828	167	1015	+ 123

In den Versuchsreihen I bis VII erhielt der Hund Wasser zu saufen, in den Reihen VIII bis XI blieb er ohne Wasser. Die vereinnahmte Wassermenge ist in 1500 Grm. Fleisch enthalten, das in Reihe I bis VII (neben Tränkwasser) seine Nahrung bildete. In allen Fällen ist ersichtlich, dass die Wassermenge im Harne im geraden Verhältnisse steht zur Menge des eingeführten Kochsalzes, während der Wasserbestand im Körper in Reihe I bis VII hin- und herschwankt. In Versuchsreihe IX (ohne Tränkwasser) musste der Hund bei 10 Grm. Kochsalzzufuhr schon 27 Grm. Wasser von seinem Körper hergeben und bei 20 Grm. Kochsalzzufuhr sogar 165 Grm.; in Reihe XI erfolgt bei 0 Kochsalz sogleich wieder 123 Grm. Wasseransatz im Körper.

Voit macht darauf aufmerksam: dass die vermehrte Wasseraufnahme nicht, wie man gewöhnlich meint, die Ursache der grösseren Harnentleerung sei; die Sache verhalte sich vielmehr gerade umgekehrt: weil das Kochsalz Wasser bei seiner Exosmose aus dem Körper ausführe, bekommt man Durst und muss trinken, um dies Wasser wieder zu ersetzen.

Den Kreislauf des Wassers in den Weender Versuchen (unter Henneberg's*) Leitung) mit volljährigen Schafen bei Beharrungsfutter, zeigt folgende Tabelle:

Tabelle XIV. Einnahme und Ausgabe von Wasser bei Schafen.

	Auf 1 Tag und 1 Stück in Grm.	Auf 1 Tag und 1 Kilo Körpergewicht in Grm.	Prozent des Gesammtwassers	
Einnahme				
Wasser im Futter	207·57	4·56	9·4	87·7
„ in der Tränke	1737·62	38·19	78·3	
„ aus organischer Substanz im Organismus gebildet	272·70	5·99	12·3	
	2217·89	48·74	100·0	
Ausgabe				
Wasser im Koth	806·97	17·73	36·4	58·0
„ im Harn	479·12	10·53	21·6	
„ in der Wolle	2·10	0·05	0·1	
„ im Körper angesetzt	48·00	1·05	2·2	
„ in Dampfform durch Lunge und Haut ausgeschieden	881·70	19·38	39·7	
	2217·89	48·74	100·0	

*) Journ. f. Landw. 1870. 256.

§. 230. *Der Umsatz der Mineralstoffe.*

Nach J. Forster*) befindet sich weitaus der grösste Theil der Körpersalze mit den verbrennlichen Stoffen des Organismus, vorzüglich mit den Eiweisskörpern, in festen oder gelösten Verbindungen, welche die Körpersubstanz bilden. Ein kleiner Bruchtheil, welcher zuvor mit verbrennlichen Stoffen verbunden war, bei deren Zerfall und Oxydation aber frei wurde, ist mit den Zersetzungsprodukten derselben in den Säften und im Blute vorhanden. Diese letzteren nun werden bei dem Durchgange des Blutes durch die Nieren in die Harnkanälchen gepresst, während der Durchtritt der an die gelösten Eiweisskörper gebundenen Salze, durch die in der Niere vorhandenen Bedingungen, verhindert ist. Dem entsprechend steht für gewöhnlich (wenn mit der Nahrung nicht überschüssige und unverwerthbare Mineralstoffe eingenommen werden) die Menge der Salze im Harne (und beim Pflanzenfresser auch im Kothe) im bestimmten Verhältnisse zu dessen Stickstoffgehalte, d. h. zu dem Eiweissumsatz.

In das Blut tritt die Nahrung mit einer genügenden Menge von Mineralstoffen ein. Während nun Zerfall und Oxydation an jedem Orte im Körper, je nach der Blutvertheilung, beziehungsweise nach der Grösse des Säftestromes in den Organen, in verschiedenem Maasse stattfindet, geschieht auch von da aus fortwährend der Durchtritt der diffusionsfähig gewordenen Salze und Zersetzungsprodukte.

Gelangen aber salzfreie, oder salzarme Nahrungsmittel aus dem Verdauungskanale in das Blut, so verbinden sich diese mit den im Blute vorhandenen freien Salzen, welche von der zersetzten Körpersubstanz stammen. Diese werden in solcher Weise im Körper zurückgehalten und gelangen hiernach zu wiederholter Verwendung.**) Wir haben also hier einen Salzkreislauf, den Forster dem Laufe einer endlosen Schlinge vergleicht.

*) Zeitschr. f. Biol. IX. 356.

**) Die Zurückhaltung von Kochsalz im Organismus ergibt sich aus den älteren Versuchen von C. Voit (Einfluss des Kochsalzes u. s. w. München 1860), sowie aus den in §. 222 erwähnten Versuchen von E. Kemmerich: „wonach bis jetzt unbekannte Bedingungen existiren, die mit der grössten Hartnäckigkeit den Austritt des Natrons aus dem Blutserum verhindern, auch wenn bei gleichzeitiger Entziehung des Kochsalzes der Nahrung eine stärkere Salzbasis als Ersatz geboten wird“ (a. a. O. Seite 85).

Forster macht aber darauf aufmerksam, dass, weil das Zustandekommen einer chemischen Verbindung stets einer gewissen Zeit bedarf, innerhalb welcher Eiweiss und Salze noch frei sich neben einander befinden, Zersetzung und Ausscheidung aber in jeder Zeiteinheit vor sich gehen, — immer geringe Mengen der Salze, bevor sie sich mit den salzfreien verbrennlichen Stoffen verbinden, durch die Nieren aus dem Blute entfernt werden.

Da nun, trotz der Zurückhaltung und Wiederverwendung der bereits gebrauchten Salze, beim Salzhunger eine fortdauernde Abgabe der konstituirenden Salze unter der Bedingung des Zerfalles der Eiweissverbindungen im Organismus stattfindet, während das Eiweiss durch die fortdauernde Zufuhr immer wieder ersetzt wird, so folgert Forster:

1. dass der Gesammtkörper und insbesondere die Theile, in welchen der Zerfall ein lebhafter ist (wie im Blute, in den Muskeln u. s. w.) an Salzen allmälig ärmer, an Eiweiss verhältnissmässig reicher wird, und

2. dass die Salzmischung in den organisirten Gebilden, wie im Säftestrome, hierbei unbeeinträchtigt bleiben muss.

Dadurch wird es verständlich, dass beim Salzhunger die Zersetzungsvorgänge im Organismus in völlig normaler Weise stattfinden. So ist auch der Koth in seinem Salzgehalte kaum verschieden von dem Kothe bei gleicher Nahrung mit Salzen, da er nebst den nicht aufsaugungsfähigen Theilen der Nahrung die Reste der ohne merkliche Beeinträchtigung abgesonderten Darmsäfte enthält. Nur der Harn, in welchem die leicht diffundirenden Körper sich finden, erleidet eine erhebliche Veränderung seines Salzgehaltes.

Da jedoch der Organismus allmälig von seinen Mineralstoffen verliert, so muss schliesslich die Zeit eintreten, in welcher sich der Verlust über den ganzen Körper fühlbar macht. Zuerst und vor Allem erfährt das Blut eine Verarmung an Salzen, und, auf Grund der andauernden Zufuhr von Albuminaten, eine relative Bereicherung an letzteren. Bei seinem Durchgange durch die Muskeln und die anderen Organe nimmt es, nach der Grösse der Zersetzungen in denselben, wieder Salze auf und gibt verbrennliche Stoffe ab, wodurch auch jene, doch in geringerem Maasse, an der Verarmung theilnehmen.

Hierin liegt nach Forster die Erklärung für die allmälig auftretenden Funktionsstörungen. Der Salzverlust bedingt den

allgemeinen Ermüdungszustand im Muskelsysteme, sowie die Erhöhung der Erregbarkeit und schliesslich die Lähmung der Nervenzentralorgane, welche Erscheinungen an Intensität wachsen mit der Grösse des Salzverlustes.

Dass aber nicht das Blut allein, sondern in der That alle Organe — nach der Grösse ihrer Theilnahme am Stoffumsatze und nach ihrer eigenen Masse — an Mineralstoffen verlieren, geht schon aus der Grösse der Phosphorsäureabgabe hervor, die etwa das Zehnfache der Menge beträgt, welche das Blut enthält.

Die folgenden Tabellen (nach Forster) zeigen den Unterschied des Gehaltes an Stickstoff und Mineralstoffen in einigen Organen eines Hundes nach 26-tägigem Salzhunger, und eines anderen Hundes nach vollständiger Nahrung.

Tabelle XV. Hund, nach 26-tägigem Salzhunger.

100 Grm. trocken	Stickstoff	Asche	Phosphorsäure	Eisen	Chlor	Kalium	Natrium
Gehirn	6·93	6·35	3·54	0·028	—	—	—
Muskel	12·79	4·08	1·71	0·042	—	—	—
Blut	15·30	3·83	0·50	0·210	0·87	0·133	1·150
Hund, nach vollständiger Nahrung.							
Gehirn	8·09	6·61	3·49	0·031	—	—	—
Muskel	13·15	4·33	1·84	0·066	—	—	—
Blut	14·53	5·70	0·60	0·202	1·26	0·128	1·252

Tabelle XVI. Mineralstoffe in 100 Asche

Mineralstoffe	vom Hund, nach 26-tägigem Salzhunger			vom Hund, nach vollständiger Nahrung		
	Muskel	Blut	Gehirn	Muskel	Blut	Gehirn
Phosphorsäure . .	41·91	13·05	55·75	42·50	12·36	52·80
Eisen	1·03	5·48	0·44	1·52	7·47	0·48
Chlor	—	23·15	—	—	31·43	—
Kalium	—	3·47	—	—	3·18	—
Natrium	—	30·02	—	—	31·17	—

Tabelle XVII. Gewichtsunterschied der Organe, und Aschenbestandtheile von Hunden nach 26-tägigem Salzhunger und nach vollständiger Nahrung.

Organe		fr. Organgewicht in Kilo	feste Bestandtheile in Grm.	Asche in Grm.	Phosphorsäure in Grm.	Chlor in Grm.
Blut	nach Salzhunger . .	2·077	515·1	19·7	2·5	4·48
	nach vollst. Nahrung	2·32	515·1	28·1	3·0	6·49
	Unterschied . .	— 0·24		— 8·4	— 0·5	— 2·01
Muskel	nach Salzhunger . .	12·15	34·99	142·1	59·5	—
	nach vollst. Nahrung	13·41	34·99	151·5	64·3	—
	Unterschied . .	— 1·26		— 9·4	— 4·8	
Gehirn	nach Salzhunger . .	0·108	28·86	1·82	1·02	—
	nach vollst. Nahrung	0·121	28·86	1·91	1·01	—
	Unterschied . .	— 0·013		— 0·09	+ 0·01	

	Verlust in Prozenten des Organgewichtes	Verlust in Prozenten der Salze		
	Wasser	Asche	Phosphorsäure	Chlor
Blut	10·3	29·9	16·6	31·1
Muskel	9·4	6·2	7·5	—
Gehirn	10·7	4·7	—	—

Den Kreislauf der Mineralstoffe im volljährigen Schafe bei Beharrungsfutter in den Weender Versuchen (unter Henneberg's *) Leitung) zeigt nebenstehende Tabelle XVIII.

Daraus ergibt sich unter Anderem: dass die Vertheilung der einzelnen Mineralstoffe auf Koth und Harn im Allgemeinen mit deren Löslichkeitsverhältnissen übereinstimmt und der Hauptsache nach durch Auslaugung des Futters im Darmkanale ihre Erklärung findet; die schwer löslichen Erden bleiben vorwiegend im Kothe zurück, die leicht löslichen Alkalien gehen vorwiegend in den Harn über. Die Phosphorsäure findet sich (wie bei allen normal ernährten Pflanzenfressern) fast vollständig im Kothe wieder und nur spurweise im Harn. Dies entspricht dem Satze Liebig's: dass bei den Pflanzenfressern ein Theil des Darmkanales die Funktion der Niere als Organ der Absonderung übernimmt.

*) Journ. f. Landw. 1870. 258.

Tabelle XVIII. Einnahme und Ausgabe von Mineralstoffen bei Schafen.

	Einnahme im Futter in Grm.				Ausgabe							
					in Grammen				in Prozenten der Futterbestandtheile			
	Heu	Kochsalz	Tränkwasser	im Ganzen	Koth	Harn	Wolle	im Ganzen	Koth	Harn	Wolle	im Ganzen
Kali	21·27	—	—	21·27	1·14	18·01	0·76	19·91	5·3	84·7	3·6	93·6
Natron	2·48	2·98	0·22	5·68	1·43	3·09	—	4·52	25·2	54·4	—	79·6
Kalk	7·94	—	0·50	8·44	9·35	0·40	0·03	9·78	110·8	4·7	0·4	115·9
Magnesia	4·47	—	—	4·47	3·67	1·14	0·01	4·82	82·1	25·5	0·2	107·8
Phosphorsäure	4·08	—	—	4·08	4·03	0·07	0·01	4·11	98·8	1·7	0·2	100·7
Schwefelsäure	2·24	—	0·22	2·46	0·86	1·31	0·04	2·21	35·0	53·2	1·6	89·8
Chlor	6·07	3·41	0·26	9·74	—	8·41	0·05	8·46	—	86·4	0·5	86·9
Kieselerde, Sand, Eisen und nicht bestimmte Stoffe	18·95	0·07	0·45	19·47	22.32	0·43	0·01	22·76	114·6	2·2	0·1	116·9
Summa	67·50	6·46	1·65	75·61	42·80	32·86	0·91	76·57	—	—	—	—
Sauerstoff ab für Chlor	1·37	0·76	0·05	2·18	—	1·89	0·01	1·90	—	—	—	—
Mineralstoffe im Ganzen	66·13	5·70	1·60	73·43	42·80	30·97	0·90	74·67	58·3	42·2	1·2	101·7
Körperzuschuss	—	—	—	1·24	—	—	—	—	—	—	—	1·7

§. 231. *Die Umwandlungsstufen der Eiweisskörper.*

Die Eiweisskörper durchlaufen eine lange Reihe von Umwandlungsstufen, bevor sie die Form und die chemische Zusammensetzung des Harnstoffes, des Endproduktes der stickstoffhaltigen Körper, erlangt haben.

Die erste Umwandlungsstufe der Eiweisskörper, inbesondere des Fibrines und des Kaseines,*) ist das Pepton. Dieses, durch Einwirkung von Pepsin auf jene Eiweisskörper entstandene Verdauungsprodukt ist nach Albert Adamkiewicz**) frei von Syntonin und wird aus seiner neutralen Lösung durch Aenderung der Reaktion nicht mehr gefällt; es unterscheidet sich ferner vom gewöhnlichen Eiweisse durch die Neigung in der Kälte zu erstarren und in der Wärme sich zu verflüssigen, während ersteres in der Kälte flüssig bleibt und in der Wärme gerinnt. Der hauptsächliche chemische Unterschied zwischen gewöhnlichem Eiweiss und Pepton besteht nach Adamkiewicz in dem geringeren Salzgehalte des letzteren, im übrigen wird der Zusammenhang der Elemente im Eiweisse durch die Magenverdauung nicht gestört.

Adamkiewicz bezeichnet als „fundamentalen Charakter" des Peptons eine eigenthümliche Weichheit und Nachgiebigkeit gegen Wärme, eine Neigung, sich in der Wärme zu verflüssigen, die sonst nur „leicht schmelzbaren" Stoffen eigen ist und die einen geringen Zusammenhang ihrer Moleküle verräth. So stellt sich das Pepton dar, als „ein undifferenzirtes Eiweiss, das aus seiner Muttersubstanz ohne chemische Zersetzung und nur durch den Untergang ihres festeren Molekulargefüges entstanden ist".

Adamkiewicz erkennt in dem Pepton: „jenen gesuchten Urstoff, den die Natur als allgemeines Bildungssubstrat der thierischen Gewebe fordert. Sein grosses Diffusionsvermögen ist darzuthun geeignet, dass es von der Natur zur Aufnahme in die Säfte prädisponirt ist. Und seine, entgegengesetzt wie bei jedem differenzirten oder sich differenzirenden Eiweiss, gerade von der Wärme begünstigte Löslichkeit deutet auf das allerschönste

*) Das Pepton ist bisher nur aus thierischem Fibrin und (v. Kistiakowsky, Arch. f. Physiol. IX. 453) aus Pflanzenkasein dargestellt worden.

**) „Die Natur und der Nährwerth des Peptons", Berlin 1877. Diese auf sorgfältige Versuche gestützte Schrift bietet für die Theorie der Ernährung ganz neue Grundlagen.

die Beziehungen an, welche das Pepton mit den Bildungsprozessen des Lebens in Verbindung bringt. Denn Leben ist Wärme".

Um die Brauchbarkeit des Peptones für die Ernährung zu prüfen, hat Maly*) Tauben ausschliesslich mit Pepton gefüttert, welche sich damit vollkommen ernährten und an Körpergewicht zunahmen. Maly nimmt an, dass sich das Pepton im Organismus in gewöhnliches Eiweiss zurückverwandelt.

Adamkiewicz hat einen Hund abwechselnd mit gewöhnlichem Eiweiss (Serum und Eiereiweiss) und mit einem, aus Blutfibrin dargestellten Pepton gefüttert; das Ergebniss der Versuche zeigt folgende Tabelle:

Tabelle XIX. Eiweiss- und Peptonfütterung.

Futter		Stickstoffbilanz				Gesammtansatz			Wasserbilanz		
Substanz	Stickstoff	Organisirt		Zersetzt		Stickstoff	Fleisch	Körpergewicht	Einnahme	Ausgabe	
		absolut	Proz.	absolut	Proz.					absolut	Proz.
Serumeiweiss .	**8·35**	5·64	**67·6**	2·71	**32·4**	6·22	182·8	**183·0**	651·04	292·35	**44·9**
Pepton	**8·45**	6·73	**79·7**	1·72	**20·3**	7·33	209·4	**215·6**	—	248·22	**38·1**
Eiereiweiss . .	**8·74**	4·85	**55·5**	3·89	**44·5**	5·46	114·2	**160·6**	—	365·87	**56·2**

Das Pepton in der Nahrung hat ebenso wie die Fütterung mit Serumeiweiss und Eiereiweiss eine Zunahme des Körpergewichtes bewirkt; es gleicht dem gewöhnlichen Eiweisse an Nährwerth, ja es hat sich gezeigt, dass es ihm in dieser Beziehung eher überlegen ist, als dass es nicht seinen Werth im Körper erreichte. — Daraus muss mit Nothwendigkeit gefolgert werden, dass das Pepton kein Neben- sondern ein Hauptprodukt der Verdauung ist, für welches das Eiweiss im Organismus nur als Muttersubstanz dient.

Adamkiewicz kommt aus seinen Versuchen zu dem Schlusse: dass der Hauptstrom der nährenden Flüssigkeit, welcher vom Darme in die Säfte tritt, der des Peptones ist, und dass dem sich schnell in den Säften verändernden Peptone jene Bedeutung

*) Arch. f. Physiol. IX. 585.

im Organismus zukommt, welche wir seit Voit kennen als die des zirkulirenden Eiweisses.

Gleich dem Peptone werden auch einige andere Albuminoide (siehe Seite 62), nämlich Hornstoff, Knochen- und Knorpelleim, sowie Hämoglobin, noch zur Gewebebildung verwendet.

Zu den nächsten Umsetzungsstufen der Eiweisskörper, welche an der Gewebebildung nicht mehr theilnehmen, gehört das Glycin (Amidoessigsäure $C_2H_5NO_2$); es bildet mit Cholalsäure, eine der Gallensäuren.*)

Im vereinzelten Zustande ist das Glycin im Thierkörper nicht gefunden worden; ausserhalb desselben entsteht es durch Zersetzung leimgebender Gewebe. Mit Benzoësäure verbindet es sich zu Hippursäure. Nach Glycinfütterung (an Hunden) fanden Schultzen und Nencki die Harnstoffausscheidung gesteigert.

Eine im Thierkörper sehr verbreitete Zersetzungsstufe der Eiweisskörper (die nur im gesunden Blute und im Muskelsafte nicht vorkommt) ist das Leucin ($C_6H_{13}NO_2$). Es findet sich am reichlichsten in der Bauchspeicheldrüse und in den Speicheldrüsen der Maulhöhle, deren Fermente wahrscheinlich zur Bildung des Leucins beitragen. Das Leucin wird als solches nicht ausgeschieden, sondern es bildet eine Vorstufe des Harnstoffes; Schultzen und Nencki sahen nach Leucinfütterung eine Vermehrung der Harnstoffausscheidung eintreten.

Ein dem Leucin nahe verwandtes und dasselbe begleitendes Zersetzungsprodukt des Eiweisses ist das Tyrosin ($C_9H_{11}NO_3$), das am reichlichsten in der Bauchspeicheldrüse und in der Milz aufgefunden wurde. Es wird im Organismus in Harnstoff umgewandelt.

Das Kreatin ($C_4H_9N_3O_2 + H_2O$) findet sich bei Fleischfressern häufiger als nächste Zersetzungsstufe des Eiweisses in den Muskeln und im Gehirn; es verwandelt sich im Organismus theils in Kreatinin ($C_4H_7N_3O$), theils in Harnstoff.

Das Guanin ($C_5H_5N_5O$) ist in der Bauchspeicheldrüse und der Leber gefunden worden, und bildet eine Vorstufe des Harnstoffes. Ihm ähnlich erscheint das Hypoxanthin (Sarkin, $C_5H_4N_4O$), das in den Muskeln und in einigen Drüsen vorkommt. Beiden verwandt, und aus ihnen sich bildend, ist das Xanthin

*) Die Basis der anderen Gallensäure ist das Taurin, dessen Entstehung und Beziehung zu den Eiweisskörpern unbekannt ist.

($C_5H_4\ N_4O_2$), welches als eine unmittelbare Vorstufe der Harnsäure und des Harnstoffes angesehen werden kann.

Die Hippursäure, deren Bestand im Harne der Pflanzenfresser dem Harnstoffe gleichkommt und bei zellulosereicher Nahrung selbst höher steigt, gilt als eine Verbindung von Benzoësäure ($C_7H_6\ O_2$) und Glycin. Diese beiden Körper verbinden sich unter Austritt von 1 Molekül Wasser wie folgt zu Hippursäure (Benzoylglycin):

Benzoësäure	=	C_7H_6	O_2
Glycin	=	C_2H_5	NO_2
		C_9H_{11}	NO_4
	—	H_2	O
Hippursäure		C_9H_9	NO_3

Nach den Untersuchungen von Meissner und Shepard ist es hauptsächlich die Kutikularsubstanz der Rohfaser in den Gräsern, welche das Material zur Hippursäurebildung liefert. Nach Henneberg und Stohmann ist die Hippursäurebildung bei eiweissarmer Nahrung, insbesondere bei Rauhfutterstoffen, am grössten und sie wird durch die Beigabe von leicht verdaulichen Substanzen (Bohnenschrot, Stärke, Zucker, Oel u. s. w.) herabgedrückt. Diese Thatsache bestätigt auch Weiske.*) Am geringsten fand er die Verminderung der Hippursäureausscheidung bei Fütterung von Weizen, stärker bei Bohnen und am bedeutendsten bei Kartoffelfütterung. Weiske fand ferner, dass nicht nur die leicht verdaulichen Körner der Hülsenfrüchte und des Getreides, sondern auch das schwerer verdauliche Erbsen- und Bohnenstroh (wahrscheinlich alle Hülsenfruchtstroharten), sowie auch ungeschälte Kartoffeln im Körper des Schafes nicht die Fähigkeit besitzen Hippursäure zu bilden. Wurde in Weiske's Versuchen das Heu mit verdünnter Schwefelsäure (1·25 Prozent) behandelt, so verschwand nach Verfütterung desselben die Hippursäure im Harne vollständig, was Weiske für einen Beweis hält gegen die von Meissner und Shepard behauptete Abstammung der Hippursäure aus Kutikularsubstanzen, welche durch 1·25 Prozent Schwefelsäure nicht zerstört werden. Aus Weiske's Versuchen ergibt sich ebenfalls, dass die in den Körper eingeführte

*) Zeitschr. f. Biol. XII. 241; wo auch die übrige Literatur über Hippursäurebildung nachzusehen ist.

Benzoësäure nicht unter allen Umständen mit Glycin verbunden als Hippursäure zur Ausscheidung gelangt; sie verlässt denselben unverändert wieder, wenn allein Bohnen und Kartoffeln gefüttert wurden.

Der Eiweissumsatz, beziehungsweise die Eiweissausgabe, in Form von Harnstoff und hippursauren Salzen (bei Pflanzenfressern), wird vermehrt durch eiweissreiche Nahrung, sowie durch Aufnahme grösserer Mengen von Wasser und Kochsalz; dagegen vermindert sich der Eiweissumsatz durch Aufnahme von eiweissarmer Nahrung, namentlich durch Beigabe von Kohlehydraten.

Die Bedingungen, welche den Umsatz der Eiweisskörper beeinflussen, erkennt man am klarsten aus dem Stoffwechsel im Hungerzustande. Versuche mit hungernden Thieren sind in grosser Zahl an Fleischfressern (Hunden und Katzen) angestellt, da sich Pflanzenfresser*) zu Hungerversuchen nicht eignen.

§. 232. *Der Eiweissumsatz im Hungerzustande.*

Nach den von C. Voit**) an Hunden im Hungerzustande angestellten Versuchen, wird bei Ausschluss von Nahrung fortwährend Eiweiss umgesetzt, welches zu Anfang der Hungerzeit noch dem Vorrathe von Nahrungseiweiss, später aber den Organen des Körpers entnommen wird. Der Eiweissumsatz***) zu Anfang der Hungerzeit ist demnach abhängig von der Eiweissmenge der vorhergehenden Nahrung. Auf den Eiweissumsatz beim Hungern übt ferner einen Einfluss: das am Körper befindliche Fett und die Menge des aufgenommenen Wassers. Dagegen wird

*) In den Hungerversuchen, welche Grouven mit Ochsen anstellte, enthielt der Verdauungskanal am 6. bis 9. Hungertage noch 41 bis 69 Kilo an Futtermassen.

**) Zeitschr. f. Biol. II. 307.

***) Der Eiweissumsatz im Körper wird berechnet nach dem im Harne ausgeschiedenen Harnstoff, beziehungsweise Stickstoff. Aus 3·4 Grm. Stickstoff im Harne berechnet Voit einen Umsatz von 100 Grm. Fleisch im frischen (wasserhaltenden) Zustande; der im Harne gefundene Stickstoff wird also durch Multiplikation mit 29·4 auf Fleisch berechnet. Da ferner der Harnstoff 46·7 Prozent Stickstoff enthält, so muss 1 Theil Harnstoff gleich sein 13·7 Theilen Fleisch, beziehungsweise aus 100 Grm. Fleisch können 7·28 Grm. Harnstoff entstehen, mit 3·4 Grm. Stickstoff. Unter „**Fleisch**" werden alle eiweissartigen Substanzen des Thierkörpers verstanden, gleichviel in welchen Organen sie vorkommen.

durch Körperbewegung der Eiweissumsatz beim Hunger nicht vermehrt.

Aus den Schlussfolgerungen, welche C. Voit aus seinen Hungerversuchen zieht, heben wir drei, als die für die Theorie der Ernährung wichtigsten hervor, nämlich: 1. das verschiedenartige Verhalten der Eiweisskörper im Organismus, 2. den Einfluss des Fettes, und 3. das Verhältniss der umgesetzten Eiweisskörper zur Einheit des Körpergewichtes.

1. Die Eiweisskörper im Organismus des hungernden Thieres zeigen eine verschiedenartige Umsatzgrösse, je nachdem sie von der vorausgehenden Nahrung, oder von den Organen des Körpers abstammen. Das ersterwähnte Eiweiss ist dasjenige, welches im Körper zirkulirt (Voit's Zirkulationseiweiss) und in viel grösserer Menge umgesetzt wird, als das mit den Organen verbundene Eiweiss (Voit's Organeiweiss). Je grösser die Eiweissmenge der vorausgehenden Nahrung ist, desto mehr Zirkulationseiweiss besitzt der Organismus und desto mehr wird davon umgesetzt. Erst wenn der Vorrath dieses Eiweisses nahezu verbraucht ist, wird auch das Organeiweiss umgesetzt, aber dieser Umsatz ist bedeutend geringer als der vom Zirkulationseiweiss. Von dem Vorrathe des letzteren fallen nach Voit täglich etwa 70 Prozent der Zersetzung anheim, während vom Organeiweisse täglich etwa 1 Prozent umgesetzt werden. Unter dem Einflusse vorhergehender reichlicher Nahrung werden erst am vierten bis fünften Tage, nach kärglicher Nahrung aber schon am ersten Tage des Hungers, von Voit's Hunde nahezu konstant 12 Grm. Harnstoff ausgeschieden, beziehungsweise 164 Grm. Fleisch umgesetzt. Da von dem Organeiweisse nur ein so geringer Theil verbraucht wird, so bringen grosse Aenderungen in der Menge desselben nur geringe Unterschiede hervor; deshalb erscheint an den späteren Hungertagen, auch bei den verschiedensten Zuständen des Körpers, eine ziemlich konstante Harnstoffmenge. Es kommt also für die Zersetzung nicht auf die im Körper befindliche Eiweissmasse, sondern darauf an: wie viel davon zu dem stabileren Organeiweiss, und wie viel zu dem beweglichen und leicht zersetzbaren Zirkulationseiweiss gehört.

Das verschiedenartige Verhalten von Organeiweiss und Zirkulationseiweiss ist durch einen eleganten Versuch J. Forster's*)

*) Zeitschr. f. Biol. XI. 496.

nachgewiesen worden. Derselbe spritzte Hunden im Hungerzustande das seines Faserstoffes beraubte Blut anderer Hunde in die Drosselvene und beobachtete darnach niemals eine wesentliche Vermehrung der Harnstoffausscheidung. Da das Blut als ein Organ, beziehungsweise als Organeiweiss zu betrachten ist, so durfte man im Voraus annehmen, dass, wenn es direkt in die Blutbahn eines anderen Thieres eingeführt würde, es sich hier verhielte, wie das Organeiweiss des dem Versuche unterworfenen Organismus, d. h. dass seine Zersetzungsgrösse eine sehr geringe sein würde (nach Voit's Berechnung etwa 1 Prozent vom Gesammteiweissbestande). Jene Voraussetzung ist nun durch Forster's Versuch vollkommen bestätigt worden. Wenn aber Forster einem Hunde im Hungerzustande Blutserum (Zirkulationseiweiss) in die Blutbahn einspritzte, so vermehrte sich sofort die Harnstoffausscheidung, und zwar um 7 bis 20 Grm., während die Harnstoffausscheidung nach Einspritzung von Blutkörperchen nur um 2 bis 3 Grm. sich erhöhte. Ebenso bewirkte eine Hühnereiweisslösung, in die Blutbahn eines Hundes gespritzt, eine Vermehrung der Harnstoffausscheidung. Darnach verhalten sich also die in den Säftestrom direkt eingeführten Eiweisslösungen ganz so, wie die durch Magen und Darm in den Organismus aufgenommenen Eiweisskörper, und sie zerfallen im Thierkörper unter denselben Bedingungen, wie das Zirkulationseiweiss; dagegen verhält sich das in den Säftestrom direkt eingeführte Organeiweiss (Blutkörperchen), wie das Organeiweiss des betreffenden Organismus.

2. Die von Voit festgestellte Thatsache: dass das Fett am Körper, oder die alleinige Fütterung mit Fett den Eiweissumsatz des hungernden Hundes herabsetzt, können wir noch nicht ausreichend erklären.*) Wir können uns vorstellen, dass die mit Fett erfüllten Zellen der Organe, beziehungsweise die fettreiche, die Gewebe durchströmende Ernährungsflüssigkeit (Zirkulationseiweiss), die Fermentwirkung auf die Eiweisskörper der Organe beschränkt, oder dass die Fettkörper der Organe, beziehungsweise der Ernährungsflüssigkeit, der Fermentwirkung eher unterliegen als die Eiweisskörper. Keinesfalls wird die oxydirende Wirkung des eingeathmeten Sauerstoffes durch Anwesenheit von Fett im

*) Voit selbst hat in seiner im Jahre 1866 veröffentlichten Abhandlung nur eine unvollständige Erklärung gegeben.

Organismus beschränkt; die späteren Versuche von Pettenkofer und Voit haben ergeben*): „dass manchmal trotz des Fettzusatzes mehr Sauerstoff verzehrt wird". In anderen Fällen freilich war die Sauerstoffaufnahme durch Athmung bei Fettzusatz zur Nahrung verringert. Da aber die Sauerstoffaufnahme in das Blut in letzter Linie abhängig ist von dem Sauerstoffverbrauche in den Geweben, so ist einleuchtend: dass die Grösse der Sauerstoffaufnahme in der bemessenen Zeit eines Respirationsversuches nicht massgebend ist für den Sauerstoffverbrauch in den Geweben, weil wir ja wissen, dass die Oxydation in den Geweben von einem Vorrathe aufgespeicherten Sauerstoffes gedeckt werden kann.

3. Aus den Voit'schen Versuchen ergibt sich ferner: dass dasselbe Thier bei dem gleichen Gesammtgewichte — verschiedene Mengen von Fleisch, Fett und Wasser besitzen kann. Bei gleichem Körpergewichte können dem entsprechend sehr verschiedene Mengen von Zersetzungsprodukten auftreten; und sie können bei sehr verschiedenem Körpergewichte in der gleichen Menge ausgeschieden werden. Da demnach 1 Kilo Körper desselben Thieres zu verschiedenen Zeiten in der Menge seiner Bestandtheile ganz ungleich sich verhalten kann, und die Zersetzungen in gar keinem Verhältnisse zur Einheit des Körpergewichtes stehen, so erklärt Voit es für fehlerhaft: zur Anstellung von Vergleichen, auf die Einheit des Körpergewichtes Reduktionen vorzunehmen. So fand Voit bei demselben Hunde in sechs Versuchsreihen am sechsten Hungertage in der Harnstoffausscheidung die geringen Schwankungen von 12·6 bis 13·3 Grm. (= 5 Prozent), während das Gewicht des Thieres zwischen 29 und 38 Kilo (= 31 Prozent) hin- und herging. An den späteren Hungertagen nimmt der Körper fortwährend an Gewicht ab, trotzdem die Harnstoffbildung ziemlich konstant bleibt, ja sie kann unter Umständen zunehmen.

Im Allgemeinen zerstört ein grösseres Thier im Hungerzustande verhältnissmässig weniger als ein kleineres Thier; dies bezieht sich sowohl auf Thiere gleicher, wie von verschiedener Art. Dieses Verhältniss ist aus nachstehender Tabelle deutlich zu erkennen.

---

*) Zeitschr. f. Biol. IX. 37.

Tabelle XX. Harnstoffausscheidung verschiedener Thiere im Hungerzustande.

Bezeichnung des Thieres und Name des Beobachters	Mittleres Körpergewicht in Grm.	Harnstoff auf 1 Tag in Grm.	Harnstoff auf 1 Kilo Körpergewicht
Kaninchen von Bischoff, Mittel aus dem 1. bis 8. Hungertag	1266	2·1	1·62
Kaninchen von Bischoff, Mittel aus dem 1. bis 6. Hungertag	1282	1·5	1·14
Katze von Bidder und Schmidt, Mittel aus dem 3. bis 15. Hungertag	1863	3·7	1·99
Katze von Voit, Mittel aus dem 2. bis 11. Hungertag	2612	4·1	1·57
Katze von Bidder und Schmidt, Mittel aus dem 2. bis 3. Hungertag	2829	3·5	1·24
Mensch von Ranke, Mittel aus drei einzelnen Hungertagen	71300	19·2	0·27
10 Ochsen von Grouven, im Mittel	408000	73·0	0·18

Die Zerstörung der Organe im Hungerzustande steht aber, eben so wenig wie bei demselben Thiere unter verschiedenartigen Bedingungen, im gleichen Verhältnisse zur Eiweissmenge des ganzen Körpers. Nimmt man mit Voit die Masse der Muskeln als Anhaltspunkt für den Eiweissreichthum eines Körpers, so lässt sich jenes Verhältniss aus folgender Tabelle erkennen, in welcher jede Thierart den Durchschnitt mehrerer Individuen darstellt.

Tabelle XXI. Muskelmasse und Harnstoffausscheidung verschiedener Thiere im Hungerzustande.

Thierart	Gewicht des Körpers in Kilo	Harnstoff auf 1 Tag in Grm.	Muskelmasse am Körper in Grm.	in Proz.	Harnstoff auf 1 Kilo Muskel
Mensch	70·00	19·2	29400	42	0·65
Hund	10·12	7·4	4534	45	1·63
Katze	2·50	3·8	1125	45	3·37
Kaninchen	1·00	1·8	510	51	3·53

Der verhältnissmässig geringere Umsatz bei grösserer Eiweissmenge am Körper hängt nach Voit innig zusammen mit der zur Erhaltung nothwendigen Nahrungszufuhr, denn wenn ein Hund von 30 Kilo Gewicht 1500 Grm. Fleisch verzehren muss,

so reicht eine Maus von 16 Grm. Gewicht nicht mit 0·8 Grm. Fleisch aus. Der grössere Eiweissumsatz der kleineren Thiere ist abhängig von den verhältnissmässig grösseren Leistungen des kleineren Thieres, nämlich von der Hervorbringung mechanischer Arbeit und Wärme. Das erklärt Voit durch die Thatsache: dass ein kleinerer Organismus im Verhältnisse zum Organeiweisse mehr Zirkulationseiweiss besitzt, welches der Zersetzung in viel höherem Grade anheimfällt.

Dass der Eiweissumsatz von einem Hungertage zum anderen nicht im Verhältnisse steht zur Abnahme des Eiweissreichthumes am ganzen Körper, sondern abhängig ist von der voraufgegangenen Eiweissmenge der Nahrung, zeigt folgende Tabelle. Der Versuchshund wog lebend 35 Kilo.

Tabelle XXII. Fleischumsatz am Körper im Hungerzustande.

Versuchs-Nummer	Hungertag	Fleisch am Körper in Grm.	Fleischumsatz in Grm.	Theil des Zerstörten
11		20.000	2488	$^1/_8$
	1.	19.177	823	$^1/_{23}$
	2.	18.836	341	$^1/_{55}$
	3.	18.574	262	$^1/_{71}$
	4.	18.337	237	$^1/_{77}$
	5.	18.169	168	$^1/_{108}$
	6.	17.987	182	$^1/_{99}$
	7.	17.817	170	$^1/_{105}$
	8.	17.679	138	$^1/_{128}$
25		20.000	—	—
	1.	19.790	210	$^1/_{94}$
	2.	19.631	159	$^1/_{123}$
	3.	19.472	159	$^1/_{122}$
	4.	19.319	153	$^1/_{126}$
	5.	19.148	171	$^1/_{112}$
	6.	18·987	161	$^1/_{118}$
7		20.000	—	—
	1.	19.910	190	$^1/_{105}$
	2.	19.753	157	$^1/_{126}$
	3.	19.613	140	$^1/_{140}$
	4.	19.446	167	$^1/_{116}$
	5.	19.281	165	$^1/_{117}$
	6.	19.109	172	$^1/_{111}$
	7.	18.955	154	$^1/_{123}$
	8.	18·809	146	$^1/_{129}$
	9.	18·665	145	$^1/_{128}$

In Versuch Nr. 11 hatte der Hund vor dem Hungern 2500 Grm. Fleisch gefressen, in Versuch Nr. 25 hatte er gemischtes Futter und in Versuch Nr. 7 nach Hungern ebenfalls gemischtes Futter bekommen. Aus der vorausgegangenen eiweissreicheren Nahrung in Versuch Nr. 11 erklärt sich also der grössere Eiweissumsatz an den ersten Hungertagen.

Um den Einfluss des Fettes auf den Eiweissumsatz beim Hungern festzustellen, hatte Voit seinen Hund mit 1500 Grm. Fleisch ins Gleichgewicht gesetzt, und hierauf demselben während 10 Tagen alle Nahrung entzogen; dann hat der Hund so lange wieder 1500 Grm. Fleisch bekommen, bis der Körper sich damit abermals im Gleichgewichte befand; darauf erhielt er 10 Tag lang je 100 Grm. Fett, welches die Fettabgabe vom Körper verhinderte, aber nicht die des Fleisches. Die folgende Tabelle zeigt die Harnstoffausscheidung im Hungerzustande ohne und mit Fett und die prozentische Abnahme derselben.

Tabelle XXIII. Harnstoffausscheidung bei Hunger ohne und mit Fett.

Hungertag	Harnstoff ohne Fett in Grm.	Harnstoff mit Fett in Grm.	Prozentabnahme	
			ohne Fett	mit Fett
vorher	110·8	111·8		
1.	26·5	27·2	100	100
2.	18·6	16·3	70	60
3.	15·7	14·1	59	52
4.	14·9	12·9	56	47
5.	14·8	12·4	56	45
6.	12·8	10·8	48	40
7.	12·9	10·5	49	39
8.	12·1	10·7	46	39
9.	11·9	11·2	45	41
	140·2	126·1		

Man hat in beiden Reihen ganz die nämliche Art der Harnstoffabnahme, nur wird durch das Fett etwas Fleisch erspart, so dass im Ganzen weniger ausgeschieden wird, als ohne dasselbe.

Die Vermehrung der Harnstoffausscheidung durch Wasseraufnahme beim Hunger ergibt sich aus folgender Tabelle.

Tabelle XXIV. Harnstoffausscheidung durch Wasseraufnahme beim Hunger.

Fleisch-aufnahme in Grm.	Wasser gesoffen in Grm.	Harn in Grm.	Harnstoff in Grm.	Aenderung im Gewicht in Grm.	Wasser durch Haut und Lunge in Grm.
200	0	256	28·3	— 280	214
0	0	177	16·7	— 385	207
230	0	250	28·0	— 210	190
0	1957	742	21·3	+ 880	335

Durch die Wasseraufnahme stieg die Harnstoffausscheidung von einem Hungertage zum anderen von 16·7 auf 21·3 Grm., also um 4·6 Grm. (= 63 Grm. Fleisch), die Wasserausdunstung durch Haut und Lungen von 207 auf 335 Grm., und das Körpergewicht erhöhte sich um 880 Grm. durch Ansatz von Wasser.

In anderen Fällen aber hatte Voit keine Zunahme der Harnstoffausscheidung durch Wasseraufnahme bei hungernden Hunden wahrgenommen, und zwar dann nicht, wenn das aufgenommene Wasser dazu gedient hatte, am Körper angesetzt zu werden, oder den durch starke Bewegung herbeigeführten Wasserverlust zu decken.

Beim Laufen schied der hungernde Hund gleich viel Stickstoff im Harne aus, wie bei äusserer Ruhe.

Den Substanzverlust der Organe beim Hungern hat Voit an zwei Katern festgestellt, die beide durch 10 Tage mit täglich 250 Grm. Fleisch ernährt wurden. Der eine Kater wurde nach 10 Tagen getödtet und das Gewicht seiner Organe bestimmt; der andere Kater wurde getödtet, nachdem er 14 Tage gehungert hatte. Es wurde angenommen, dass die Organe des verhungerten Katers am Tage vor dem Hungern dasselbe prozentische Verhältniss hatten, wie die Organe des nach Fleischkost getödteten Katers; die Abnahme der Organe des verhungerten Katers zeigt nachstehende Tabelle XXV.

Nimmt man mit Voit an, dass die Knochen nur Wasser verloren und der Rest der nicht bestimmten Gewebe 25 Prozent feste Substanz enthalten hat, so wären vom Körper mit den 7·8 Grm. eiweissartiger Substanz im Fettgewebe 191 Grm. festes Fleisch abgegeben worden, was mit den von Voit aus dem Harnstoffe berechneten 196 Grm. sehr gut stimmt. Von Fett wird mehr (241 Grm.) zerstört.

Am Gesammtverluste betheiligen sich, in einer alle anderen Organe weitaus überwiegenden Menge, die Muskeln und das Fettgewebe; dann folgen die Haut, die Knochen, die Leber, das Blut und der Darmkanal. Das Blut verlor absolut nur 4·8 Grm. feste Substanz, also nur 2·5 Prozent des Körperverlustes an trockenem Fleisch; es enthielt prozentisch etwas mehr feste Theile und Eiweiss mit Blutkörperchen, als am Anfange des Hungerns.

Das Fettgewebe wird ganz verbraucht; die Leber, die Milz, die Hoden nehmen darnach um den grössten Bruchtheil ihrer Masse ab, dann erst die Muskeln und das Blut. Letzteres nimmt proportinal dem Körpergewichte und der Muskelmasse ab. Die relative Menge seiner Hauptbestandtheile wird dabei nicht geändert. Der gesammte Körper enthielt im Anfange des Hungerzustandes etwa 1133 Grm. feste Theile, von denen 196 Grm. Fleisch = 17·3 Prozent während des Hungers zersetzt wurden; vom Blute gingen 17·6 Prozent weg, d. h. das Blut verliert nicht mehr als die übrigen Organe des Körpers. Bemerkenswerth ist, dass die Zentralorgane des Nervensystemes nicht mehr als 3·2 Prozent verloren haben.

In den Hungerversuchen, die Chossat mit Tauben anstellte, verlor das Nervensystem verhungerter Tauben nur 2 Prozent, das Fett 93, die Milz 71, die Bauchspeicheldrüse 64, die Leber 52, das Herz 45, die Därme 42, die willkürlichen Muskeln 42, die Haut 33, die Nieren 32, die Lungen 22, die Knochen 17 und die Augen 1 Prozent. Chossat fand, dass der Tod in Folge des Verhungerns eintrat, wenn die Thiere etwa 40 Prozent ihres Gesammtgewichtes verloren hatten. Es ist dabei gleichgiltig, ob die Thiere ohne Nahrung oder mit unzureichender Nahrung verhungerten. Im letzteren Falle trat der Tod später ein, aber immer bei 40 Prozent Verlust ihres Gesammtgewichtes.

Tabelle XXV. Gewichtsabnahme der Organe eines verhungerten Katers.

Organe	3105 Grm. Kater vor dem Hungern			2088 Grm. Kater am 14. Hungertag			1017 Grm. Verlust = 32·8 Proz.			100 Grm. frisches Organ verlieren	100 Grm. trocknes Organ verlieren	Von 100 Grm. Verlust treffen auf
	Frisch	Wasser	feste Theile	Frisch	Wasser	feste Theile	Frisch	Wasser	feste Theile			
Knochen	393·4	129·3	264·1	338·7	—	—	54·7	—	—	13·9	—	5·4
Muskeln	1408·4	1050·2	358·2	979·0	739·0	240·0	429·4	311·2	118·2	30·5	30·2	42·2
Leber	91·9	62·4	29·5	42·5	29·7	12·8	49·4	32·7	16·7	53·7	56·6	4·8
Nieren	25·1	18·9	6·2	18·6	13·7	4·9	6·5	5·2	1·3	25·9	21·3	0·6
Milz	8·7	6·8	1·9	2·9	2·2	0·7	5·8	4·6	1·2	66·7	63·1	0·6
Bauchspeicheldrüse	6·5	—	—	5·4	—	—	1·1	—	—	17·0	—	0·1
Hoden	2·5	—	—	1·5	—	—	1·0	—	—	40·0	—	0·1
Lungen	15·8	12·1	3·7	13·0	10·0	3·0	2·8	2·1	0·7	17·7	18·8	0·3
Herz	11·5	—	—	11·2	—	—	0·3	—	—	2·6	—	0
Leerer Darm	118·0	—	—	97·1	—	—	20·9	—	—	18·0	—	2·0
Hirn- und Rückenmark	40·7	31·2	9·5	39·4	29·9	9·5	1·3	1·3	0	3·2	0	0·1
Haut mit Haaren	432·8	—	—	343·5	—	—	89·3	—	—	20·6	—	8·8
Fettgewebe	275·4	26·6	248·8	8·2	—	—	267·2	26·6	248·8	97·0	—	26·2
Blut	138·5	111·3	27·2	101·2	78·8	22·4	37·3	32·5	4·8	27·0	17·6	3·7
Rest	136·0	—	—	86·0	—	—	50·0	—	—	36·8	—	5·0

§. 233. *Der Eiweissumsatz bei eiweissreicher Nahrung.*

Wenn C. Voit*) seinen Versuchshund mit reinem Fleische ernährte, so hatte die gleiche Fleischmenge zu verschiedenen Zeiten nicht die gleiche Wirkung; bald war die gleiche Fleischmenge ausreichend um Ansatz zu bewirken, bald gab der Körper dabei noch von seinem Fleische ab. Es zeigt sich, dass, gleichwie im Hungerzustande, die vorhergehende Nahrung für den Fleischumsatz des Körpers massgebend war. Wenn der Körper durch vorhergehende reichliche Fleischnahrung eiweissreich geworden war, so genügten z. B. 1500 Grm. Fleisch nicht, um den vorher erlangten höheren Eiweissstand des Körpers zu erhalten; wenn aber der Körper durch vorhergehende spärliche Eiweisszufuhr arm daran geworden war, so reichten 1500 Grm. Fleisch aus um seinen Eiweissstand zu erhalten und zu vermehren. War aber nach einigen Tagen das Eiweissgleichgewicht im Körper hergestellt, so wurde bei gleicher Fleischzufuhr wiederum mehr Fleisch im Körper umgesetzt. Der Organismus vermag sich fast mit jeder Menge Eiweissnahrung ins Gleichgewicht zu setzen, d. h. er zersetzt eben so viel Eiweiss, als ihm zugeführt wird, und das geschieht bei demselben Thiere unter verschiedenen Körperzuständen durch die verschiedensten Mengen Nahrungseiweiss.

Es gibt jedoch eine obere und eine untere Grenze, über und unter die hinaus ein Gleichgewichtszustand des Organismus unmöglich ist. Die obere Grenze ist nach Voit in der Aufnahmsfähigkeit des Darmes für Eiweiss gegeben. Das Maximum von reinem Fleisch, mit dem sich der zu den meisten Versuchen Voit's dienende Hund (im Mittel 35 Kilo schwer) im Tage schliesslich ins Stickstoffgleichgewicht zu setzen vermochte, war 2500 Grm.; 2600 Grm. Fleisch war er noch zu verdauen im Stande, er setzte dabei aber 126 Grm. Fleisch an; 2900 Grm. Fleisch verdaute er nicht mehr, sondern es trat häufiges Erbrechen und Durchfall ein, mit Entleerung von unverändertem Fleisch.

Die untere Grenze, beziehungsweise die kleinste Menge Fleisch, mit welcher das Stickstoffgleichgewicht eintrat, war veränderlich; bei reichlicherem Vorrathe von Zirkulationseiweiss im Körper stand sie höher, bei weniger reichlichem tiefer. Aber

*) Zeitschr. f. Biol. III. 1.

auch beim herabgekommenen Zustande war es bei jenem Hunde nicht möglich, denselben mit einer unter 480 Grm. fallenden Fleischmenge im Stickstoffgleichgewichte zu erhalten.

Zwischen 480 und 2500 Grm. konnte sich also der betreffende Hund mit jeder Fleischmenge schliesslich ins Stickstoffgleichgewicht setzen; bei 480 Grm. Nahrungsfleisch nahm die Menge des Organ- und Zirkulationseiweisses im Körper so lange ab, bis die Umsetzung von 480 Grm. Fleisch erreicht war; bei 2500 Grm. Nahrungsfleisch nahm sie so lange zu, bis 2500 Grm. Körperfleisch zersetzt waren.

Gab Voit seinem Hunde diejenige Eiweissmenge, welche vorher im Hungerzustande verbraucht war, so wurde dadurch der Eiweissverlust vom Körper niemals aufgehoben, sondern es stieg der Umsatz über den im Hungerzustande, und nur ein Theil der Eiweissabgabe vom Körper wurde vermieden. Es ist nach Voit ganz unmöglich, dass zur Erhaltung des Eiweissstandes am Körper, die beim Hunger zersetzte Eiweissmenge ausreicht, da die Aufnahme einer ganz geringen Eiweissmenge schon hinreicht, um den Eiweissumsatz im Körper zu vermehren, und jede Steigerung der Eiweisszufuhr den Eiweissumsatz noch mehr erhöht. Weil aber der Umsatz nicht im gleichen Grade wächst wie die Zufuhr, so nähert sich die Grösse des Umsatzes allmälig der Zufuhr. Der unterste Punkt des Gleichgewichtes, bei welchem Zufuhr und Umsatz gleich waren, wurde in einem Versuche Voit's nach 11-tägigem Hunger und allmäligem Verluste von 2241 Grm. Körperfleisch (also bei sehr herabgekommenem Körper) mit etwa 500 Grm. Nahrungsfleisch erreicht; in einem anderen Versuche aber erst mit etwa 1100 Grm. Nahrungsfleisch, um dann bei weiterer Vermehrung der Zufuhr einem Ansatze von Eiweiss Platz zu machen. Zur Erhaltung des Eiweissstandes im betreffenden Organismus war im ersten Falle drei Mal, im zweiten Falle sechs Mal so viel Nahrungsfleisch erforderlich, als der Fleischumsatz im Hungerzustande betragen hatte.

Wenn aber auch dem Fleische in der Nahrung grosse Mengen von Kohlehydraten und Fett zugesetzt wurden, so reichte die Fleischmenge in der Nahrung (welche der im Hungerzustande umgesetzten Fleischmenge entsprach) doch nicht aus, um die Eiweissabgabe vom Körper zu verhüten. Also auch hier ruft eine kleine Zufuhr von Nahrungseiweiss eine Vermehrung des Eiweissumsatzes im Körper hervor.

Damit hat Voit bewiesen, dass der Hungerzustand nicht das Maass für die nöthige Eiweisszufuhr abgeben kann. Sobald man Eiweiss zuführt, sei es auch die kleinste Menge, wird mehr Eiweiss zersetzt als im Hungerzustande; darum heben 200 Grm. Fleisch der Nahrung nicht den Verbrauch von 200 Grm. Fleisch im Körper auf. Es findet also bei der Ernährung nicht ein blosser Austausch statt zwischen den eiweissartigen Bestandtheilen des Körpers und der Nahrung; letztere dient nicht einfach als Ersatz für Verlorenes, sondern jede Eiweisszufuhr ändert den ganzen Gang der Zersetzungen im Körper; es wird unter dem Einflusse derselben mehr umgesetzt, aber nicht als Luxus, denn zur schliesslichen Erhaltung eines kümmerlichen Zustandes ist wenigstens $2^1/_2$ Mal so viel Nahrungseiweiss nöthig, als Körpereiweiss im Hungerzustande zersetzt wird.

Aus Voit's Versuchen geht mit Bestimmtheit hervor, dass jede Eiweissmenge der Nahrung einen ihr entsprechenden Stand im Körper hervorruft, zu dessen Erhaltung die betreffende Eiweisszufuhr unumgänglich nöthig ist. Mit dieser Erhaltung verhält es sich nach Voit genau so, wie mit der eines Feuers; bei unbeschränkter Sauerstoffzufuhr richtet sich der Verbrauch nach der Menge des zugeführten Brennmateriales; fügt man mehr zu, so wird die Zersetzung vermehrt und die Flamme verstärkt; will man aber die Grösse der Flamme forterhalten, so muss man fortwährend die grössere Menge an Brennmaterial zulegen, sonst wird sie bald auf den ursprünglichen Stand zurückgehen. Es kann allerdings ein Luxus sein, ein grosses Feuer zu unterhalten, wenn man mit einem kleineren ausreichen könnte; hat man aber zur Erzielung einer grösseren Wirkung ein mächtigeres Feuer nöthig, so wird man mehr Brennmaterial verbrauchen müssen, ohne dass man dann von einem luxuriösen Verbrauche sprechen kann. Ebenso ist es mit der Eiweisszufuhr in der Nahrung. Bei der unteren Grenze des Eiweissverbrauches ist der Organismus sehr elend und zu keiner andauernden Anstrengung fähig; bei höherem Eiweissumsatze verändert sich das Thier auf den ersten Anblick; es wird lebhaft und beweglich, auch wenn der Körper nicht viel an Masse gewonnen hatte. Nur wenn die durch den gesteigerten Umsatz bewirkte grössere Leistungsfähigkeit des Thieres ein Luxus ist, dann ist auch der grössere Umsatz ein Luxus.

Was das Verhältniss des Eiweissansatzes im Körper betrifft, so findet letzterer bei reiner Fleischnahrung nur dann statt, wenn

mehr Nahrungseiweiss eingeführt wird, als die Menge beträgt, welche den Körper in Eiweissgleichgewicht gesetzt hat. Es währt aber nicht lange, bis auch mit der grösseren Eiweissmenge in der Nahrung sich das Gleichgewicht im Körper herstellt. Dagegen kann durch Zusatz von Fett und von Kohlehydraten zur Nahrung, der Eiweissumsatz herabgesetzt werden und demnach mit einer geringeren Eiweisszufuhr das Eiweissgleichgewicht im Körper erhalten werden. Diese Wirkung des Fettes haben wir schon in vorhergehenden Paragraphen kennen gelernt; wir werden die Wirkung der stickstofffreien Stoffe in der Nahrung in folgenden Paragraphen noch eingehender in Betracht ziehen.

Die von Voit am Fleischfresser festgestellten Thatsachen bezüglich des Eiweissumsatzes nach eiweissreicher Nahrung, erweisen sich auch für das pflanzenfressende Thier gültig, wie sich aus den Weender Versuchen unter Leitung von Henneberg ergibt.

Nach den umfassenden und mit grosser Sorgfalt ausgeführten Versuchen mit Ochsen, kommt Henneberg*) zu dem Schluss:

1. dass der Eiweissumsatz (nach dem Stickstoffgehalte des Harnes bemessen) steigt und fällt mit der Eiweisszufuhr.

2. Der Uebergang von relativ eiweissarmem zu relativ eiweissreichem Futter hat eine zeitweilige Vermehrung der Harnabsonderung zur Folge, welche muthmasslich auf eine Wasserabgabe des Körpers zu beziehen ist.

3. Von einem gegebenen Futter aus, bietet sowohl der Zusatz von stickstoffhaltigen als, unter Umständen, von stickstofffreien Nährstoffen ein Mittel dar, um den bisherigen Eiweissansatz zu verstärken, oder den bisherigen Eiweissverlust zu vermindern. Die Zunahme des Eiweissansatzes, beziehungsweise die Abnahme des Eiweissverlustes, gleicht sich jedoch mit der Mehrzufuhr von stickstoffhaltigen Nährstoffen (falls sie durch diese bewirkt wird) niemals aus, sondern sie bleibt weit dahinter zurück; die Eiweisszufuhr beherrscht mithin den Eiweissumsatz, nicht aber den Eiweissansatz.

Bei dem langsameren Stoffwechsel der Pflanzenfresser, vollzog sich an den Weender Versuchsochsen die Steigerung oder Minderung des Eiweissumsatzes im vollen Umfange nicht gleich

*) Journal für Landwirthschaft, Göttingen 1871. Seite 429.

nach dem Wechsel des Futters, sondern nur allmälig. Diese Thatsache ergibt sich aus der folgenden Bestimmung des 24-stündigen Eiweissumsatzes nach eiweissarmem *(a)* und eiweissreichem *(b)* Futter.

24-stündiger Eiweissumsatz eines Ochsen (in Grm.):

	nach altem Futter		nach neuem Futter				
	vorletzter Tag	letzter Tag	1. Tag	2. Tag	3. Tag	4. Tag	5. Tag
a	1140	855	?	665	600	505	405
b	345	?	780	965	1105	1170	1105

Zur Veranschaulichung des Fleischumsatzes bei Ernährung mit reinem Fleische, und mit Zusatz von Fett und Kohlehydraten, habe ich die wichtigsten Tabellen aus der oben erläuterten Voit'schen Arbeit ausgezogen.

Tabelle XXVI. Zunehmender Fleischumsatz in derselben Versuchsreihe.

Nummer des Voit'schen Versuches	Fleischnahrung in Grm.	Nahrung*) vorher in Grm.	Fleischumsatz den Tag vorher in Grm.	Fleischumsatz am						
				1. Tag	2. Tag	3. Tag	4. Tag	5. Tag	6. Tag	7. Tag
16	2500	1800 Fl.	1800	2153	2480	2532	—	—	—	—
30	2500	1800 Fl., 450 St.	1477	2162	2488	—	—	—	—	—
19	2000	2000 Fl., 200 Z.	1780	1831	1991	—	—	—	—	—
18	2000	gemischt	600	1615	1780	1895	—	—	—	—
17	2000	200 Fl., 300 L.	284	1753	1938	—	—	—	—	—
12	1943	450 St.	167	1382	1935	2029	—	—	—	—
21	1800	gemischt	600	1511	1718	1718	1771	1797	—	—
29	1800	„	600	1453	1641	1703	1850	—	—	—
15	1800	Brod	337	1218	1656	1838	—	—	—	—
16	1800	0	228	1356	1817	—	—	—	—	—
7	1766	Brod	329	1473	1671	1791	—	—	—	—
25	1500	gemischt	600	1080	1520	—	—	—	—	—
26	1500	„	600	1082	1320	1391	1506	—	—	—
31	1500	„	600	1300	1484	1489	1500	—	—	—
37	1500	„	600	1186	1408	1447	1464	1481	1489	—
53	1500	„	600	1110	1467	1491	—	—	—	—
41	1500	500 Fl.	547	1222	1310	1390	1410	1440	1450	1500
36	1500	500 Fl., 200 F.	500	1289	1410	1419	1443	1503	—	—
45	1500	480 Fl.	492	1147	1400	1456	1456	1496	—	—
33	1500	0	176	1267	1393	1404	—	—	—	—
34	1500	0	155	1276	1506	—	—	—	—	—
35	1500	100 F.	141	1180	1440	1472	—	—	—	—
1	1000	gemischt	—	580	856	927	—	—	—	—

*) Fl. bedeutet Fleisch, St. Stärke, Z. Zucker, L. Leim, F. Fett.

Tabelle XXVII. Abnehmender Fleischumsatz in derselben Versuchsreihe.

Nummer des Voit'schen Versuches	Fleischnahrung in Grm.	Nahrung vorher in Grm.	Fleischumsatz den Tag vorher in Grm.	Fleischumsatz am				
				1. Tag	2. Tag	3. Tag	4. Tag	5. Tag
16	2000	2500 Fl.	2500	2229	1970	—	—	—
32	1500	1500 Fl., 150 F.	1500	1614	1559	1564	1538	—
39	1000	1500 Fl.	1500	1153	1086	1088	1080	1027
61	600	1200 „	1200	897	753	—	—	—
40	500	1000 „	1000	706	610	623	560	—

Tabelle XXVI zeigt, wie die Vermehrung der Fleischnahrung so lange eine Vermehrung des Fleischumsatzes im Gefolge hat, bis der Körper mit der Nahrung sich ins Gleichgewicht gesetzt hat. Tabelle XXVII zeigt den entgegengesetzten Fall: der Fleischumsatz im Körper vermindert sich bei Verminderung der Fleischnahrung, bis der Gleichgewichtszustand hergestellt ist.

Die folgende Tabelle lässt uns erkennen: die Verschiedenheit der Fleischabgabe und der Stickstoffausscheidung bei unzureichender Nahrung, unter dem Einflusse der vorhergehenden Nahrung und des Körperzustandes.

Tabelle XXVIII. Fleischumsatz bei unzureichender Nahrung.

Nahrung vorher	Nahrung welche Abnahme macht	Gleichgewichtsstand am *)	Fleischabgabe bis zum Gleichgewichtsstande	Stickstoff umgesetzt		Zustand des Körpers
				vorher	im Gleichgewichtsstande	
2500 Fl.	0	5. Tage	1663	85·0	5·6	sehr fleischreich
2000 „	0	5. „	1330	68·0	5·6	fleischreich, arm an Fett
1809 „	0	6. „	1275	61·5	5·6	fleischreich, nicht viel Fett
1800 Fl., 250 F.	0	5. „	1436	61·2	5·6	sehr reich an Fleisch und Fett
1500 Fl.	0	6. „	1415	51·0	5·6	fleischreich, ziemlich arm an Fett
1500 „	0	6. „	1474	51·0	5·6	reich an Fleisch und Fett
1500 „	0	5. „	987	47·8	5·6	fleischreich
1600 „	750 Fl., 150 F.	6. „	388	54·4	25·5	reich an Fleisch und Fett
2500 „	2000 Fl.	2. „	229	85·0	68·0	reich an Fleisch, nicht viel Fett
1500 „	1000 „	5. „	485	51·0	34·0	reich an Fleisch und Fett
1000 „	500 „	4. „	2541	34·0	17·0	reich an Fleisch und Fett
800 Fl., 200 F.	0	4. „	762	22·3	5·6	reich an Fett, mittl. Fleischmenge

*) Der Gleichgewichtsstand tritt im Hungerzustande bei etwa 12 Grm. Harnstoff ein.

Die folgende Tabelle zeigt, dass die im Hungerzustande verbrauchte Menge von Körperfleisch nicht ausreicht für die nachfolgende Ernährung mit Fleisch und dass die Menge des Nahrungsfleisches ansehnlich steigen muss, bevor sie Fleischansatz bewirkt.

Tabelle XXIX. Fleischverbrauch im und nach dem Hungerzustande.

Nummer des Versuches	Datum	Fleisch-		Fleisch-änderung am Körper	100 Fleisch bewirken einen Mehrumsatz von
		aufnahme	verbrauch		
63	25. August 1858	0	223	— 223	—
	26. August	0	190	— 190	—
	27. bis 29. August	300	379	— 79	63
	29. August bis 2. Sept.	600	665	— 65	95
	2. bis 4. September	900	941	— 41	92
	4. bis 6. September	1200	1180	+ 20	80
	6. bis 8. September	1500	1446	+ 54	89
62	26. bis 28. April 1858	0	230	— 230	—
	28. April	230	383	— 153	66
44	26. April 1864	0	190	— 190	—
	27. April	250	341	— 91	60

Tabelle XXX. Fleischumsatz bei steigender Menge von Nahrungsfleisch.

Fleisch		Fleisch-änderung am Körper in Grm.	Fett-änderung am Körper in Grm.	Sauerstoff	
verzehrt in Grm.	zersetzt in Grm.			aufgenommen in Grm.	zur Zersetzung nöthig in Grm.
0	165	— 165	— 95	330	329
500	599	— 99	— 47	341	332
1000	1079	— 79	— 19	453	398
1500	1500	0	+ 4	487	477
1800	1757	+ 43	+ 1	—	592
2000	2044	— 44	+ 58	517	524
2500	2512	— 12	+ 57	—	688

Die vorstehende Tabelle*) lässt erkennen, dass bei kleineren Mengen von Fleisch, der Körper eines 30 Kilo schweren Hundes noch Fleisch und Fett von sich hergibt; der Verlust an Fleisch und Fett wird bei steigenden Fleisch-

*) Aus den Respirationsversuchen von Pettenkofer und Voit. Zeitschr. f. Biol. VII, 489.

mengen immer geringer, bis bei 1500 Grm. Fleisch endlich der Fleisch- und Fettstand des Körpers erhalten bleibt. Setzt man über diese Grenze hinaus noch Fleisch der Nahrung zu, so wächst auch der Eiweissumsatz, und es kann schliesslich mit jeder im Darme aufsaugungsfähigen Fleischmenge das Stickstoffgleichgewicht eintreten, d. h. es zerfällt ebensoviel Fleisch im Körper, als in der Nahrung aufgenommen ist. Dabei stellt sich heraus, dass, obwohl aller Stickstoff des umgesetzten Körperfleisches in Harn und Koth auftritt, doch ein nicht unbeträchtlicher Theil des Kohlenstoffes desselben in den Ausscheidungen nicht erscheint. Pettenkofer und Voit weisen nach, dass dieser Kohlenstoff in der Form von Fett im Körper zurückbleibt. Zugleich zeigt die Tabelle, dass die Sauerstoffaufnahme steigt mit zunehmender Menge von Fleisch in der Nahrung.

§. 234. *Der Eiweissumsatz bei eiweissarmer Nahrung (bei Fett und Kohlehydraten).*

Wir wissen bereits aus §. 232, dass Fett am Körper, oder die alleinige Fettfütterung im Hungerzustande, den Eiweissumsatz herabsetzt. Dies ergibt sich auch aus den Untersuchungen von C. Voit,*) sowie von Pettenkofer und Voit,**) wenn sie Fett neben Eiweiss fütterten. Sie konnten alsdann mit weniger Fleisch und Fett das nämliche erreichen, wie mit viel Fleisch allein, d. h. den Körper auf seinem Bestande erhalten. Die Zugabe von Fett bewirkte eine Abnahme des Zirkulationseiweisses; damit aber entfiel auch der Nutzen, welchen die Zersetzung einer grösseren Menge Eiweiss mit sich führt. Unter eine gewisse Menge Eiweiss aber darf man, wenn der Körper nicht an Substanz abnehmen soll, auch bei reichlichstem Fettzusatze, oder selbst bei Fettansatz nicht herunter gehen; diese geringste Menge Eiweiss steht nach Voit immer höher, als die im Hungerzustande sich zersetzende, weil jeder Eiweisszusatz zur Nahrung den Vorrath des zirkulirenden Eiweisses und dadurch den Umsatz vermehrt. Das Fett kann daher niemals den Fleischverlust vom Körper ganz verhüten, wohl aber das Eiweiss die Abgabe von Fett. Letzteres geschieht durch die Umwandlung eines Theiles der Spaltungsprodukte des Eiweisses in Fett.

Das Fett der Nahrung hebt also nach Voit nicht nur den Verbrauch von Körperfett auf, sondern es kann auch für eine gewisse Menge von Eiweiss eintreten. Das Eiweiss dagegen ersetzt nicht einfach das Fett, denn es ändert zugleich auch den

*) Zeitschr. f. Biol. V. 329. **) Ebendaselbst IX. 1.

Eiweissumsatz, und es ist von ihm allein stets eine viel grössere Menge nöthig, bis einmal der Körper kein Eiweiss mehr einbüsst, als bei Hinzufügung von Fett.

Wie das Fett der Nahrung, wirkt nach Voit auch das am Körper abgelagerte Fett. In einem fetten Körper bildet darum eine gewisse Gabe von Eiweiss fast nur Organeiweiss, während in einem fettarmen vor Allem der Vorrath von Zirkulationseiweiss vermehrt wird, und zuletzt auch die grösste Menge Eiweiss nicht mehr hinreicht zur Deckung des Verlustes; in ersterem erfolgt daher später der Ausgleich zwischen Einnahme und Ausgabe von Stickstoff, und es wird mehr angesetzt.

Die Wirkung der Kohlehydrate (Stärkmehl und die Zuckerarten) in der Nahrung ist in einer Beziehung der des Fettes ähnlich. Wurden nämlich in den Versuchen von Voit,*) sowie von Pettenkofer und Voit**) ausschliesslich Kohlehydrate den Hunden gereicht, so zersetzte sich etwas weniger Eiweiss, aber der Eiweissverbrauch wurde nie ganz aufgehoben; die Abgabe von Fett wurde jedoch allmälig geringer, bis zuletzt bei einer gewissen Menge von Kohlehydrat kein Fett vom Körper mehr abgegeben wurde.

In Folgendem aber unterscheidet sich die Wirkung der Kohlehydrate von der des Fettes. Während nämlich bei weiterer Vermehrung der Fettzufuhr, Fett daraus zum Ansatze gelangt, findet dies bei Zufuhr von Kohlehydraten niemals statt. Diese werden vielmehr ganz zersetzt, und sie schützen nur das aus dem Eiweisse abgespaltene Fett vor der weiteren Zersetzung.

Die gleichen Vorgänge finden nach Pettenkofer und Voit statt, wenn man Eiweiss zu Kohlehydraten reicht; es wird dabei ebenfalls die Fettabgabe vom Körper vermindert und zuletzt aufgehoben und stets etwas weniger Eiweiss zersetzt, als wenn kein Kohlehydrat dabei aufgenommen wurde.

Man kann nach Pettenkofer und Voit leicht die geringste Eiweiss- und Kohlehydratmenge finden, bei welcher der Körper kein Eiweiss und kein Fett mehr einbüsst. Steigert man bei dieser geringsten Eiweisszufuhr die des Kohlehydrates, so wird Fett angesetzt, aber nie mehr, als aus dem zersetzten Eiweisse hervorgehen kann. Vermehrt man dagegen bei der geringsten Kohlehydratmenge die Eiweissmenge, so wird mehr Eiweiss zersetzt,

*) Zeitschr. f. Biol. V. 431. **) Ebendaselbst IX. 435.

aber auch Eiweiss und auch etwas Fett daraus angesetzt. Gibt man bei reichlicher Eiweisszufuhr viel Kohlehydrat, so wächst die Ablagerung des Eiweisses, besonders aber die des Fettes; jedoch wird auch hier nie mehr Fett aufgespeichert, als aus dem zersetzten Eiweisse entstehen kann.

Auch aus den unter Leitung Henneberg's*) in Weende angestellten Versuche mit Ochsen ergibt sich, dass die grössere Menge der mit Nahrungseiweiss verbundenen stickstofffreien Nahrungsstoffe den Eiweissumsatz herabsetzen und den Fleischansatz begünstigen. Die Unterschiede im Eiweissumsatze bei geringerer oder grösserer Zufuhr von stickstofffreien Nahrungsstoffen sind freilich bei Pflanzenfressern kleiner, als bei Fleischfressern, gleichwohl ist ersichtlich, dass bei Minderzufuhr von Eiweissstoffen und Mehrzufuhr von stickstofffreien Nahrungsstoffen kein Ausfall im Fleischansatze entsteht, sondern dass dieser sich sogar erhöhen kann. Diese Thatsache ergibt sich auch aus den an Hammeln ausgeführten Versuchen (siehe unten Tab. XXXV) von E. Schulze und M. Märker;**) sie fanden die Grösse des Eiweissansatzes abhängig von dem Verhältnisse des verdauten Eiweisses zur verdauten stickstofffreien Substanz. Wenn aus dem Futter auf 1 Theil Eiweiss 7·7 bis 9·4 Theile stickstofffreie Substanz verdaut wurde, so kann (bei Produktionsfutter) sehr lange Zeit hindurch Eiweissansatz erfolgen, ohne dass Stickstoffgleichgewicht erreicht wird; es kann andererseits, wenn die Menge der im Futter enthaltenen Nährstoffe zur Erhaltung des augenblicklichen Körperzustandes nicht ausreicht, lange Zeit hindurch Eiweissabgabe erfolgen, ohne dass in Folge der Verminderung des Körperfleisches eine Ausgleichung der Stickstoffeinnahmen und Ausgaben stattfindet. Mit einer Futterration, welche beträchtlich mehr Eiweiss enthält, als für Beharrungsfutter erforderlich ist, aus der aber auf 1 Theil Eiweiss nur 2 bis 5 Theile stickstofffreie Substanz verdaut werden, kann nach Schulze und Märker in kurzer Zeit Stickstoffgleichgewicht sich herstellen.

Die folgenden drei Tabellen habe ich aus der erwähnten Arbeit Voit's zusammengestellt; sie zeigen deutlich den Einfluss, welchen Fett und Kohlehydrat neben Fleisch in der Nahrung auf den Fleischumsatz im Körper ausübt.

---

*) Journ. f. Landw. 1871 Seite 173 u. folg.

**) Ebendaselbst 1870 Seite 310 u. folg.

Tabelle XXXI. Einfluss des Nahrungsfettes auf den Fleischumsatz im Körper.

Datum	Nahrung		Harnstoff in Grm.	Fleischumsatz im Tag in Grm.	Fleischänderung im Körper in Grm.	Ersparung an Fleisch in Proz.
	Fleisch in Grm.	Fett in Grm.				
1) 28. März 1859	1800	0	126·4			
29. „ „	1800	0	126·3	1774	+ 26	1·4
30. „ „	1800	0	127·9			
31. „ „	1800	0	127·6			
1. April „	1800	250	117·9			
2. „ „	1800	250	113·5			
3. „ „	1800	250	120·8	1634	+ 166	9·2
4. „ „	1800	250	115·7			
5. „ „	1800	250	119·7			
2) 2. bis 9. März 1863	1500	0	107·7	1500	—	—
9. „ 17. „ „	1500	30	106·7	1482	+ 18	1·2
17. „ 20. „ „	1500	60	107·2	1489	+ 11	0·8
20. „ 27. „ „	1500	100	103·8	1442	+ 58	3·9
27. März bis 1. April 1863	1500	150	102·3	1422	+ 78	5·2
1. bis 10. April 1863	1500	0	106·9	1484	+ 16	1·1
3) 19. Januar 1862	1500	0	109·9			
20. „ „	1500	0	110·7	1512	— 12	—
21. „ „	1500	0	109·2			
22. „ „	1500	150	102·0			
23. „ „	1500	150	103·6			
24. „ „	1500	150	107·3	1474	+ 26	1·7
25. „ „	1500	150	106·1			
26. „ „	1500	150	104·1			
27. „ „	1500	150	102·6			

Tabelle XXXII. Fleischumsatz bei steigenden und fallenden Fleisch- und gleichbleibenden Fettmengen in der Nahrung.

Datum	Nahrung		Fleischumsatz im Tag in Grm.	Fleischänderung im Körper in Grm.
	Fleisch in Grm.	Fett in Grm.		
4. Dezember 1857	450	250	344	+ 106
5. Dez. bis 6. Januar 1858	500	250	444	+ 56
6. bis 9. Januar 1858	750	250	660	+ 90
9. „ 11. „ „	1000	250	875	+ 125
12. „ 15. „ „	1250	250	1152	+ 98
15. „ 19. „ „	1500	250	1381	+ 119
19. „ 22. „ „	1500	250	1447	+ 53

Datum	Nahrung		Fleischumsatz im Tag in Grm.	Fleischänderung im Körper in Grm.
	Fleisch in Grm.	Fett in Grm.		
1. bis 3. Februar 1858	1500	150	1508	— 8
3. „ 6. „ „	1400	150	1374	+ 6
6. „ 8. „ „	1250	150	1210	+ 40
8. „ „	1150	150	1124	+ 26
9. bis 12. „ „	1000	150	1023	— 23
12. „ 14. „ „	950	150	934	+ 16
14. „ „	850	150	832	+ 18
15. bis 17. „ „	800	150	784	+ 16
17. „ „	700	150	747	— 47
18. „ „	650	150	536	+ 114
19. „ „	550	150	559	— 9
20. bis 22. „ „	450	150	553	— 103
22. „ 24. „ „	400	150	481	— 81

Tabelle XXXIII. Einfluss der Kohlehydrate auf den Fleischumsatz.

Datum	Nahrung in Grm.			Harnmenge im Tag in Grm.	Harnstoff im Tag in Grm.	Fleischumsatz im Tag in Grm.
	Fleisch	Kohlehydrat	Wasser			
1) 16. November 1857	150	100 Z.	415	197	13·7	227
17. „ „	150	150	95	193	13·7	227
18. „ „	150	250	107	164	13·1	219
19. „ „	150	350	185	156	13·6	226
20. „ „	150	350	260	248	13·4	223
21. „ „	150	350	154	268	13·0	218
2) 28. Oktober 1857	176	364 St.	397	339	12·8	194
29. „ „	176	364	400	244	12·5	190
30. „ „	176	100	93	323	18·1	267
31. „ „	176	150	75	203	15·6	232
1. November „	176	150	123	224	17·5	259
2. „ „	176	200	140	230	15·7	234
3. „ „	176	250	208	193	13·3	201
4. „ „	176	250	206	251	13·7	206
5. „ „	176	225	154	195	12·8	194
6. „ „	176	100	80	184	14·2	213
7. „ „	176	364	260	248	14·9	223

Die folgende Tabelle gestattet uns einen Vergleich zwischen Kohlehydraten und Fett bezüglich ihres Einflusses auf den Fleischumsatz im Körper.

Tabelle XXXIV. Vergleich des Einflusses von Kohlehydrat und Fett auf den Fleischumsatz im Körper.

Datum	Nahrung in Grm.		Harnstoff im Tag in Grm.	Fleischumsatz im Tag in Grm.
	Fleisch	Kohlehydrat oder Fett		
1) 16. bis 22. Nov. 1857	150	100 bis 350 Z.	13·4	224
22. Nov. bis 2. Dec. 1857	150	250 F.	15·6	233
2) 28. Okt. bis 8. Nov. 1857	176	100 bis 364 St.	15·1	220
8. bis 15. Nov. 1857	176	250 F.	16·2	237
3) 23. bis 25. Febr. 1861	400	200 F.	31·9	459
25. „ 28. „ „	400	250 St.	30·5	431
28. Febr. bis 3. März „	400	250 Z.	30·3	439
4) 19. bis 23. Juni 1859	500	250 F.	38·5	558
23. „ 26. „ „	500	300 Z.	32·7	466
26. „ 29. „ „	500	200 Z.	35·6	505
29. Juni bis 2. Juli 1859	500	100 Z.	37·9	537
5) 17. bis 22. Febr. 1865	800	250 St.	52·8	745
22. „ 25. „ „	800	200 F.	54·7	773
6) 23. bis 26. Juli 1864	1000	0	73·5	1028
26. Juli 1864	1000	100 St.	68·5	960
27. „ „	1000	400 St.	60·2	844
27. Juli bis 1. Aug. 1864	1000	0	79·6	1112
1. August 1864	1000	100 F.	74·5	1042
2. „ „	1000	300 F.	69·3	970
3. „ „	1000	0	80·2	1134
7) 7. bis 12. Januar 1859	2000	200 bis 300 St.	128·4	1792
12. „ 15. „ „	2000	250 F.	135·9	1883

Durch Zusatz von Kohlehydraten zur nämlichen Fleischnahrung wird also der Fleischumsatz im Körper mehr herabgesetzt, als durch Fettzusatz. Aus den späteren Versuchen von Pettenkofer und Voit ergibt sich, dass im Mittel 175 Theile Stärke die gleiche Wirkung haben, wie 100 Theile Fett. Dieses Ergebniss ist von wesentlicher Bedeutung für die Landwirthschaft und es widerspricht namentlich den Fütterungsnormen der Agrikulturchemiker. Die letzteren nehmen an, dass 100 Theile Fett (weil sie angeblich dieselbe Sauerstoffmenge in Beschlag nehmen) gleichwerthig seien 240 Theilen Stärkmehl. Auf Grund dieser Annahme enthalten sämmtliche Fütterungsnormen in der Rubrik „stickstofffreie Stoffe“ die Summe der Fettstoffe mit 2·4 multi-

plizirt, beziehungsweise auf das „Stärkmehl-Aequivalent" erhoben. Pettenkofer und Voit*) erklären dies Verfahren für „vollkommen falsch", denn es komme darauf an, wie die Bedingungen im Thierkörper für den Zerfall des Fettes und der Kohlehydrate sich gestalten, und darnach richte sich dann sekundär der Sauerstoffverbrauch. Darum sei auch die Sauerstoffaufnahme unter sonst gleichen Umständen nicht die nämliche bei der Fütterung mit Fett oder Kohlehydraten. In einem Versuche der letztgenannten Forscher wurde bei Stärkezusatz viel weniger Sauerstoff aufgenommen und auch etwas weniger Kohlensäure (bei Fett 100, bei Stärke 92) ausgeathmet, obwohl die Wirkung der beiden stickstofffreien Nahrungsstoffe im Körper nahezu die gleiche war. In einem anderen Versuche, wo das Fett und die Stärke die gleichen Dienste thaten, wurde bei der Darreichung von Stärkmehl ebenfalls weniger Sauerstoff eingeathmet; die Kohlensäureausscheidung verhielt sich in Fett und Stärke wie 100 : 97, in einem dritten Versuche wie 100 : 99.

Tabelle XXXV enthält die von Schulze und Märker an Hammeln gewonnenen Zahlen; sie zeigt eine Vermehrung des Fleischansatzes bei gesteigerter Menge der verdauten stickstofffreien Nährstoffe.

Tabelle XXXV. Einfluss stickstofffreier Nahrungsstoffe auf den Eiweissansatz bei Hammeln.

Nummer des Versuches	Mittleres Körpergewicht in Kilo	Art des Futters	Das Stück im Tag			
			Eiweiss verdaut in Grm.	Stickstofffreie Substanz verdaut in Grm.	Eiweiss	
					umgesetzt**) in Grm.	angesetzt in Grm.
13	55·51	Heu	57·1	514·9	58·6	— 7·0
12	52·31	Heu und starke Haferration	67·9	641·8	54·8	+ 8·0
11	51·99	Heu und schwache Haferration	68·1	587·4	56·2	+ 6·8
10	51·17	Heu und Gerste	72·5	587·3	54·7	+ 12·7
20	61·11	Heu	57·6	525·8	61·8	— 8·8
5	53·39	Heu	69·5	561·6	52·8	+ 12·2
22	61·58	Grummet	108·1	545·3	102·5	+ 1·0
17	60·69	Heu und starke Kleberration	248·3	533·9	237·6	+ 6·1
21	49·81	Heu	49·1	436·6	50·6	— 6·6
2	43·12	Heu	59·7	512·1	49·1	+ 5·5
23	49·73	Grummet	83·4	428·1	80·3	— 2·0
9	45·73	Heu und starke Bohnenration	156·6	580·1	142·5	+ 9·0
6	45·64	Heu und Stärkmehl	30·6	526·7	24·3	+ 1·4
14	47·10	Heu	51·8	476·4	49·9	— 2·4
8	46·69	Heu, Bohnenschrot und Stärkmehl	85·8	662·0	63·6	+ 17·3
7	46·13	Heu und schwache Bohnenration	116·8	570·5	96·0	+ 15·9

*) Zeitschr. f. Biol. IX. 534.

**) Das Eiweiss (wasserfrei) ist aus dem Harnstickstoff berechnet durch Multiplikation desselben mit 6·25.

§. 235. *Der Eiweissumsatz unter dem Einflusse von Wasser und Kochsalz.*

Den Einfluss des Tränkwassers auf den Eiweissumsatz im Hungerzustande haben wir bereits in §. 232 (siehe Tab. XXIV) kennen gelernt. Ebenso wie beim Hunde, erhöht die Vermehrung der Wassereinnahme die Harnstoffausscheidung, beziehungsweise den Eiweissumsatz, beim Menschen (siehe unten Tab. XXXVI) und beim Pflanzenfresser (siehe Tab. XXXVII und XXXVIII).

Nach C. Voit*) bewirkt das eingenommene Wasser durch Vermehrung der Saftströmung einen grösseren Stoffwechsel, aber nur wenn es durch die Organe sich bewegt. Selbst das überschüssig gesoffene Wasser wird nämlich nicht sogleich vollständig aus dem Blute wieder ausgeschieden, sondern es läuft durch den Körper hindurch, und frägt Zelle für Zelle, ob sie nicht Wasser nöthig habe, denn wir sehen die Sekretionen, z. B. die Gallenabsonderung, nach Wassergenuss reichlicher werden. Die Eiweisszersetzung ist nach Voit unter sonst gleichen Umständen abhängig von der Quantität des durch die Gewebe bewegten Eiweisses; das Wasser befördert die Strömung des Zirkulationseiweisses, also muss es einen stärkeren Umsatz hervorrufen und die Harnstoffmenge vermehren.

Da auch das Kochsalz, vermöge seiner physikalischen Eigenschaften, die Saftströmung im Organismus erhöht, so vermehrt es ebenfalls die Zersetzung des Eiweisses, und zwar zunächst des Zirkulationseiweisses; darum vergrössert sich die Harnstoffausscheidung nach Aufnahme von Kochsalz in der Nahrung.

Nach E. A. Genth**) vermehrte sich, als er selbst mehr Trinkwasser einnahm, die Harnstoffmenge wie die folgende Tabelle zeigt.

---

*) Untersuchungen über den Einfluss des Kochsalzes u. s. w. München 1860. Seite 62.

**) „Untersuchungen über den Einfluss des Wassertrinkens auf den Stoffwechsel". Wiesbaden 1856.

Tabelle XXXVI. Einfluss des Wassers auf die Harnstoffausscheidung beim Menschen.

Nummer des Versuches	Wasseraufnahme in Grm.	Mittlere Harnstoffmenge in Grm.	Wasser im Harn in Grm.
1	Normalkost	44·6	1260
2	Normalkost	40·2	1187
3	Normalkost mit $2^2/_3$-stünd. Bewegung	45·0	1189
4	2000 Wasser	46·6	3179
5	2000 Wasser während des Essens	50·1	3101
6	4000 Wasser ohne Bewegung	54·3	5435
7	4000 Wasser mit Bewegung	52·1	5003
8	1000 Wasser	46·4	2255
9	Gewöhnliche Kost, 1000 Wasser	39·5	1567

Die nächste Tabelle zeigt uns den Einfluss des Tränkwassers auf den Eiweissumsatz bei Ochsen aus den unter Leitung Henneberg's*) in Weende ausgeführten Versuchen.

Tabelle XXXVII. Einfluss des Tränkwassers auf den Eiweissumsatz beim Ochsen.

Nummer des Versuches	Art der Nahrung	Minimale Wasseraufnahme			Maximale Wasseraufnahme		
		24-stünd. Durchschnittswerthe in Grm. für			24-stünd. Durchschnittswerthe in Grm. für		
		Tränkwasser	Eiweissumsatz	Harn	Tränkwasser	Eiweissumsatz	Harn
	Tränkwasser am gleichen Tage						
4	Eiweissreiches Futter	50450	1050	13540	60950	993	13480
5	„ armes „	37200	512	11875	52400	456	10770
6	„ „ „	44450	357	10985	57750	376	10930
7	„ reiches „	50550	1057	13875	62500	1079	13895
8	„ „ „	52800	900	12205	59450	927	12350
	Tränkwasser am vorhergehenden Tage						
4	Eiweissreiches Futter	50150	1009	12970	60900	981	13930
5	„ armes „	39700	464	11275	52400	504	11375
6	„ „ „	46000	340	10895	57900	393	11025
7	„ reiches „	49700	1037	13475	60800	1099	14295
8	„ „ „	53250	870	12040	59900	958	12515

*) Journ. f. Landw. 1871. S. 185.

Tabelle XXXVIII ist Stohmann's*) Versuchen an einer Ziege entnommen.

Tabelle XXXVIII. Einfluss des Tränkwassers auf den Eiweissumsatz bei der Ziege.

Datum	Nahrung in Grm.	Tränkwasser in Grm.	Stickstoff im Harn	Prozentänderung des Stickstoffes im Harn
Mittlere Stickstoffausscheidung vorher:			28·90	—
11. Mai	700 Heu, 800 Leinmehl	6150	33·10	+ 14·5
12. „		3600	29·34	— 11·4
13. „		3650	28·69	— 2·2
14. „		3275	27·52	— 4·1

Die folgende Tabelle zeigt den Einfluss des Kochsalzes in der Nahrung auf die Harnstoffausscheidung in den oben erwähnten Versuchen Voit's am Hunde. In den Versuchen 1 bis 7 nahm der Hund bei gleichbleibender Fleischnahrung unbeschränkt Tränkwasser auf; in den Versuchen 8 bis 11 empfing er nur so viel Wasser, wie in 1500 Grm. Nahrungsfleisch enthalten war. Es ist daraus zu ersehen, dass bei vermehrter Salzzufuhr die Harnstoffausscheidung sich ganz unabhängig vom Tränkwasser steigerte.

Tabelle XXXIX. Einfluss des Kochsalzes auf die Harnstoffausscheidung beim Hunde.

Nummer des Versuches	Kochsalzaufnahme in Grm.	Gesammtmenge des aufgenommenen Wassers in Grm.	Wasser im Harn in Grm.	Harnstoff im Harn (Mittel) in Grm.
1	0	1318	898	108·4
2	10	1474	1046	108·9
3	5	1454	928	110·4
4	20	1803	1284	112·6
5	10	1506	1039	110·4
6	5	1287	968	107·9
7	0	1173	972	108·1
8	5	1138	898	110·0
9	10	1138	987	112·2
10	20	1138	1124	113·0
11	0	1138	828	106·6

*) Landw. Versuchsstationen XII. S. 399.

Die folgende Tabelle habe ich zusammengestellt aus Versuchen an Hammeln von Weiske.*) Die Thiere bekamen durch die ganze Versuchszeit ein gleichbleibendes Futter von 642·8 Grm. trockenem Wiesenheu, 220·5 Grm. trockenem Strohhäcksel, 218·8 Grm. trockenem Gerstenschrot das Stück im Tag, und Tränkwasser unbeschränkt; dazu die aus Tabelle XL ersichtlichen Mengen von Kochsalz das Stück im Tag. Die angegebenen Zahlen stellen das Mittel dar aus der 12-tägigen Versuchsperiode, während welcher der Stickstoffgehalt des Harnes bestimmt wurde. Man erkennt bei Hammel I deutlich die Vermehrung des Harnstickstoffes bei steigender Kochsalzzufuhr; bei Hammel II ist die Steigerung der Kochsalzzufuhr von 5 auf 10 Grm. ohne Einfluss geblieben.

Tabelle XL. Einfluss des Kochsalzes auf die Stickstoffausscheidung im Harn bei Hammeln.

Versuchsreihe	Versuchszeit	Kochsalzaufnahme in Grm.	Wasseraufnahme in Grm.	Harnmenge in Kzm.	Stickstoff im Harn in Grm.	Wasseraufnahme in Grm.	Harnmenge in Kzm.	Stickstoff im Harn in Grm.
			Hammel I			Hammel II		
1	13. bis 24. Juni	0	1591	764	7·40	1916	725	7·20
2	16. „ 27. Juli	5	2251	1158	8·16	2651	1305	7·43
3	13. „ 24. Aug.	10	2208	1278	8·57	2627	1295	7·11
4	8. „ 19. Sept.	0	1749	780	8·22	2382	1121	7·49

§. 236. *Der Umsatz der Fettstoffe.*

Die Fette werden im thierischen Organismus schliesslich zu Kohlensäure und Wasser oxydirt. Ehe sie aber in diese Endprodukte umgewandelt werden, durchlaufen sie zahlreiche Zwischenstufen, die grösstentheils unbekannt sind. Ob die sogenannten flüchtigen Fettsäuren (wie Essigsäure, Ameisensäure, Buttersäure) und andere Zersetzungsprodukte der Fette, oder der Eiweisskörper sind, ist noch fraglich; sie können ebenso aus diesen, wie aus jenen entstehen. Als eine Zwischenstufe, beziehungsweise Rückbildungsstufe der Fette, gelten allgemein die Seifen. Nach Gorup-Besanez**) werden Fette, wenn sie in Gegenwart von kohlensaurem Alkali mit aktivem Sauerstoff behandelt werden, sehr rasch verseift, wobei das Glycerin vollständig zerstört wird; die hierdurch in Freiheit gesetzten fetten Säuren verbinden sich alsdann mit dem Alkali, unter Austreibung der Kohlensäure.

*) Journ. f. Landw. 1874. S. 370.

**) Lehrb. der physiol. Chemie. 1874 S. 183.

Diese Bedingungen sind im Blute gegeben, wo auch die Gegenwart verseifter Fette mehrfach nachgewiesen ist.

Gorup-Besanez meint, dass die gebildeten Seifen möglicherweise durch Oxydation in die Salze der flüchtigen Fettsäuren umgewandelt werden. In Wirklichkeit aber sind uns die weiteren Veränderungen der Fette noch unbekannt. Der genannte Forscher hält, angesichts der Thatsache: dass die Seifen, einmal durch die Einwirkung des aktiven Sauerstoffes auf Fette bei Gegenwart von Alkali gebildet, der weiteren Einwirkung desselben lange widerstehen — sich zu dem Schlusse berechtigt: dass zur weiteren Verwandlung der Fette, ausser der Gegenwart des Sauerstoffes, noch andere im Organismus liegende Bedingungen erforderlich sind. Aber auch diese Bedingungen sind uns unbekannt.

Hugo Schulz*) hat versucht Rindsfett bei gewöhnlicher Temperatur zu oxydiren; er fand jedoch, dass der Sauerstoff der Luft dazu allein nicht fähig sei, selbst wenn das Fett im Zustande sehr feiner Vertheilung sich befand. Der Sauerstoff bedarf nach Schulz noch der unterstützenden Gegenwart eines, oder vielleicht auch mehrerer Fermente, die mit dem Sauerstoffe vereint, entweder durch ihre eigene Zersetzung auf das Fett einwirken, oder durch ihre blosse Anwesenheit dem Sauerstoffe die Möglichkeit gewähren, das Fett zu oxydiren. Diese Fermente aber hat Schulz auch bei stärkster Vergrösserung im ranzigen Fette nicht auffinden können. Bemerkenswerth ist, dass Schulz bei einer Temperatur von 152° C. ein deutliches Leuchten des der Oxydation unterworfenen Rindsfettes wahrnehmen konnte.

Aus den Versuchen an Hunden von Pettenkofer und Voit**) ergibt sich, dass im Hungerzustande nicht nur Fleisch, sondern auch Fett vom Körper zersetzt wird. Wurde dem Hunde bei Eiweisshunger 100 Grm. Fett gereicht, so steigerte sich im Körper der Fettverbrauch nicht; es wurde sogar Fett aus der Nahrung angesetzt. Bei grösserer Menge Nahrungsfett aber (350 Grm.) wurde bei Eiweisshunger mehr Fett zersetzt als bei völligem Hunger (siehe unten Tab. XLI).

Für den Fettverbrauch ist die Menge des aus dem Darme aufgesogenen Fettes von Bedeutung, insofern bei grösseren Gaben von Fett und einer nicht zu grossen Menge von Nahrungseiweiss

*) Arch. f. Physiol. XV, 398.
**) Zeitschr. f. Biol. V, 369.

— mehr Fett verbraucht wird, als bei kleineren Gaben (siehe unten Tab. XLII).

Der von Pettenkofer und Voit zu ihren Versuchen benutzte Hund verbrauchte im Hungerzustande im Mittel 38 Grm. Eiweiss und 107 Grm. Fett vom Körper. Reichte man dem Thiere nur Eiweiss im Futter, so wurde die Fettabgabe vom Körper immer geringer und hörte schliesslich ganz auf, nämlich dann: wenn aus dem Eiweisse so viel Fett entstanden war, dass kein Fett des Körpers oder der Nahrung zersetzt wurde; bei ausschliesslicher Eiweissnahrung wurde sogar Fett angesetzt. Das Gleiche trat ein bei Zusatz von Fett zum Eiweisse der Nahrung; bei weniger Eiweiss wurde noch vom Fette der Nahrung zersetzt, bei mehr Eiweiss nichts mehr, vielmehr wurde alles Fett aufgespeichert.

Der Fettumsatz im Körper ist demnach abhängig: von der Menge des aufgenommenen Nahrungsfettes und von dessen Verhältniss zur Menge des Nahrungseiweisses.

Der Fettumsatz wird ferner bestimmt: durch den Fettgehalt des Körpers. Nach Pettenkofer und Voit zersetzt ein bereits fetter Körper unter sonst gleichen Umständen mehr von dem ihm zugeführten Fette, als ein magerer. Bei Fütterung ihres Hundes mit 400 Fleisch und 200 Fett wurde viel Fett (159 Grm.) umgesetzt, weil durch das vorausgehende reichliche Futter im Körper viel Fett abgelagert war; während in der Versuchsreihe mit 500 Fleisch und 100 Fett, täglich nur 66 Fett zur Zersetzung kam, weil vorher der Körper durch Fütterung mit 500 Fleisch in 22 Tagen 1000 Fett eingebüsst hatte. Auch in der Versuchsreihe mit 500 Fleisch und 200 Fett fand sich anfangs, als das Thier noch ärmer an Fett war, ein geringerer Fettumsatz (93 Grm.) als später (120 Grm.), wo schon viel Fett abgelagert war. Am 18. Juni 1863 betrug bei 1500 Fleisch und 100 Fett der Fettverbrauch 109 Grm., nachdem das Thier in der vorausgehenden langen Reihe (vom 20. April bis 1. Juni) bei 500 Nahrungsfleisch viel Fett verloren hatte, und auch in der darauffolgenden Versuchsreihe (1. bis 18. Juni) bei 1500 Fleisch nur wenig reicher daran geworden war; dagegen wurde bei Zufuhr von 1500 Fleisch und 100 Fett, wo das Thier besser ernährt war, nur 91 Fett zersetzt.

Ist also der Körper arm an Fett, so wird nach Pettenkofer und Voit das aus der Nahrung, oder aus dem zersetzten Eiweisse stammende Fett leicht abgelagert, beziehungsweise weniger davon

zersetzt; ist dagegen viel Fett am Körper schon angesammelt, so stehen der weiteren Ablagerung grössere Hindernisse im Wege.

Auch das Verhältniss von Organeiweiss zu zirkulirendem Eiweiss im Körper ist massgebend für den Umsatz des Fettes. Je grösser der Vorrath des zirkulirenden Eiweisses ist, desto grösser ist nicht bloss die Eiweisszersetzung, sondern auch die Fettzersetzung. Als der Hund in den Versuchen von Pettenkofer und Voit während 47 Tagen 500 Fleisch und 200 Kohlehydrate, und dann während 58 Tagen 500 Fleisch und 200 Fett erhalten hatte und dabei sehr fett geworden war, bewirkte die Zufuhr von 1500 Fleisch anfangs eine tägliche Fettabgabe von 40 Grm., die später aufhörte. Aehnlich war es in anderen Versuchsreihen mit 1500 Fleisch, wo immer dann in der ersten Zeit Fett abgegeben wurde, wenn der Körper vorher reich an Fett geworden war; dagegen wurde Fett aus Eiweiss angesetzt, wenn vorher reines Fleisch ohne stickstofffreie Stoffe gefüttert war, oder das Thier gehungert hatte, d. h. wenn in beiden Fällen der Fettbestand des Körpers geringer war.

Von grossem Einflusse auf den Fettumsatz im Körper ist die mechanische Arbeit. Diesen Einfluss lernen wir kennen aus dem schon früher erwähnten Versuche von Pettenkofer und Voit an einem arbeitenden Mann. Letzterer zersetzte im Hungerzustande bei Ruhe 209 Fett, bei Arbeit 380 Fett, bei mittlerer Kost und Ruhe 219 Fett, bei mittlerer Kost und Arbeit 330 Fett; dagegen war der Fleischumsatz bei Ruhe und Arbeit gleich, nämlich im Hungerzustande 311, bei mittlerer Kost 568 (bei Ruhe) und 567 (bei Arbeit).

Tabelle XLI. Einfluss des Nahrungsfettes auf den Stoffwechsel im Hungerzustande.

Stoffumsatz	Vollständiger Hunger			Eiweisshunger		
				100 Grm. Fett in der Nahrung		350 Grm. Fett in der Nahrung
	2. Tag	5. Tag	8. Tag	8. Tag	10. Tag	2. Tag
Fleischverbrauch vom Körper . .	341	167	138	159	131	227
Fettverbrauch vom Körper. . . .	86	103	99	94	101	164
Sauerstoffaufnahme	371	358	335	262	226	522
Wasserabgabe durch Athmung .	281	324	184	223	216	378
Kohlensäureabgabe durch Athm.	380	358	334	302	312	519

Die vorstehende Tabelle XLI zeigt den Fleisch- und Fettverbrauch vom Körper bei vollständigem Hunger, und bei Fettnahrung und Eiweisshunger.

Aus der nächsten Tabelle ersehen wir den Einfluss des Fettes (als Zusatz zur Fleischnahrung) auf die Zersetzung des Fleisches und des Fettes am Körper. Der erstangeführte Versuch (100 Fett bei Eiweisshunger) ist aus vorstehender Tabelle (vom 8. Tage) wiederholt. Man sieht daraus, dass 100 Grm. Fett allein (ohne Fleisch in der Nahrung) mehr Fett vom Körper zersetzte, als wenn dazu noch 500 Grm. Fleisch gereicht wurden; noch weniger Körperfett wurde zersetzt bei 100 Grm. Fett und 1500 Grm. Fleisch in der Nahrung.

Tabelle XLII. Einfluss des Fettes auf den Stoffwechsel bei Fleischnahrung.

Versuchszeit	Nahrung		Aenderung am Körper				Sauerstoff	
	Fleisch in Grm.	Fett in Grm.	Fleisch zersetzt in Grm.	Fleisch angesetzt in Grm.	Fett zersetzt in Grm.	Fett angesetzt in Grm.	aufgenommen in Grm.	nöthig in Grm.
1. April 1862	0	100	159	— 159	94	+ 6	262	303
20. bis 25. Febr. 1861 .	400	200	450	— 50	159	+ 41	—	586
20. April bis 11. Mai 1863	500	0	566	— 66	47	— 47	329	330
12. Mai 1863	500	100	491	+ 9	66	+ 34	375	323
3. Juni bis 31. Juli 1862	500	200	517	— 17	109	+ 91	317	394
20. bis 22. April 1861 .	800	350	635	+ 165	136	+ 214	—	584
9. „ 17. März 1863 .	1500	30	1457	+ 43	0	+ 32	438	480
17. „ 20. „ „ . .	1500	60	1501	— 1	21	+ 39	503	486
20. „ 27. „ „ . .	1500	100	1402	+ 98	9	+ 91	456	479
18. Juni 1863	1500	100	1451	+ 49	0	+ 109	397	442
27. März bis 1. April 1863	1500	150	1455	+ 45	14	+ 136	521	493

§. 237. *Der Umsatz der Kohlehydrate.*

Von den Kohlehydraten gehen, durch Einwirkung diastatischer Fermente (hauptsächlich im Bauchspeichel), Stärkmehl, Dextrin und Rohrzucker schliesslich in Traubenzucker*) über; dieselbe Umwandlung erfährt theilweise auch die Zellulose; aus

*) Nach O. Nasse (Arch. f. Physiol. XIV, 476) bilden die thierischen diastatischen Fermente aus Stärke nicht Traubenzucker, sondern ein bisher unbekanntes Kohlehydrat, welches Nasse „Speichelzucker" (Amylum-Ptyalose) nennt. Die Ptyaloselösungen sollen die Eigenschaften besitzen, dass ihr Reduktionsvermögen (namentlich gegen essigsaures Kupferoxyd in schwach essigsaurer Lösung) durch Kochen mit Schwefelsäure verdoppelt wird; im Vergleiche mit Traubenzucker soll die Ptyalose eine geringere Löslichkeit im Alkohol besitzen. Ausser Ptyalose wird noch Achroodextrin gebildet.

dem Milchzucker entsteht Milchsäure. Von den Bestandtheilen der Stärke wird zuerst die Granulose in Dextrin und Traubenzucker umgewandelt und von dem Reste (den Brücke Erythramylum genannt hat) wird die Erythrogranulose leichter zersetzt als die Zellulose, welche theilweise unzersetzt bleibt.

Der aus den übrigen Kohlehydraten entstandene Traubenzucker wird theils direkt in das Blut aufgesogen, wo er rasch in Kohlensäure und Wasser zersetzt wird, theils geht er im Darmkanale, und zwar hauptsächlich im Dünndarme, die Milchsäuregährung ein; die daraus entstandenen milchsauren Salze treten in die Blutbahn und werden hier in kohlensaure Salze umgesetzt, die im Harne zur Ausscheidung gelangen. Der Theil des noch unzersetzten Traubenzuckers, der in den Dickdarm gelangt, geht hier die Buttersäuregährung ein.

Die direkte Verbrennung des Traubenzuckers im Blute wird durch die Versuche von Pettenkofer und Voit*) bewiesen; sie soll nach diesen binnen 24 Stunden fast vollständig zu Stande kommen. Nach Fütterung mit stärkmehl- und zuckerreicher Nahrung sahen Pettenkofer und Voit weit mehr Kohlensäure in der Ausathmungsluft erscheinen, als nach alleiniger Fleischnahrung. Würde die grössere Menge der mehr ausgeschiedenen Kohlensäure auch von zersetzten Eiweisskörpern herrühren, dann müsste zugleich die Harnstoffausscheidung entsprechend vermehrt sein. Eine Vermehrung der Kohlensäureausscheidung in Folge von Fettzersetzung ist wohl möglich, doch ist bei stärkmehl- und zuckerreicher Nahrung die Zersetzung von Fett im Organismus nicht zu erwarten, da sich das Fett schwerer zersetzt als die Kohlehydrate und da, wie wir aus §. 234 wissen, unter dem Einflusse der Kohlehydrate Fett erspart und angesetzt wird. Ist dagegen in den Ausgaben des Körpers weniger Kohlenstoff als in der Nahrung enthalten und als aus dem zersetzten Eiweisse berechnet werden kann, so ist Kohlenstoff im Körper zurückgehalten; Pettenkofer und Voit bringen ihn als Fett in Rechnung.

Von anderen Forschern, namentlich von Pavy und Luchsinger wird dem in die Blutbahn aufgenommenen Zucker noch eine andere Rolle zuertheilt, nämlich die Bildung von Glykogen in der Leber. Diese Annahme stützt sich auf die Thatsache, dass nach reichlicher Zuckerfütterung der Glykogengehalt der

*) Zeitschr. f. Biol. IX, 435 u. folg.

Leber grösser ist. Gegen die hauptsächlich von Luchsinger vertretene „Anhydridhypothese“ macht v. Mering*) geltend: dass Körper von der verschiedensten chemischen Zusammensetzung (Kohlehydrate, Fleisch und Albuminate) stets nur ein und dasselbe Glykogen liefern, welches bei Wasseraufnahme stets in Traubenzucker allein umgewandelt wird.

Auf Grund seiner an Hühnern ausgeführten Versuche behauptet Wolffberg**), dass das Glykogen ein Zwischenprodukt der Umsetzungen im thierischen Organismus sei, welches fortwährend bei dem Zerfalle von Eiweiss erzeugt werde und sich wie andere im Wasser schwerer lösliche, oder schwerer diffundirbare Zersetzungsprodukte, in den Organen (hauptsächlich in der Leber und in den willkürlichen Muskeln) bis zu einem gewissen Grade anhäufe, abhängig von der Menge in der es erzeugt und zerstört werde. Die Quantität des im Körper erzeugten Glykogenes richtet sich nach Wolffberg nach der Grösse der Eiweisszersetzung; der Zerfall desselben, durch welchen höchst wahrscheinlich in erster Linie Zucker***) hervorgeht, wird bestimmt durch die Bedingungen der Zersetzungen in den Zellen und durch die Gegenwart anderer Stoffe, welche schwerer oder leichter als das Glykogen zerstört werden. Man ist daher nicht im Stande, aus dem Grade der Anhäufung des Glykogenes auf den Grad der Erzeugung desselben zu schliessen. Alle Erscheinungen der Glykogenanhäufung lassen sich nach Wolffberg mit Leichtigkeit erklären, wenn man nach den Untersuchungen von Pettenkofer und Voit annimmt, dass sehr rasch und in grösster Menge das Eiweiss im Thierkörper in seine Komponenten (von denen einer das Glykogen ist) zerfällt, und dass von den stickstofffreien Stoffen am leichtesten und vollständig der Zucker zersetzt wird,

---

*) Arch. f. Physiol. XIV, 283.

**) Zeitschr. f. Biol. XII. 266 u. folg.

***) Nach J. Seegen (Zentralbl. f. d. med. Wissensch. 1876. Nr. 48) enthielt eine Glykogenlösung nach vollständig abgelaufener Fermentation nur einen Bruchtheil des Traubenzuckers, welcher entstehen sollte, wenn die ganze gelöste Glykogenmenge in Traubenzucker umgewandelt wäre. Nach O. Nasse (a. a. O. S. 478) bildet sich durch Einwirkung des diastatischen Fermentes aus Glykogen nicht Traubenzucker, sondern Achroodextrin und Ptyalose (Glykogen-Ptyalose). In dieser Beziehung verhalten sich Leber- und Muskelglykogen gleich. Die vollkommen todtenstarre Leber aber enthält nach Nasse Traubenzucker, beziehungsweise eine Zuckerart, deren Reduktionsvermögen durch Erhitzen mit Schwefelsäure nicht weiter erhöht wird.

dann das schwerer diffundirbare Glykogen, dann das aus dem Eiweiss abgespaltene Fett, dann das aus dem Darme eben in die Säfte gelangte Fett und endlich das im Fettzellgewebe eingeschlossene Fett.

Im Hungerzustande wird aus dem zerfallenden Eiweisse stets Glykogen erzeugt, aber es zersetzt sich rasch weiter und häuft sich nicht an, weil es leichter zerlegt wird als das Fett im Fettgewebe, welches in so grosser Menge beim Hunger zu Grunde geht. Bei ausschliesslicher Fütterung mit eiweissartigen Substanzen wird entsprechend der Zersetzung derselben viel Glykogen erzeugt, aber so wie dabei auch das aus dem Eiweisse sich abspaltende Fett in den meisten Fällen alsbald zerstört wird, so ist es nach Wolffberg auch mit dem Glykogen. Nur bei grossen Gaben von Eiweiss spaltet sich mehr Fett ab, als nachträglich zersetzt werden kann; dann wird etwas von demselben angesetzt und häuft sich auch Glykogen in geringer Menge an.

Gibt man ausschliesslich Fett, oder Fett mit Eiweiss, so findet sich nach Wolffberg kein oder nur wenig Glykogen vor, da das aus dem Eiweisse hervorgegangene Glykogen ungleich leichter zersetzt wird, als das aus dem Eiweisse entstandene, oder das aus dem Darme aufgesogene Fett. Erst in dem äussersten Falle, wenn alles aus dem Eiweisse abgespaltene Fett im Körper abgelagert ist, kann auch Glykogen angehäuft werden.

Bei alleiniger Zufuhr von Kohlehydraten kann alles aus dem dabei in geringer Menge zerlegten Eiweisse gebildete Glykogen abgelagert bleiben, da das letztere schwerer zersetzt wird, als der vom Darme kommende Zucker. Wird mit den Kohlehydraten zugleich Eiweiss beigebracht und zerlegt, so entsteht allerdings mehr Glykogen und es kann bei reichlicher Zuckerzufuhr auch mehr angehäuft werden; bei der reichlichen Eiweisszersetzung werden aber auch die Bedingungen für den Zerfall der stickstoffreien Stoffe günstiger. Es kommt also nach Wolffberg viel auf das richtige Verhältniss des Zuckers zum Eiweiss an, denn sobald verhältnissmässig zu wenig Zucker vorhanden ist, wird neben dem im Ueberschusse gegebenen Eiweiss nicht nur der Zucker, sondern auch das Glykogen zersetzt.

Nach O. Nasse*) verringert sich der Glykogenhalt der Muskeln im Zustande der Muskelstarre, und nach dem Tode des

*) Arch. f. Physiol. XIV. 482.

Thieres besitzen diejenigen Muskeln am wenigsten Glykogen, welche vor dem Tode am thätigsten waren. Diese Thatsache lässt nach Nasse vermuthen, dass (wenigstens im erwachsenen Organismus) das Glykogen ein wesentlicher Bestandtheil der kontraktilen Substanz als solcher, und nicht in ihr bloss aufgespeichert ist wie in der Leber. Der aus dem Muskelglykogen entstandene Zucker ist von Meissner „Fleischzucker" genannt worden. In der Muskelstarre, also nach der Thätigkeit des Muskels, verwandelt sich der Fleischzucker in Milchsäure (Fleischmilchsäure). Auf diese Umwandlungen im Muskel kommen wir in §. 240 zurück.

Tabelle XLIII. Einfluss der Kohlehydrate auf die Ausscheidung von Kohlensäure und Aufnahme von Sauerstoff.

Nummer des Versuches	Nahrung in Grm.			Harn in Grm.		Athmung in Grm.	
	Fleisch	Kohlehydrat	Wasser	Menge	Harnstoff	CO_2	O
1	400	250 St.	390	312	30·8	544·9	(439·7)
2	400	250 Z.	350	276	26·9	537·8	(434·7)
3	0	450 St.	405	309	13·6	545·7	(429·6)
4	800	450 „	339	504	42·8	663·6	(472·2)
5	1800	450 „	701	1035	105·7	840·8	(611·2)
6	0	700 „	507	388	12·7	696·0	—
7	0	700 „	869	392	13·8	547·1	—
8	500	200 „	144	451	42·1	423·8	171·1
9	500	200 „	159	390	41·8	410·6	393·2
10	500	200 „	141	394	38·6	407·9	265·3
11	500	200 „	147	419	40·5	411·1	262·8
12	500	200 „	169	396	40·6	426·7	282·0
13	500	200 Z.	0	389	38·0	538·5	368·8
14	500	200 „	0	398	40·2	403·1	215·9
15	500	200 „	0	384	37·3	419·9	233·7
16	500	200 „	0	418	37·8	413·7	202·2
17	500	200 St.	144	436	42·0	416·0	305·0
18	500	200 „	164	362	34·7	420·6	240·9
19	500	200 „	197	347	36·9	428·3	258·7
20	1500	200 „	520	987	104·2	866·9	759·5
21	1500	200 „	156	1051	104·8	678·8	561·5
22	400	400 „	385	538	28·4	577·7	467·5
23	0	700 „	1000	446	10·9	785·2	—
24	0	577 „	1000	457	17·5	799·5	—

Tabelle XLIV. Einfluss der Kohlehydrate auf die Stoffänderung im Körper.

Nahrung in Grm.			Aenderung im Körper in Grm.						Sauerstoff in Grm.	
			Fleisch		Stärke oder Zucker zersetzt	Fett				
Fleisch frisch	Stärke oder Zucker trocken	Fett	zersetzt	am Körper		aus Nahrung	vom Körper ab	aus Eiweiss an	auf	nöthig
0	379 St.	17	211	— 211	379 St.	+ 17	—	24	—	430
0	608 „	22	193	— 193	608 „	+ 22	—	22	—	—
400	210 „	10	436	— 36	210 „	— 10	8	—	—	440
400	227 Z.	—	393	+ 7	227 Z.	—	25	—	—	435
400	344 St.	6	344	— 13	344 St.	+ 6	—	39	467	382
500	167 „	6	530	— 30	167 „	+ 6	—	8	268	269
500	182 Z.	—	537	— 37	182 Z.	—	—	16	255	350
800	379 St.	14	608	+ 192	379 St.	+ 14	—	55	—	472
1500	172 „	4	1475	+ 25	172 „	+ 4	—	43	561	487
1800	379 „	10	1469	+ 331	379 „	+ 10	—	112	—	611

Die beiden vorstehenden Tabellen aus der Abhandlung von Pettenkofer und Voit*) „über die Zersetzungsvorgänge im Thierkörper bei Fütterung mit Fleisch- und Kohlehydraten und Kohlehydraten allein", zeigen uns den Einfluss der Kohlehydrate in der Nahrung auf die Menge der ausgeathmeten Kohlensäure und des eingeathmeten Sauerstoffes, sowie auf die Stoffänderung im Körper. Die eingeklammerten Zahlen beim Sauerstoffe sind nicht direkt bestimmt. Die Versuche sind an dem nämlichen (grossen) Hunde ausgeführt.

Aus Tabelle XLIII sieht man, dass die Kohlensäureausscheidung bald zugleich steigt mit der Harnstoffausscheidung, bald steigt wenn diese fällt. Im ersteren Falle betheiligte sich der Kohlenstoff des zersetzten Eiweisses an der Vermehrung der Kohlensäure; im anderen Falle bestimmte die vermehrte Zufuhr der Kohlehydrate die Grösse der Kohlensäureausscheidung.

Tabelle XLIV, welche eine Uebersicht über den ganzen Versuch gibt, lässt erkennen: dass die gefütterten Kohlehydrate im Körper vollständig zersetzt werden. Die Zersetzung des Körperfleisches stieg in fast gleichem Verhältniss zum Nahrungsfleische. Ein geringer Fleischansatz fand statt bei 400 Nahrungsfleisch und 227 Zucker, dann aber ein beträchtlicherer bei der grösseren Zufuhr (800—1800) von Fleisch. Während bei 400 Fleisch und 210 Stärke, beziehungsweise 227 Zucker, noch Fett vom Körper abgegeben wurde, stieg der Fettansatz (aus zersetztem Eiweiss) bei 400 Nahrungsfleisch und 344 Stärke. Bei 500 Fleisch und Steigerung der Kohlehydrate in der Nahrung von 167 auf 182, erhöhte sich der Fettansatz von 8 auf 16. Er wurde ferner bei 379 Stärke und 800 Fleisch grösser, als bei 172 Stärke und 1500 Fleisch; der grösste Fettansatz aber fand statt bei der hohen Zufuhr von 1800 Fleisch und 379 Stärke.

*) Zeitschr. f. Biol. IX, 438.

c) Der Stoffwechsel in den Organen.

§. 238. *Der Stoffwechsel im Blute.*

Nach den Untersuchungen von Joh. Ranke*) steht die Grösse des Blutgehaltes im direkten Verhältnisse zur Grösse des Stoffwechsels. Jüngere und kleinere Thiere derselben Art haben sowohl einen relativ grösseren Stoffwechsel, wie auch eine relativ grössere Blutmenge, als erwachsene Thiere. Es nimmt demnach die Blutmenge und der Stoffwechsel vom Jugendzustande an, beziehungsweise mit wachsendem Körpergewichte ab. Ferner haben sehr fette Thiere, sowohl den relativ geringeren Stoffwechsel, wie auch die relativ geringste Blutmenge. Letztere zeigt sich, wie auch ihr Nahrungsbedürfniss, absolut vermindert gegenüber nicht gemästeten Thieren von ähnlicher Körperkonstitution. Die bekannte Wirkung der Fettnahrung und des gesteigerten Fettgehaltes des Gesammtorganismus: den Stoffwechsel zu vermindern, beruht demnach auf einer dadurch veranlassten Herabsetzung der Gesammtblutmenge. Ranke fand als Mittelwerthe für den Blutgehalt (Verhältniss der Blutmenge zum Rohgewichte des Körpers): bei ruhenden Hunden 1:15·5 (6·5 Prozent), bei ruhenden Kaninchen 1:25·5 (3·9 Prozent).

Nach Ranke wird durch die Arbeitsleistung der Muskeln die Gesammtblutmenge des Organismus primär vermindert, und zwar um so bedeutender, je stärker die Muskelleistung ist. Gewöhnung an gesteigerte Muskelarbeit, mit der sich der Organismus ins Gleichgewicht der Ernährung zu setzen vermochte, steigert für die Folge (sekundär) die Gesammtblutmenge. Lange andauernde Muskelruhe setzt dagegen die Gesammtblutmenge herab.

Die Blutmenge kann auch physiologisch vermehrt und vermindert werden durch Vermehrung und Verminderung der eigentlich wirksamen Blutbestandtheile, nämlich der festen Blutstoffe, und vor Allem des Hämoglobins.

Langdauernde Ernährungsstörungen vermindern die festen Blutstoffe um die Hälfte.

Die tetanische Verkürzung der willkürlichen Muskeln vermehrt den relativen Hämoglobingehalt des Blutes in geringerem

*) „Die Blutvertheilung u. der Thätigkeitswechsel d. Organe." Leipzig 1871.

Maasse, als sie die Blutmenge vermindert; der Tetanus verbraucht also Hämoglobin.

Was die Blutvertheilung in den Organen betrifft, so fand Ranke die Gesammtblutmenge (nach Muskelruhe) im todtenstarren Kaninchen durchschnittlich wie folgt vertheilt:

Blutmenge im Bewegungsapparate	40·78	Proz.
a) in der Haut	2·10	„
b) in den Knochen	8·24	„
c) in den Muskeln	29·20	„
d) in Rückenmark und Gehirn (mit den Häuten)	1·24	„
Blutmenge im Drüsen- und Blutleitungsapparate	60·22	Proz.
a) in der Leber	29·30	„
b) in den Nieren	1·63	„
c) in der Milz	0·23	„
d) in den Eingeweiden (mit Geschlechtsorganen)	6·30	„
e) in Herz, Lunge und grossen Gefässen	22·76	„

Im Zustande des Tetanus fand Ranke die Blutvertheilung im lebenden Kaninchen wesentlich geändert. Von der Gesammtblutmenge des Kaninchens entfielen im Mittel:

	bei Ruhe	bei Tetanus
auf den Drüsen- und den Blutleitungsapparat	63·4 Proz.	34·0 Proz.
auf den Bewegungsapparat	36·6 „	66·0 „

Während also die Blutmenge im Drüsen- und Blutleitungsapparate tetanisirter Kaninchen im Mittel um 29·4 Prozent der gesammten Blutmenge abnimmt, erhält der Muskel, während der tetanischen Verkürzung, nicht nur relativ (indem sein Blutstrom beschleunigt wird), sondern auch absolut mehr Blut, so dass in der Zeiteinheit nicht nur mehr Blut durch den thätigen Muskel strömt, sondern in ihm auch mehr enthalten ist, als im ruhenden. Die Blutmenge im tetanisirten Muskel erhöht sich also um 80 Prozent seines Bestandes in der Ruhe, und diese Vermehrung des Blutbestandes geschieht auf Kosten des Drüsen- und des Blutleitungsapparates, da die Gesammtblutmenge durch den Tetanus nicht vermehrt, sondern vermindert wird. Dem entsprechend erhöht sich auch der Stoffwechsel in den tetanisirten Muskeln, und er erniedrigt sich in den übrigen Organen des Körpers, am meisten in der Leber, deren Blutgehalt bei Tetanus auf

die Hälfte des Normalbestandes sinken kann; dabei vermindert sich auch die Gallenabsonderung.

Die Zusammensetzung des Blutes wird beeinflusst: durch Alter, Geschlecht, Trächtigkeit, Art der Nahrung und des Ernährungszustandes, sowie durch Krankheiten.

Das Blut jugendlicher Thiere der gleichen Art ist ärmer an Hämoglobin, als das von alten Thieren. Nach Subbotin und Forster*) betrug der Hämoglobingehalt von Kälbern 8·32 bis 9·25 Prozent, vom 7 Jahre alten fleischreichen Ochsen 12·10 Prozent; von 4 Wochen alten, noch saugenden Hunden 3·31 bis 3·53 Prozent, vom alten gut genährten Hunde 11·27 Prozent.

Nach Colin ist das Blut jugendlicher Thiere sehr reich an weissen Blutkörperchen; im Alter vermehrt sich verhältnissmässig das Wasser, dagegen vermindern sich die Körperchen und die anderen festen Stoffe.

Bei weiblichen Thieren ist das Blut reicher an Wasser und ärmer an rothen Blutkörperchen. Andral, Gavarret und Delafond**) fanden mehr Blutkörperchen beim Stiere als bei der Kuh, mehr beim Widder als beim Schafe. Nach Gorup-Besanez enthält das Serum des Frauenblutes weniger Salze als das des Männerblutes, das Gesammtblut der Frauen dagegen mehr Salze als das der Männer, was für einen höheren Salzgehalt der Blutkörperchen spricht, die im Frauenblute vermindert sind.

Während der Trächtigkeit vermindert sich nach Gavarret das Verhältniss der Blutkörperchen, aber sie erreichen wieder eine sehr hohe Zahl einige Tage nach der Geburt. Das während der Trächtigkeit gesammelte Blut gerinnt langsam und gibt einen sehr dicken Blutkuchen. Nach Nasse vermehren sich die Blutkörperchen und vermindert sich der Wassergehalt im Frauenblute in den letzten Monaten der Schwangerschaft; der Fibringehalt steigt bis zur Niederkunft.

Die Erfahrungen, welche man über die Art des Einflusses, welchen die Verdauung, der Hungerzustand und Säfteverluste, sowie die verschiedene Art der Nahrung auf die Zusammensetzung des Blutes ausübt, sind nach Gorup-Besanez***) in der folgenden Tabelle zusammengestellt.

---

*) Zeitschr. f. Biol. VII, 187.

**) Nach Colin, Physiol. comp. II. 550.

***) Lehrb. d. physiol. Chemie 1874 S. 372.

Tabelle XLV. Einfluss der Ernährung auf die Zusammensetzung des Blutes.

Bestandtheile des Blutes	Während der Verdauung	Längeres Hungern und Säfte-verluste	Fleisch-nahrung	Pflanzen-nahrung	Fett-reiche Nahrung	Brot-nahrung	Salz-reiche Nahrung
Wasser	minder	mehr	minder	mehr	—	—	—
Fibrin	wenig mehr	minder	mehr	minder	—	—	—
Blutkörperchen . . .	mehr	minder	—	—	—	—	—
Lymphkörperchen . .	mehr	minder	—	—	—	—	—
Albumin	mehr	minder	—	mehr	—	—	—
Extraktivstoffe	mehr	minder	mehr	minder	—	Zucker	—
Fette	mehr	minder	—	mehr	mehr	—	—
Salze	mehr	mehr	mehr	minder	—	—	mehr

Nach Gorup-Besanez vergrössert sich der Serumrückstand immer einige Zeit nach der Anfüllung des Magens mit Nahrungsstoffen. Nach anhaltender Pflanzennahrung und besonders nach Zucker ist er höher, als nach ausschliesslicher Fleischnahrung; nach letzterer enthält das Serum mehr Natronalbuminat als gewöhnlich. Nach fettreicher Nahrung erscheint das Serum nicht selten milchig getrübt. Während der Verdauung sind die farblosen Blutkörperchen in ihrem Verhältnisse zu den rothen vermehrt, während beim Hungern das Umgekehrte stattfindet. Nach Brotnahrung erscheint der Zuckergehalt des Blutes vermehrt. In den ersten Tagen soll Entziehung jeglicher Nahrung den Wassergehalt des Blutes vermindern. Entziehung fester Nahrung bei Wasseraufnahme dagegen vermehrt in den ersten Tagen den Wassergehalt, der aber bei dieser Lebensweise sich später ebenfalls vermindert. Vermehrung der Wasseraufnahme bei gleichbleibender Menge fester Nahrungsstoffe ist ohne Einfluss auf den Wassergehalt des Blutes, Vermehrung der festen Nahrungsstoffe dagegen soll den Wassergehalt des Blutes vermindern.

Bei hungernden Hunden fand Panum keine wesentliche Abnahme der Blutmenge, ja bei reichlich gefütterten und fett gewordenen Thieren war die Blutmenge sogar relativ geringer, als bei kümmerlich ernährten unter sonst gleichen Verhältnissen. Im Hungerzustande waren Faserstoff und Blutkörperchen im Blute in normalen Mengenverhältnissen vorhanden, nur die Albuminstoffe des Serums erschienen vermindert.

Poggiale und Plouvier fanden nach reichlicher Kochsalzaufnahme bei Wiederkäuern und Menschen eine Abnahme des Wassergehaltes im Blute, eine Beobachtung, welche H. Nasse bei Hunden nicht bestätigen konnte (Gorup-Besanez).

Die Hämoglobinmenge im Blute ist im Allgemeinen bei den Pflanzenfressern geringer, als bei den Fleischfressern, und sie ist sehr verschieden, je nach der Art der Ernährung. Aus den Versuchen von Subbotin*) ergibt sich, dass die mit Heu gefütterten Kaninchen die kleinste Menge Hämoglobin hatten; es war etwas mehr vorhanden bei Darreichung von Kartoffeln, oder von Rüben mit Kohl, am meisten bei Fütterung mit Brot, welches reicher an Stickstoff ist als die anderen genannten Nahrungsmittel. Es stieg also der Hämoglobingehalt des Blutes mit dem Eiweissgehalte der Nahrung.

Noch deutlicher trat dieser Einfluss hervor bei Subbotin's Versuchshunde. Mit Fleisch oder eiweissreicher Nahrung gefüttert, betrug die Hämoglobinmenge im Mittel 13·73 Prozent. Bei ausschliesslicher Fütterung mit stickstofffreien Substanzen, wie Fett und Stärkmehl, war am 26. Tage der Fütterung das Hämoglobin auf 11·65 Prozent gesunken, am 38. Tage auf 9·52 Prozent, während es im Hungerzustande am 38. Tage noch 13·33 Prozent betrug. Als ein Hund während 28 Tagen nur 200 Fleisch mit 250 Stärke und 100 Fett verzehrte, sank das Hämoglobin von 13·80 Prozent auf 12·96 Prozent. Ein mit Brot gefütterter Hund hatte einen Hämoglobingehalt von nur 9·37 Prozent; ein anderer von 10·32 Prozent. Das Blut eines alten, am 28. Hungertage noch sehr fetten Hundes enthielt 12·04 Prozent Hämoglobin, weniger als ein fettarmer hungernder Hund und mehr als ein mit viel stickstofffreien Stoffen gefütterter Hund. Zwei mit Körnern ernährte Tauben hatten 11·52 bis 12·56 Prozent Hämoglobin im Blute, zwei andere mit fettem Eidotter ernährte, nur 7·31 bis 10·95 Prozent.

Daraus ergibt sich, dass eine eiweissarme Nahrung, oder viel stickstofffreie Stoffe, oder eine Ansammlung von Fett am Körper, die Hämoglobinmenge des Blutes herabdrückt. Dies ist nach Subbotin wohl auch der Grund, warum das Blut der Pflanzenfresser meist weniger Hämoglobin enthält, und warum die Pflanzenfresser eine grössere Fähigkeit besitzen zum Ansatze

*) Zeitschr. f. Biol. VII, 185.

von Fett und zur Mastung. Subbotin meint, dass die grössere Mastfähigkeit gewisser Rassen sich vielleicht neben anderen Faktoren (wie Gesammtblutmenge, Kreislaufverhältnisse, Lungenoberfläche u. s. w.), auf einen geringeren Gehalt an Hämoglobin im Blute zurückführen lasse.

Die entzündlichen Krankheiten verändern die chemische Zusammensetzung des Blutes beträchtlich. Sie vermehren nach Colin*) vor Allem den Fibringehalt, der auf das doppelte steigen kann; diese Vermehrung ist gering bei dem Hunde, sehr stark bei den Wiederkäuern. Zu gleicher Zeit vermindert sich die Albuminmenge. Das Blut, obgleich es reicher an Fibrin ist, gerinnt langsamer als unter den normalen Bedingungen; bei den Einhufern bildet es einen sehr umfangreichen weissen Blutkuchen und die weissen Blutkörperchen zeigen sich in grosser Menge.

In den fauligen (typhoiden) Fieberkrankheiten ist sowohl das Fibrin, wie das Albumin vermindert, aber das Verhältniss der Blutkörperchen bleibt normal; der Blutkuchen ist dabei weich und wenig zusammengezogen.

In der Leukämie, einem krankhaften Zustande der Milz und der Lymphdrüsen, sind die weissen Blutkörperchen enorm vermehrt, ohne dass die Verhältnisse der übrigen Elemente des Blutes verändert sind. Das Blut der an Leukämie erkrankten Thiere enthält Hypoxantin, Ameisensäure, Essigsäure und Milchsäure.

In Folge von Blutentziehungen nimmt nach Jos. Bauer**) die Eiweisszersetzung zu, die Kohlensäureausscheidung dagegen ab; dem entsprechend muss die Zersetzung des Fettes eine geringere werden, und zwar sowohl des von der Nahrung herrührenden, wie des am Körper abgelagerten, oder des aus dem Zerfalle des Eiweisses entstandenen Fettes. Bauer erklärt die Wirkung der Blutentziehung wie folgt.

Es wird mit dem entzogenen Blute nicht nur eine gewisse Menge von zirkulirendem Eiweiss entfernt, das ja die Formbestandtheile des Blutes ebenso umspült, wie jedes andere Gewebe; sondern es kommt auch ein Theil eines Organes in Wegfall, und zwar desjenigen Organes, das durch seine chemischen und physikalischen Eigenschaften für die Zersetzungen im Thierkörper

*) a. a. O. II, 550.
**) Zeitschr. f. Biol. VIII, 567.

eine sehr hohe Bedeutung hat. In Folge der Entfernung von zirkulirendem Eiweiss, wird der Verlust daran grösser, als durch die Zersetzung beim Hunger, und es wird das Maassverhältniss zwischen Säften und Organen bedeutender als beim Hunger, daher jetzt mehr von den Organen zu zirkulirendem Eiweisse wird und zerfällt, nämlich diejenige Menge, deren Erzeugung und Erhaltung bei der früheren grösseren Eiweissquantität möglich war. Dann wird aber auch bei der Blutentziehung ein Theil eines Organes entfernt; da aber die übrigen Organe und das Blut in ihrer Ernährung von einander abhängig sind, so büssen auch die übrigen an Masse ein, wenn dem Blute einseitig Substanz entzogen wird. Der Uebertritt von eiweisshaltiger Flüssigkeit in das Blutgefässsystem nach einem Aderlasse ist direkt dadurch bewiesen, dass der Wassergehalt des Blutes ohne jegliche Zufuhr von Wasser durch den Uebertritt des wasserreichen Plasmas grösser wird, und der gesunkene Blutdruck sich wieder erhebt.

Ausser der Steigerung der Eiweisszersetzung fand sich als Folge der Blutentziehung anfangs keine wesentliche Aenderung in der Abgabe von Kohlensäure und der Aufnahme von Sauerstoff, später jedoch eine nicht unbeträchtliche Verminderung des Gaswechsels, also eine geringere Umsetzung des Fettes.

Nach Blutverlusten wird das Fett der Nahrung, oder das aus der Eiweisszersetzung entstandene Fett in grösserer Menge aufgespeichert. Da aber die reichlichere Eiweisszersetzung nach Blutverlusten nicht nur das Eiweiss der Ernährungsflüssigkeit betrifft, sondern auch das der Organe, so ist man berechtigt, im letzteren Falle eine wirkliche fettige Metamorphose der Organe als Folge starker Blutverluste anzunehmen. Nach Blutverlusten wird später weniger Fett zerlegt; es deckt bei dem geringeren Säftestrom das aus dem Eiweisse abgespaltene Fett schon den Umsatz.

Die Grösse der Eiweisszersetzung ist also massgebend für die Grösse der Fettaufspeicherung.

Die von Bauer gewonnenen Thatsachen erklären uns auch die Erfahrungen der Viehmäster: dass durch Blutentziehungen die Fettmast befördert wird. Darauf werden wir im sechsunddreissigsten Kapitel zurückkommen.

§. 239. *Der Stoffwechsel im Zentralnervensysteme.*

Der Stoffwechsel im Hirn und Rückenmark ist ein sehr reger, was sich aus dem Blutreichthume dieser Organe erschliessen lässt; doch sind uns die Vorgänge der Stoffumwandlung daselbst nahezu unbekannt.

Von den beiden Substanzen der nervösen Zentralorgane, enthält die graue Substanz weniger feste Bestandtheile, aber darin mehr Eiweissstoffe als die weisse Substanz. Die vollständige chemische Zusammensetzung des Rinderhirnes ist (im Mittel von zwei Analysen und acht Gehirnen) nach Petrowsky*) folgende:

Es sind enthalten in 100 Grm.

	der grauen Substanz	der weissen Substanz
Wasser	81·60	68·35
feste Bestandtheile	18·40	31·65
Albuminstoffe mit Glutin	55·37	24·73
Lecithin	17·24	9·90
Cholesterin und Fette	18·68	51·91
Cerebrin	0·53	9·55
in wasserfreiem Aether unlöslich	6·71	3·34
Salze	1·47	0·57

Nach R. Gscheidlen**) reagirt die graue Substanz in Hirn und Rückenmark während des Lebens sauer, die weisse Substanz neutral oder alkalisch; die Ganglienzellen enthalten eine freie Säure, die höchst wahrscheinlich Milchsäure ist.

E. Pflüger***) macht in seiner Abhandlung über die Theorie des Schlafes darauf aufmerksam: dass im wachen Zustande dem Gehirne fortwährend Erregungen vom Sehnerven und Hörnerven zugehen, während der Schlafende wegen der geschlossenen Augenlider in Dunkelheit ist und stille Orte zur Ruhe bevorzugt. Nimmt man hinzu, dass von allen Theilen des Organismus, besonders aber von den Hautflächen weitere Erregungen dem Gehirne zugeleitet werden, so könne man die Frage aufwerfen: ob diese das Gehirn beständig treffende und sich summirende Erregungsmasse nicht einen grossen Theil der lebendigen Kräfte liefert, von deren bestimmter Grösse der wache

*) Archiv f. Physiol. VII, 367. **) Ebendaselbst VIII, 171.
***) Ebendaselbst X, 468.

Zustand abhängt.*) Diese Erregungsmasse wird nothwendig verstärken müssen diejenigen Werthe der lebendigen Kräfte der intramolekularen Bewegungen der Gehirnatome, welche nur durch die Gesammtwärme des Gehirnes gegeben sind und also auch die Dissociationen vermehren und die Kohlensäurebildung steigern.

Im wachen Zustande bewirkt das Gehirn eine beständige Erregung fast aller zentrifugalen Nerven, und also eine Steigerung des Stoffwechsels.

Pflüger stützt seine Theorie hauptsächlich auf die Erfahrung: dass keine noch so sorgfältige Ruhe bei wachem Zustande in der Zeiteinheit ein so schnelles Anwachsen des Arbeitsvorrathes in den Organen, besonders in dem Gehirne und den Muskeln bewirkt, wie der Schlaf. Da die Sauerstoffabsorption nun im Allgemeinen während dieses Zustandes nicht erhöht, wohl aber die Kohlensäureausscheidung vermindert ist, so liegt die Ursache des Kraftgewinnes durch den Schlaf wesentlich in einer Ersparniss an Arbeitskraft.

Ein Beispiel wie der Stoffwechsel durch die Hirnthätigkeit angeregt wird, geben die Untersuchungen über den Einfluss des Auges, beziehungsweise verschiedener Lichtarten auf den Gaswechsel im Organismus.

Salmi und Piacentini**) fanden, dass Thiere (Hund, Taube und Katze), wenn sie in einen luftdicht schliessenden Apparat gebracht wurden, in welchen das Licht nur durch Glas von bestimmter Farbe dringen konnte, bei schwarzem, violettem und rothem Lichte weniger, bei blauem, grünem und gelbem Lichte mehr Kohlensäure ausschieden als bei weissem Licht. Die Mengen der ausgeschiedenen Kohlensäure im Dunklen und Hellen verhielten sich wie 82·07 : 100.

Nach R. Pott***) ist die Kohlensäureausscheidung eines Thieres im Tageslichte eine geringere, als im farbigen Licht; der violette und der rothe Strahl übt die geringste Einwirkung auf die Kohlensäureausscheidung aus, die lebhafteste grün und gelb; milchweiss und blau stehen in der Mitte.

Auch O. v. Platen†) fand, dass unter dem Einflusse des Lichtes durch die Erregung der Nervenhaut des Auges die Kohlensäureausscheidung und Sauer-

---

*) Einen sehr interessanten Beitrag zu Pflüger's Theorie des Schlafes liefert A. Strumpell (im Arch. f. Physiol. XV, 573). Ein 16-jähriger Junge, dessen Hautoberfläche vollkommen empfindungslos war, dessen Geschmack und Geruch gelähmt war, und der nur mit dem rechten Auge sah und mit dem linken Ohre hörte, verfiel, wenn diese beiden noch übrig gebliebenen Sinnespforten gesperrt wurden, allemal in Schlaf, der niemals durch Rütteln und Schütteln gestört werden konnte. Nur durch Riech- und Gehörreize konnte der Kranke erweckt werden.

**) Nach dem Jahresberichte über Agrikulturchemie 1874. III, 84.

***) Landw. Versuchsstationen. XVIII. 81.

†) Arch. f. Physiol. XI, 272.

stoffaufnahme der im wachen Zustande erhaltenen Versuchsthiere sich steigerten; die Sauerstoffwerthe verhielten sich für Hell und Dunkel wie 116 : 100, die Kohlensäurewerthe für Hell und Dunkel wie 114 : 100.

Nach Fubini*) nehmen, unter gleichen äusseren Bedingungen, blind gemachte Frösche mehr an Gewicht zu, als sehende; wurden dagegen unversehrte und geblendete Thiere im Dunklen gehalten, so nahmen beide an Gewicht zu, aber die geblendeten mehr.

Ueber den Stoffwechsel des Gehirnes bei andauernder geistiger Arbeit hat J. W. Paton**) an sich selbst und einem Kollegen Versuche angestellt; er fand dabei die Harnmenge vermehrt, die Dichte des Harnes nicht in entsprechender Weise vermindert, die Menge des Stickstoffes und der Chloride im Harne vermehrt, aber den Phosphorsäuregehalt nicht nur nicht erhöht (was früher allgemein angenommen wurde), sondern sogar vermindert. In der Periode der Ruhe (nach geistiger Anstrengung) wurde eine starke Verminderung von Stickstoff, aber kein Zurückgehen der Kochsalzmenge im Harne bemerkt. Paton hält die Vermehrung der Wassermenge für die nächste Wirkung der geistigen Arbeit und die Harnstoffvermehrung nur für die Folge der grösseren Wasserausscheidung.

§. 240. *Der Stoffwechsel im Muskel.*

Das Gewebe der willkürlichen Muskeln im Zustande der Ruhe verzehrt Sauerstoff und erzeugt Kohlensäure. Der Muskel enthält stets Glykogen, das im Zustande der Ruhe nicht zersetzt zu werden scheint; wenigstens fehlt dem ruhenden Muskel nach O. Nasse***) der Zucker, oder er ist nur in verschwindend kleiner Menge in demselben.

Der arbeitende Muskel verzehrt mehr Sauerstoff und erzeugt mehr Kohlensäure, als im Zustande der Ruhe. Die in Wasser löslichen Theile des arbeitenden Muskels nehmen ab, die in Alkohol löslichen Theile nehmen zu; ferner vermindert die Arbeit das Glykogen, an dessen Stelle Traubenzucker und Milchsäure erscheint; die letztere bewirkt eine saure Reaktion des arbeitenden Muskels. Dagegen wird die Harnstoffausscheidung bei und unmittelbar nach der Arbeit nicht erhöht.†)

---

*) Moleschott's Untersuchungen zur Naturlehre XI, 488.

**) Nach Maly's Jahresber. üb. Thierchemie I, 147.

***) Arch. f. Physiol. II, 103.

†) Die Nicht-Vermehrung der Harnstoffausscheidung bei und nach der Muskelarbeit ergibt sich aus den zahlreichen, früher angeführten Versuchen Voit's, sowie unter anderen aus einem sorgfältigen Versuche von Felix Schenk (Arch. f. experim. Path. und Pharmakol. II, 21).

Der in dem arbeitenden Muskel auftretende Zucker (Meissner's Fleischzucker) entsteht aus dem Muskelglykogen, und er wandelt sich während der Muskelarbeit in Milchsäure um.

Die Nichtvermehrung der Harnstoffausscheidung bei der Muskelarbeit beweist: dass Eiweisskörper dabei aus dem Muskelgewebe nicht ausgeführt werden; diese Thatsache spricht dafür, dass das Material für die Muskelarbeit von stickstofffreien Stoffen, wahrscheinlich vom Muskelglykogen geliefert wird. Die Thatsache aber, dass zu andauernder und angestrengter Muskelarbeit eine eiweissreiche Nahrung erforderlich ist, lässt sich so erklären: dass das verbrauchte Muskelglykogen aus zersetzten Eiweisskörpern wieder hergestellt wird; ausserdem vermehrt eiweissreiche Nahrung den Hämoglobingehalt des Blutes; dieser Eiweisskörper aber vermittelt als Träger des Sauerstoffes den grösseren Sauerstoffverbrauch bei der Muskelarbeit.

K. Hermann*) erklärt den chemischen Vorgang bei der Muskelarbeit als eine „mit Sättigung stärkerer Affinitäten verbundene Spaltung, bei welcher Kraft frei wird". Als Substrat der Spaltung nimmt Hermann eine Substanz im Muskel an (die „krafterzeugende" oder „inogene Substanz"), die nothwendig sehr komplizirt sein muss, da unter ihren Spaltungsprodukten sich ein Eiweisskörper befindet, etwa wie beim Hämoglobin. Da von den Spaltungsprodukten das Myosin im Muskel verbleibt, so wird es höchst wahrscheinlich bei der Restitution wieder verwendet, und letztere bestände in einer oxydativen Synthese, bei welcher die „inogene" Substanz sich unter dem Einflusse des Sauerstoffes und einer zugeführten organischen Substanz (Glykogen)**) aus dem Myosin regenerirt. Das Myosin würde also im Muskel eine Art chemischen Kreislaufes durchmachen.

Die durch den Spaltungsvorgang entstehenden und im Muskel sich anhäufenden Stoffe beschränken seine fernere Thätigkeit, d. h. der Muskel ermüdet; unter den sogenannten Ermüdungsstoffen äussert wahrscheinlich die Milchsäure die stärkste Wirkung. Durch den bei der Muskelarbeit ohnehin gesteigerten Blutzufluss werden die Ermüdungsstoffe allmälig abgeführt, wodurch der Muskel zu fernerer Thätigkeit befähigt wird.

---

*) Grundriss d. Physiol. Berlin 1877. S. 263.

**) Nach den Untersuchungen von O. Nasse ist es wahrscheinlicher, dass das Glykogen in dem Muskel selbst entsteht, und zwar aus zersetzten Eiweisskörpern.

Der Stoffwechsel im arbeitenden Muskel wird ausgelöst durch die Erregung des betreffenden Muskelnerven, und die Grösse des Stoffwechsels steht im geraden Verhältnisse zur Grösse der Nervenerregung. Ausserdem aber ist der Stoffwechsel im arbeitenden Muskel abhängig von dem Spannungszustande des letzteren.

Nach dem von R. Heidenhain*) gefundenen Gesetze ist nämlich die Gesammtsumme von lebendigen Kräften, welche durch eine und dieselbe Reizung des Nerven in dem Muskel ausgelöst wird, eine Funktion der Spannung, in welcher sich der Muskel befindet. Sie wächst bei zunehmender Spannung bis zu einer gewissen Grenze der letzteren, um jenseits derselben wieder abzunehmen.

Aus Heidenhain's Untersuchungen ergibt sich, dass ein und dieselbe Erregung des Nerven in dem gespannten Muskel einen intensiveren Umsatz bewirkt, als in dem erschlafften Muskel. Um in dem letzteren ebensoviel Kräfte frei zu machen als in dem ersteren, müsste die Reizung des Nerven gesteigert werden. In dem gespannten Muskel wird also durch schwächere Erregung seiner Nerven derselbe Umsatz von Spannkräften in lebendige Kräfte erzielt, der bei schlaffen Muskeln nur durch stärkere Erregung der Nerven ermöglicht werden würde. Die elastische Spannung der Muskeln erspart dem Organismus also Spannkräfte der Nerven.

Durch die Abhängigkeit, in welcher die Auslösung der lebendigen Kräfte im Muskel von der jeweiligen Spannung desselben vor und während der Thätigkeit steht, wird dem Muskel, nach Heidenhain, die Fähigkeit ertheilt, bei seiner Thätigkeit innerhalb weiter Grenzen die Ausgabe an Spannkräften, welche er macht, den Forderungen, welche an ihn gestellt werden, anzupassen. Diese Anpassung des Stoff- und Kraftverbrauches im Muskel an die ihm auferlegte Leistung kommt auf folgende Weise zu Stande. Wenn der Muskel am lebenden Körper eine Last bewegen, oder einen Widerstand überwältigen soll, so wird, nachdem der erste Anstoss zur Thätigkeit von den Nerven ausgegangen ist, der Muskel in höhere Spannung versetzt. Die Spannung wächst, ohne dass er vorläufig seine Länge ändert, so lange an, bis sie ein wenig über die dem zu hebenden Gewichte entsprechende Grösse gestiegen ist; erst mit diesem Momente beginnt die Verkürzung und von jetzt ab steigt die Spannung nicht mehr weiter, denn jeder minimale Spannungszuwachs wird durch sofortige weitere Längenabnahme des Muskels ausgeglichen. Das Maximum von Spannung also, welches der Muskel während der Thätigkeit erreicht, ist durch die Grösse des Gewichtes, welches zu bewegen ist, bestimmt. Von dem Grade der Spannung aber, in welche der thätige Muskel geräth, hängt, wie Heidenhain weitläufigst nachgewiesen hat, die Grösse des Stoffumsatzes ab. Jeder Spannungszuwachs im thätigen Muskel steigert

*) „Mechan. Leistung, Wärmeentwicklung und Stoffumsatz bei der Muskelthätigkeit". Leipzig 1864. S. 93.

den Stoffverbrauch*) und damit die Auslösung der lebendigen Kräfte. Von dem Momente des Beginnes der Thätigkeit an wird der durch den Nerven eingeleitete Stoffumsatz wegen der beständig zunehmenden Spannung eine beständige Steigerung erfahren, und diese Steigerung wird ihr Ende erst dann finden, wenn die Spannung ihr durch die Grösse des Gewichtes bestimmtes Maximum erreicht hat. Ist das Gewicht klein, so wird die Steigerung des Stoffumsatzes ebenfalls nur gering, ist die Last gross, so fällt auch die Steigerung dem entsprechend grösser aus. Es ist also in dem Gesetze, nach welchem die Auslösung der lebendigen Kräfte im Muskel während des Ablaufes seiner Thätigkeit erfolgt, begründet: dass der Muskel bei derselben Anregung von Nerven aus mehr oder weniger Stoffe umsetzt, mehr oder weniger Spannkräfte opfert, mehr oder weniger lebendige Kräfte entwickelt, je nachdem er, bereits in Thätigkeit versetzt, grössere oder geringere Lasten, grössere oder geringere Widerstände vorfindet, die er zu bewegen, beziehungsweise zu überwältigen hat. Nachdem bereits die Einwirkung des Nerven stattgefunden hat, und die Maschine bereits in Bewegung versetzt ist, wird noch mit sparsamem Bedachte die Grösse der Ausgabe nach der Grösse der zugemutheten Leistung abgemessen. Es findet in dem Muskel also eine Selbstregulation statt, wie in einer Dampfmaschine, die eine Vorrichtung besässe, in jedem Augenblicke die Kohlenverbrennung nach der zu verrichtenden Arbeit zu reguliren. Wahrlich, sagt Heidenhain, sparsamer konnte mit dem Spannkraftvorrathe des Organismus nicht umgegangen werden!

§. 241. *Der Stoffwechsel in den drüsigen Organen.*

Der Stoffwechsel aller drüsigen Organe kennzeichnet sich hauptsächlich dadurch, dass sie im thätigen Zustande mehr arterielles Blut empfangen, dass das venöse Blut heller gefärbt abfliesst und die Wärmeerzeugung zunimmt.

Die Thätigkeit der drüsigen Organe wird theils direkt erregt, durch mechanische Reizung, theils indirekt, auf reflektorischem Wege. Beide Erregungsarten kommen auch nebeneinander vor, z. B. in den Drüsen des Verdauungskanales, wo die Absonderung der Drüsensäfte beginnt durch den Reiz der Nahrung; trockene Nahrung übt einen grösseren Reiz aus als flüssige, und dem entsprechend ist bei trockener Nahrung die Absonderung der Verdauungssäfte grösser. Ausserhalb der Verdauungszeit, d. h. bei leerem Verdauungskanale, werden keine, oder nur sehr geringe Mengen von Verdauungssaft abgesondert. Bei den Pflanzenfressern kommt dieser Zustand übrigens nicht in Frage, weil ihr

*) Nach den von F. Nigetiet und S. Hepner (Arch. f. Physiol. III, 574) in Heidenhain's Laboratorium angestellten Versuchen, liefert der thätige Muskel bei grösserer Spannung mehr Alkoholextrakt und weniger Wasserextrakt.

Verdauungskanal niemals leer wird, selbst im Hungerzustande nicht; sie sterben eher, als der Inhalt ihres Verdauungskanales aufgesogen oder ausgeleert ist.

Von allen drüsigen Organen ist der Stoffwechsel der Unterkieferdrüse am eingehendsten untersucht worden.

Sobald diese Drüse durch die Wirkung der Geschmacksempfindung, oder der Kaubewegungen in Thätigkeit tritt und ihr Sekret absondert, bemerkt man nach Claude Bernard:*) dass das Blut roth und in vier- bis fünffacher Menge in der Vene fliesst; aus einer unthätigen Drüse gewann er fünf Kubikzentimeter venöses Blut in fünfundsechszig Sekunden, aus einer thätigen Drüse dieselbe Blutmenge in fünfzehn Sekunden. Den Sauerstoffgehalt des der Drüse zufliessenden arteriellen Blutes bestimmte Claude Bernard auf 9·80 Prozent, den Sauerstoff im abfliessenden venösen Blute in der unthätigen Drüse auf 3·92 Prozent, in der thätigen Drüse auf 6·01 Prozent. Die Temperatur des abfliessenden Blutes war höher als in der unthätigen Drüse.

Die Absonderung des Sekretes in der Unterkieferdrüse steht unter dem Einflusse zweier Nerven: der Paukensaite (n. chorda tympani), einem Verbindungsaste des siebenten Hirnnervenpaares zum Zungennerven vom dritten Aste des Drillingnerven, und dem Drüsenaste vom sympathischen Nerven.

Der oben beschriebene Erfolg trat ein nach Reizung der Paukensaite. Dagegen hatte die Reizung des sympathischen Nervenastes in Bernard's Versuchen den ganz entgegengesetzten Erfolg: die Blutgefässe verengerten sich, der Blutstrom wurde langsamer, die Speichelabsonderung hörte auf und die Temperatur des abfliessenden Blutes sank.

Die Wirkung der beiden oben bezeichneten Nerven der Unterkieferdrüse, im Zustande der Reizung, ist ferner durch sorgfältige Versuche von R. Heidenhain**) festgestellt worden. Wurde die Paukensaite der Unterkieferdrüse eines Hundes gereizt, so war das stetige Ergebniss eine Verminderung der festen Bestandtheile und eine Vermehrung des Wassergehaltes der gereizten Drüse, wobei das Sekret an Schleim abnahm, an Speichelkörperchen zunahm; ferner zeigte sich in der thätigen

*) „Vorlesungen über die thier. Wärme". Uebers. v. Schuster. Leipzig 1876. S. 164.

**) „Studien des physiol. Inst. zu Breslau". 4. Heft. Leipzig 1868. S. 54 u. f.

Drüse ein fortwährender Untergang von Schleimzellen und eine Neubildung junger Zellen, die jene zu ersetzen bestimmt sind; die Drüse verjüngte sich vollständig. Wurde der sympathische Nerv der Drüse längere Zeit gereizt, so verarmte das Sekret derselben an festen Bestandtheilen, es wurde dünnflüssig, aber die Menge des Sekretes blieb weit zurück hinter der durch Reizung der Paukensaite bewirkten Absonderung. Auch die Formveränderungen der durch den sympathischen Nerven gereizten Drüse sind ähnlich, aber quantitativ geringer, als im Falle der Reizung durch die Paukensaite. In beiden Fällen aber steigerte sich die Wärmeentwicklung in der Drüse. Heidenhain kam also bezüglich der Sympathikusreizung zu einem anderen Ergebnisse wie Claude Bernard.

Heidenhain folgert endlich aus seinen Beobachtungen, dass der Blutdruck an sich in den Drüsengefässen von keinem nachweisbaren Einflusse ist auf die Absonderungsgeschwindigkeit des Speichels, dass vielmehr eine Herabsetzung der Blutzufuhr nur dann eine Verminderung der Energie der Absonderung im Gefolge hat, wenn sie so weit geht, dass die Versorgung des Organes mit Sauerstoff ungenügend wird. Wir müssen uns vorstellen, sagt Heidenhain, dass die Drüsenzellen, aus den die Drüsenbläschen umspielenden Gewebesäften (Lymphe) des Organes, mit sehr erheblichen Kräften Flüssigkeit anziehen und dass diese Kräfte zu gleichem Sekretionsresultate führen, ob die zu Gebote stehende Flüssigkeitsmenge innerhalb ziemlich weiter Grenzen, entsprechend der Zunahme oder der Abnahme des Kapillardruckes, eine grössere oder geringere ist.

Für die Absonderung der Unterzungendrüse vermochte Heidenhain*) einen ähnlichen verlaufenden Stoffwechsel bei Nervenreizung festzustellen.

Dass die wesentlichen Bestandtheile des Speichels in der Drüse selbst gebildet und aus ihn heraus geschwemmt werden, ist durch einen Versuch Ludwig's entschieden worden; er schnitt beide Unterkieferdrüsen eines Thieres heraus, von denen er die eine durch Reizung ihrer Nerven längere Zeit hatte absondern lassen, trocknete und wog beide und fand, dass die Drüse, welche längere Zeit abgesondert hatte, leichter war als die unthätig gebliebene Drüse. Diese Thatsache wird auch durch Heidenhain's

*) a. a. O. S. 117.

Versuche bestätigt. Durch den Absonderungsvorgang waren also in der erregten Drüse Substanzen aufgelöst und ausgeführt worden.

In ähnlicher Weise wie in den Speicheldrüsen verläuft der Stoffwechsel in den übrigen Drüsen.

An der Niere hat Claude Bernard zuerst beobachtet, dass das ausfliessende venöse Blut heller gefärbt und wärmer ist zur Zeit der Verdauung, wo die Thätigkeit der Niere gesteigert ist. Er erklärt diese bei allen thätigen Drüsen beobachtete Thatsache durch den Nachweis, dass der Verbrauch von Sauerstoff ein geringerer ist, und dass die abgesonderte Flüssigkeit Kohlensäure mit sich fortnimmt, welche sonst im venösen Blute verbleiben würde.

In einem Versuche Bernard's mit einem kräftigen Hunde enthielt das arterielle Blut der Niere 19·46 Prozent Sauerstoff, das rothe venöse Blut, während der gesteigerten Thätigkeit der Drüse 17.26 Prozent, das dunkle venöse Blut, nach Unterdrückung der Drüsenthätigkeit, 6·40 Prozent Sauerstoff; in einem anderen Versuche mit einem geschwächten Hunde, waren die entsprechenden Zahlen: 12, 10 und 6·4 Prozent.

Bernard fand, dass das rothe Venenblut der Niere mehr Faserstoff enthielt und ganz spezifische Eigenschaften besass, was nothwendig auf eine tiefe chemische Veränderung hinweist, welche das Freiwerden von Wärme begleiten.

Die höhere Temperatur des Venenblutes, welches aus der in ihrer Thätigkeit gesteigerten Niere abfliesst, erhöht sogar die Bluttemperatur der hinteren Hohlvene. Das Blut der Pfortader, welche das Blut aus den zahlreichen Drüsen der Bauchhöhle sammelt, ist sogar wärmer (im Durchschnitte um 0·3° C.) als das Blut der Aorta.

Die Milz enthält zur Zeit ihrer Thätigkeit in den Venen ein heller gefärbtes Blut und der Kreislauf ist lebhafter.

Die grösste Steigerung des Stoffwechsels zeigt die Leber zur Zeit der Verdauung; diese Drüse ist zugleich die wärmste des ganzen Körpers.

Nach C. G. Lehmann*) enthält das Lebervenenblut (das ausfliessende Blut der Leber) bei weitem mehr feste Bestandtheile, als das Blut jedes anderen Gefässes; es ist sehr reich an Blutkörperchen, farblosen wie farbigen; sie sind ärmer an Hämatin,

*) „Handb. d. physiol. Chemie". Leipzig 1859. S. 231.

Fett und Salzen; das Plasma dieses Blutes enthält kein Fibrin, weniger Albumin und Fett, und weit weniger Salze, als das Blut anderer Gefässe; es ist ferner ausgezeichnet durch einen reichlichen Zuckergehalt.

Lehmann und Schmidt fanden im Blutserum aus der Pfortader und dem Lebervenenblute vom Pferde, zu verschiedener Zeit nach der Fütterung, folgende verschiedenartige Zusammensetzung:

Tabelle XLVI. Zusammensetzung des Pfortader- und Lebervenenblutes vom Pferd.

Bestandtheile für 1000 Theile Blutserum	Pferd, 5 Stunden nach der Fütterung getödtet		Pferd, 10 Stunden nach der Fütterung getödtet	
	Pfortader	Lebervene	Pfortader	Lebervene
Wasser	922·6	893·0	921·7	894·2
Albumin	62·0	74·7	60·1	77·0
Extraktivstoffe und Fett	7·6	25·3	9·8	20·0
Salze	7·8	7·0	8·3	8·8

Gorup-Besanez*) hat die Ergebnisse der vergleichenden Untersuchungen von Pfortader- und Lebervenenblut in folgender Tabelle übersichtlich zusammengestellt.

Tabelle XLVII. Vergleichung von Pfortader- und Lebervenenblut.

Bestandtheile	Pfortaderblut	Lebervenenblut
Plasma	mehr	weniger
Feuchte Blutzellen	weniger	mehr
Wasser	mehr	weniger
Faserstoff	zugegen	fehlend (?)
Hämatin	mehr	weniger
Globulin	weniger	mehr
Albumin des Serums	mehr	weniger
Extraktivstoffe	weniger	mehr
Zucker	fehlend oder nur Spuren	reichlich
Salze	mehr	weniger
Fette	mehr	weniger

*) Lehrb. d. physiol. Chemie. 1874. S. 369.

Der auffälligste Unterschied zwischen dem Blute der Pfortader und der Lebervene ist der reichliche Gehalt an Zucker in der letzteren, welcher der ersteren fehlt oder nur in Spuren vorhanden ist; C. G. Lehmann fand im Lebervenenblute des Pferdes 0·635 bis 0·893 Prozent Zucker; C. Schmidt im Lebervenenblute eines mit Fleisch gefütterten Hundes 0·99 Prozent, eines hungernden Hundes 0·51 Prozent Zucker. Wir wissen bereits aus §. 237, dass dieser Zucker aus Glykogen entsteht, durch Einwirkung eines diastatischen Fermentes der Leber, und dass unter gewissen Bedingungen das Glykogen in den Leberzellen sich ablagert.

Wir dürfen demnach die Leber als eine Vorrathskammer für Glykogen betrachten, aus der es entnommen und verbraucht wird, wenn kein anderes Kohlehydrat dem Organismus zur Verfügung steht. Da das Glykogen im Muskelfleische, wo es hauptsächlich als Brennmaterial für die Arbeitsleistung verwendet wird, dem Wechsel, wie in der Leber, nicht unterliegt, so erscheint die Leber: als die Vorrathskammer für das Material der Muskelarbeit und der davon abhängigen Wärmebildung. Dass diese Vorrathskammer entsprechend ihrer Bedeutung für den Gesammtstoffwechsel, sehr gross ist, ergibt sich aus den im §. 238 erwähnten Untersuchungen von J. Ranke, wonach z. B. die Kaninchenleber zum Reingewichte des Körpers (Rohgewicht abzüglich des Darminhaltes) sich im Mittel verhält wie 1 : 24·6.

Während die Glykogenbildung in der Leber hauptsächlich für den Gesammtstoffwechsel in Betracht kommt, so ist die Gallenbildung zunächst wichtig für die Verdauungsthätigkeit im Dünndarm. Dass die Galle in der Leber selbst gebildet wird, steht ausser Zweifel; dagegen ist das Material für die Gallenbildung noch fraglich. Man nimmt an, dass das Fett, welches aus dem Pfortaderblute in der Leber verschwindet, ferner ein Theil der Eiweissstoffe und der Salze des Blutes, zur Gallenbildung*) verwendet werden; die chemischen Vorgänge bei derselben aber sind gänzlich unbekannt.

Das Material, welches als für die Gallenbildung wesentlich bezeichnet wird, kommt aber auch für die übrigen Drüsensäfte

*) Dass die Gallenbildung, nach J. Ranke's Versuchen, sich während der Muskelarbeit verringert, dürfte vielleicht für die vorwiegende Verwendung der stickstofffreien Stoffe zur Gallenbildung sprechen; durch die Muskelarbeit erhalten diese Stoffe eine anderweitige Verwendung und werden der Leber als Material zur Gallenbildung entzogen.

in Betracht, vielleicht mit Ausnahme von Speichel und Schleim. Namentlich die Verdauungsdrüsen bedürfen als Material zur reichlichen Absonderung ihrer Säfte einer eiweissreichen Nahrung.

Da ich den Stoffwechsel in den Drüsen der Haut bereits in §. 219 in Betracht gezogen habe, so glaube ich hier davon absehen zu dürfen. Den Stoffwechsel in einer für die landwirthschaftliche Thierzucht wichtigsten Drüse, nämlich der Milchdrüse, werden wir in §. 257 kennen lernen.

§. 242. *Der Stoffwechsel im Knochen.*

Die chemischen Vorgänge im Knochen sind nicht bekannt. Die einzigen Anhaltspunkte zur Beurtheilung des Stoffwechsels im Knochen bietet uns die Zusammensetzung desselben in verschiedenen Entwicklungs- und Alterszuständen, sowie bei verschiedenen Thierarten. Von dem Einflusse der Nahrung auf die Zusammensetzung der Knochen wissen wir auch nur wenig. Das Verhältniss der organischen Substanz (des Knochenleimes) zu den unter dem Namen „Knochenerde" zusammengefassten anorganischen Salzen*) ist ziemlich beständig und es wird nach den zahlreichen Versuchen von Weiske**) weder bei erwachsenen, noch bei jungen, im Wachsthume begriffenen Thieren durch kalk- und phosphorsäurearme Nahrung abgeändert; die Zusammensetzung der Knochen ist überhaupt unabhängig vom Futter. Weiske's Versuche erwiesen zwar nachtheilige Folgen für das Thier, aber keine Knochenbrüchigkeit.

Aus einer anderen Versuchsreihe (an Kaninchen), welche die Knochenzusammensetzung bei verschiedenartiger Ernährung betraf, zieht Weiske***) folgende Schlüsse:

1. Bei Mangel eines Mineralbestandtheiles (Kalk) im Futter der Thiere, gehen dieselben ungefähr zu derselben Zeit und unter ähnlichen Erscheinungen schliesslich zu Grunde, wie beim Gesammthunger.

2. Ist die Entziehung der Mineralstoffe eine möglichst vollständige, so findet wahrscheinlich nicht allein keine weitere Ver-

*) Nach Maly und Donath (Journ. für prakt. Chemie. VII. 413) sind die organische Substanz und die Kalkerde nicht chemisch verbunden, sondern der Knochen enthält sie in einem feinen Gemenge. Diese Thatsache wird von C. Aeby bestätigt.

**) Zeitschr. f. Biol. VII. 179 u. 333 und VIII. 541.

***) Ebendaselbst X. 432.

mehrung der Knochensubstanz, sondern allmälig ebenso wie beim Gesammthunger eine Verminderung derselben statt.

3. Einseitige Vermehrung oder Verminderung eines Bestandtheiles der Knochensubstanz, bei Hinzufügung oder Entziehung irgend eines Mineralstoffes im Futter, scheint wenigstens in bemerkbarer Weise nicht stattzufinden. Ebensowenig treten in Folge von Mineralstoffmangel Knochenkrankheiten (Rhachitis, Knochenbrüchigkeit) auf.

4. Eine Substitution anderer Körper in die Knochensubstanz (Magnesia, Strontian u. s. w.) tritt weder bei normaler Ernährung, noch bei mineralstoffarmem Futter ein.

Weiske bestreitet, dass die von J. Forster*) behauptete allgemeine Abnahme von Salzen bei Salzhunger auch für die Knochen giltig sei, und er leugnet den von Roloff, E. Reichardt, J. Nessler u. A. behaupteten Mangel an Knochenerde bei Rhachitis und Knochenbrüchigkeit.

Durch fortgesetzte Versuche glaubt J. Forster**) seine frühere Annahme auch für die Knochen bestätigen zu können; er behauptet, dass bei ungenügendem Kalkgehalte in der Nahrung, die für die Erhaltung des Eiweissbestandes in einem Organismus völlig genügt, sämmtliche Organe, im hohen Grade die Muskeln, aber auch das Skelet an Kalkerde einseitig verarmen, ohne dass dabei die organische Substanz der Körpertheile abnimmt.

Die Frage: welchen Einfluss kalk- und phosphorsäurearme Nahrung auf die Zusammensetzung der Knochen habe, dürfen wir nach diesen widersprechenden Behauptungen gewissenhafter Forscher noch nicht für abgeschlossen halten.

So lange diese Frage noch nicht entschieden ist, dürfen wir auch der Annahme von A. Sanson***) nicht unbedingt zustimmen: dass die Knochen frühreifer Thiere, wegen ihres grösseren Gehaltes an Mineralstoffen ein höheres spezifisches Gewicht, beziehungsweise eine grosse Dichte besitzen, was Sanson davon herleitet, dass die Frühreife hauptsächlich durch Ernährung mit Körnern herbeigeführt werde, die reich sind an Calciumphosphat. Dagegen fand Sanson die organische Substanz in den Knochen frühreifer

*) Zeitschr. f. Biol. IX, 369. **) Ebendaselbst XII, 464.
***) Journ. de l'anat. et de physiol. 1872. p. 238.

Thiere vermindert, weshalb sie kürzer, leichter und feiner waren, als die Knochen spätreifer Thiere. Sanson verglich den Oberschenkel eines frühreifen und eines spätreifen Widders mit einander und fand folgende Verschiedenheiten:

	Länge des Mittelstückes	Gewicht des ganzen Knochens	Volum des ganzen Knochens	Dichtigkeit
1. Frühreifer Knochen	13 Zm.	93·95 Grm.	70 Kzm.	1·342
2. Spätreifer Knochen	16 „	99·40 „	78 „	1·247

Nach Sanson verwachsen bei den frühreifen Thieren die Epiphysen früher mit den Diaphysen, was ein vermindertes Längenwachsthum und eine Herabsetzung der Ernährung bedingt.

Die Zusammensetzung der Knochen (vom Kaninchen) in verschiedenen Altersstufen hat E. Wildt*) untersucht. Das Ergebniss seiner Arbeit ist in den beiden folgenden Tabellen zusammengestellt.

Tabelle XLVIII. Zusammensetzung frischer Knochen von Kaninchen in verschiedenen Altersstufen.

Nummer des Versuches	Altersstufen	Wassergehalt in Proz.	Fettgehalt in Proz.	In kaltem Wasser lösliche Substanz in Proz.	Organische Substanz in Proz.	Anorganische Substanz in Proz.
1	Gleich nach der Geburt	65·67	0·57	4·61	13·59	15·56
2	3 Tage alt	60·17	0·55	5·37	16·68	17·23
3	14 „ „	61·98	1·65	2·62	15·13	18·62
4	1 Monat alt.	56·11	1·92	2·29	16·29	23·39
5	2 „ „	51·36	0·54	2·19	15·78	30·13
6	3 „ „	51·16	1·61	1·57	14·76	30·90
7	4 „ „	37·32	5·87	1·50	18·14	37·17
8	6 „ „	26·73	12·30	1·48	17·69	41·80
9	8 „ „	26·69	17·39	1·27	15·43	39·22
10	1 Jahr alt	20·88	18·05	1·28	15·40	44·39
11	2 „ „	24·70	17·00	1·13	15·49	41·68
12	3 bis 4 Jahre alt . . .	21·45	16·28	1·17	16·10	45·00

*) Landw. Versuchsstationen XV, 404 u. folg.

Tabelle XLIX. Zusammensetzung der Knochenasche von Kaninchen in verschiedenen Altersstufen.

Nummer des Versuches	Altersstufen	Anorganische Substanz in Proz.	Kohlensäure	Kalk	Magnesia	Phosphorsäure
			in Prozenten der Asche			
1	Gleich nach der Geburt	53·39	3·65	52·17	1·38	42·05
2	3 Tage alt	50·82	3·84	52·16	1·36	42·13
3	14 „ „	55·18	3·99	52·10	1·26	42·19
4	1 Monat alt.	58·94	4·00	51·91	1·22	42·20
5	2 „ „	65·63	4·52	52·10	1·09	41·64
6	3 „ „	67·68	4·69	52·49	1·01	41·03
7	4 „ „	68·72	4·92	52·60	1·02	40·80
8	6 „ „	70·26	4·94	52·64	1·05	40·80
9	8 „ „	71·77	5·54	52·78	0·93	40·05
10	1 Jahr alt	74·24	5·71	52·61	0·91	40·04
11	2 „ „	72·90	5·81	52·76	0·93	39·78
12	3 bis 4 Jahre alt . . .	73·65	5·66	52·84	0·83	39·80

Die frischen Knochen eines einzelnen Kaninchens wogen gleich nach der Geburt 0·65 Grm. und erreichten bis zum achten Monate ein Gewicht von 43·33 Grm.; von da ab schwankten sie im Gewichte von 41·48 bis 58·84 Grm. Die Kaninchen waren also mit acht Monaten ausgewachsen.

Wie Tabelle XLVIII zeigt, verminderte sich von der Geburt ab der Wassergehalt um etwa ein Drittel; um ebensoviel vermehrte sich die anorganische Substanz, während die organische Substanz nahezu gleich blieb. Die stärkste Zunahme zeigt der Fettgehalt der Knochen; eine Abnahme um etwa ein Viertel erfuhr die im kalten Wasser lösliche Substanz.

Aus Tabelle XLIX ergibt sich mit steigenden Altersstufen (auf Knochenasche bezogen): eine Vermehrung von kohlensaurem Calcium und eine Verminderung von phosphorsaurem Magnesium und phosphorsaurem Calcium; auf frische Knochensubstanz bezogen aber vermehrt sich das phosphorsaure Calcium von 44 bis 46 Prozent (in der Jugend) auf 59 bis 61 Prozent (im ausgewachsenen Zustande); in der frischen Knochensubstanz vermehrt sich das kohlensaure Calcium von 4·5 Prozent (in der Jugend) auf 9 bis 9·6 Prozent (im ausgewachsenen Thiere); das phosphorsaure Magnesium aber bleibt sich bei allen Altersstufen in der frischen Knochensubstanz nahezu gleich (von 1·61 bis 1·33 Prozent).

Nach Wildt hat das Alter auf den ausgewachsenen Knochen keinen Einfluss; ihm scheinen die Verschiedenheiten in der Zusammensetzung der Knochen (vielleicht mit Ausnahme des Fettgehaltes) bei erwachsenen Thieren nur durch die Individualität bedingt zu sein.

Nach Versuchen, welche Erwin Voit*) an ganz jungen Hunden ausgeführt hat, und zwar bei Fütterung mit kalkarmem Muskelfleisch und reinem Fett, bekamen die Thiere im hohen Grade Rhachitis (die Gliederlähme junger Thiere) und zeigten alle Symptone dieser Krankheit in charakteristischer Weise, ohne dass sonst ihr Ernährungszustand irgendwie litt; die Muskeln waren entwickelt und das Fett erschien in gehöriger Menge abgelagert. Bei jungen Hunden grösserer Rasse traten bei der angegebenen Fütterung jene Erscheinungen schon nach drei bis vier Wochen auf. Es handelte sich dabei um einen entzündlichen Vorgang an den Theilen, wo das Knochenwachsthum stattfindet, und zwar vor Allen an den Knochen der am meisten bewegten Glieder. Der gleiche Vorgang zeigte sich bei Kalkmangel, wenn in der Zufuhr wohl genügend Kalk enthalten war, aber aus irgend welchen Ursachen (z. B. wegen Verdauungsstörungen, oder wegen Aufnahme von viel kotherzeugenden Nahrungsmitteln) nur wenig von dem in den Darm eingeführten Kalk resorbirt wurde. Bei ausgewachsenen Thieren zeigten sich jene Erscheinungen nicht, weil ein ausgewachsener Organismus ganz ausserordentlich geringe Mengen von Kalk braucht, um seinen Kalkgehalt zu erhalten. Die Entziehung von Kalk in der Nahrung bewirkt nach Voit einen einfachen Hungerzustand, bei noch wachsendem Skelet aber krankhafte Veränderungen des Knochensystemes.

d) Die thierische Wärme.

§. 243. *Die Quellen der thierischen Wärme.*

Wir haben in §§. 240 und 241 schon zwei Quellen der thierischen Wärme kennen gelernt: die Muskelarbeit und die Drüsenarbeit. Zu diesen Hauptquellen der thierischen Wärme rechnen wir noch die Thätigkeit des Nervensystemes; aber auch in allen übrigen Organen des Thierkörpers wird während ihrer Thätigkeit, beziehungsweise während ihres Stoffwechsels, Wärme erzeugt. Die Gewebe des Thierkörpers sind also die Herde der thierischen Wärme, die Stoffwechselvorgänge — die Quellen derselben. Wir wollen die drei oben bezeichneten Hauptquellen der thierischen Wärme etwas näher in Betracht ziehen.

Die Muskelarbeit liefert verhältnissmässig die grösste Summe von thierischer Wärme. Es ist noch vielfach die Meinung verbreitet, dass die bei der Thätigkeit der Muskeln entstehende Wärme die Quelle der mechanischen Leistung des Muskels sei, und man glaubt, dass in dem Muskel, gleichwie in einer Dampfmaschine, Wärme in Arbeit umgewandelt werden könne. Diese

*) Nach einem Vortrage von Carl Voit in der Sektion für Physiologie der fünfzigsten Naturforscherversammlung zu München; im amtlichen Berichte dieser Versammlung, München 1877, Seite 243.

Ansicht hat ihre gewichtigste Stütze in J. R. Mayer,*) dem berühmten Entdecker des „Gesetzes von der Erhaltung der Kraft"; es ist aber weder Mayer, noch Anderen gelungen, den Nachweis dieser Umwandlung im Thierkörper zu führen.

Sehr entschieden spricht sich Brücke**) dagegen aus; nach ihm hat die bei der Muskelverkürzung gebildete Wärme möglicherweise zweierlei Quellen. Sicher zum grossen Theile rührt sie her von Arbeit, welche innerhalb des Muskels durch die Widerstände verbraucht wird. Wenn ein Muskel sich so weit verkürzt, dass er seine eigene Substanz zusammendrückt, so erzeugt er dadurch auf mechanischem Wege Wärme, und wenn er ein Gewicht hebt, so erzeugt er eine gewisse äussere Arbeit, zugleich aber auch in seinem Inneren sekundär eine gewisse Quantität von Wärme. Ausserdem ist es aber auch möglich, dass primär schon beim chemischen Prozesse selbst nicht die ganze Quantität der lebendigen Kraft als Arbeitskraft, sondern dass ein Theil derselben als Wärme zum Vorschein kommt. Eines können wir aber mit Gewissheit sagen, meint Brücke, dass nicht umgekehrt Wärme, welche durch den chemischen Prozess gebildet wird, sekundär in Bewegung umgesetzt wird; denn in den Muskeln fehlt jegliche Vorrichtung, durch welche Wärme in bewegende Kraft umgesetzt werden könnte. Die von Brücke erwähnte Vorrichtung muss nämlich (was ich Seite 85 schon erwähnt habe) die Uebertragung der Wärme auf einen kälteren Körper gestatten, was im thierischen Organismus nicht möglich ist, weil er überall annähernd gleiche Temperatur hat. Dagegen hält Fr. Fuchs***)

---

*) In seiner Abhandlung „Die organische Bewegung in ihrem Zusammenhange mit dem Stoffwechsel" (in „Die Mechanik der Wärme" Stuttgart 1874, Seite 99) sagt Mayer: „gleichzeitig (während der Verkürzung des Muskels) geht in den Kapillaren des Muskels ein Oxydationsprozess von statten, dem eine Wärmeproduktion entspricht; von dieser Wärme wird bei der Aktion des Muskels ein Theil „latent" oder aufgewendet, und dieser Aufwand ist proportional der Leistung, oder dem Produkte aus dem gehobenen Gewichte in die Höhe, oder dem Produkte aus dem bewegten Gewichte in das Quadrat der Geschwindigkeit, oder überhaupt: dieser Aufwand ist proportional dem erzeugten mechanischen Effekt. Der Muskel, um in einer bekannten Terminologie zu reden, verwendet Wärme im status nascens zu seiner Leistung. Näheres über die Art und Weise, wie das Organ, der Muskel, die Metamorphose einer chemischen Differenz in mechanischen Effekt vollbringt, wissen wir nicht zu sagen".

**) Vorl. über Physiol. Wien 1874. I, 493.

***) Arch. f. Physiol. XV. 552.

die Annahme einer Entstehung der Muskelarbeit aus Wärme durch die Thatsache des fehlenden Wärmeüberganges nicht ausgeschlossen.

Der schon oben erwähnten Untersuchung von R. Heidenhain*) entnehmen wir folgende Sätze, welche die Beziehung von Muskelarbeit und Wärme zum Ausdrucke bringen.

1. Wenn man den Muskel mit steigenden Gewichten belastet, so steigt bis zu einer gewissen Grenze gleichzeitig die mechanische Leistung und die Wärmeentwicklung desselben; jenseits jener Grenze nehmen beide ab, und zwar, sicher wenigstens bei Einzelzuckungen, die Wärmeentwicklung früher als die mechanische Leistung.

2. Wenn unter denselben Verhältnissen (steigende Belastung) der Muskel sich zu verkürzen verhindert wird, so steigt, während die mechanische Arbeit ganz fortfällt, die Wärmeentwicklung des Muskels. Auch hier tritt eine Grenze ein, von welcher ab die durch die Thätigkeit bedingten Temperaturzuwüchse sich verkleinern.

3. Wenn bei ein und derselben Belastung der Muskel einmal sich frei verkürzt, ein zweites Mal an der Verkürzung verhindert wird, so entwickelt derselbe in letzterem Falle mehr Wärme als im ersteren Falle. Es beruht diese Erscheinung theils auf Umsetzung der im zweiten Falle ersparten Arbeit in Wärme, theils auf Steigerung des Gesammtumsatzes an Spannkräften. Bei sehr hohen Belastungsgewichten tritt das umgekehrte Verhalten ein.

4. Wenn der Muskel vor der Thätigkeit mit ein und demselben Gewichte gespannt wird, in Thätigkeit versetzt aber steigende Gewichte hebt, so nimmt mit der Grösse dieser (Ueberlastungs-) Gewichte die Wärmeentwicklung, und innerhalb gewisser Grenzen auch die mechanische Leistung zu.

5. Wenn der Muskel umgekehrt vor der Thätigkeit durch wachsende Gewichte gespannt, bei derselben aber immer mit demselben Gewichte belastet wird, so steigt der mechanische, wie der thermische Effekt mit der Spannung des ruhenden Muskels.

Nach A. Fick**) beträgt die bei einer energischen Zuckung gegen möglichst grossen Widerstand geleistete chemische Arbeit etwa das Vierfache von der dabei zu leistenden mechanischen Arbeit. Bei geringerem Widerstande ist die chemische Arbeit

*) Mechan. Leistung u. s. w. S. 141.

**) Arch. f. Physiol. XVI, 89.

ein grösseres Vielfaches der mechanischen, und selbstverständlich bei der Belastung Null das Unendlichfache. Die bei einer energischen Zuckung eines Grammes unermüdeter Froschmuskelsubstanz gegen grossen Widerstand geleistete chemische Arbeit vermag nach Fick etwa eine Wärmemenge zu erzeugen, wie sie erfordert wird, um 3 Mgr. Wasser von 0° auf 1° zu erwärmen.

Die Wärmebildung in den drüsigen Organen wurde in allen Versuchen Cl. Bernard's gesteigert, wenn er sie durch Reizung ihrer dem Zentralnervensysteme angehörigen Nerven in Thätigkeit versetzte; dagegen war keine Steigerung der Wärme wahrzunehmen, wenn ihre sympathischen Nerven gereizt wurden.

Cl. Bernard konnte durch seine Versuche auch nachweisen, dass ein peripherischer Nerv mehr Wärme entwickelte, wenn er gereizt wurde; eine Wärmesteigerung ergab sich auch bei der Reizung des Gehirnes; dagegen vermindert sich die Wärme im Gehirne im Zustande des Schlafes.

Nach einer vorläufigen Mittheilung von E. Pflüger*) addirt sich bei Thieren mit unversehrtem Nervensysteme, zu der Wirkung, welche die Temperatur im Innern des Thierkörpers an sich bedingt, die Einwirkung des zentralen Nervensystemes, welches innerhalb weiter Grenzen den Stoffwechsel um so energischer steigert, je stärkerer Abkühlung die Oberfläche des Thieres ausgesetzt ist. Die Durchschneidung des Rückenmarkes in seinen vorderen Abtheilungen, etwa zwischen dem 6. und 7. Halswirbel, bedingt, auch wenn die Operation ohne Blutverlust ausgeführt wird, eine sehr starke, fast bis zur Hälfte des Normalwerthes gehende Senkung des Stoffwechsels. Wurde die Einwirkung des ganzen grossen Gehirnes (einschliesslich bis zu den Vierhügeln und ausschliesslich der Varolsbrücke) auf den Körper des Thieres beseitigt, so änderte sich in den ersten Stunden nach der Operation der Stoffwechsel nicht; später aber sank er ganz ausserordentlich stark.

Durch sorgfältige Versuche an Hunden (die im Wärmekasten gehalten wurden) im Zustande der Verdauung, konnte H. Senator**) eine Vermehrung der Wärmeabgabe (im Vergleiche mit dem nüchternen Zustande) nachweisen, und zwar in einem Falle um 18 Prozent (wobei die Kohlensäureabgabe um

*) Arch. f. Physiol. XII, 282.

**) Arch. f. Anat., Physiol. und wiss. Medicin. 1872 S. 1.

10 Prozent stieg), im anderen Falle um 33 Prozent (wobei die Kohlensäureabgabe um 22 Prozent stieg). Die grösste von Senator beobachtete Steigerung fand sich bei einem Hunde, welcher während eines zweistündlichen Versuches, der dreissig Minuten nach der Fütterung begann, beinahe 43 Wärmeinheiten*) abgab, davon in der zweiten Hälfte allein 23·5 W. E., d. h. über 86 Prozent mehr, als unter gleichen Verhältnissen im nüchternen Zustande. Dass die während der Verdauung (in dem Wärmekasten) mehr abgegebene Wärme die Folge einer vermehrten Wärmebildung ist, unterliegt nach Senator keinem Zweifel. Wäre dies nicht der Fall, so müssten die Thiere von ihrem Wärmevorrathe im Körper erheblich eingebüsst haben, sie müssten abgekühlt sein. Dies war durch Temperaturmessungen in keinem Falle nachweisbar, im Gegentheile war der Mastdarm oft wärmer (in einem Falle 0·5° C., im anderen Falle 0·3° C.), niemals kälter als gewöhnlich; die Haut, die peripherischen Theile überhaupt (wie die Schnauze, die Pfoten u. s. w.) fühlten sich warm an und die Thiere verriethen durch Nichts eine abnorme Erkältung, was schon bei weit geringeren Wärmeverlusten zu geschehen pflegt.

Dieser Versuch Senator's beweist also ebenfalls die Steigerung der Wärmebildung durch Drüsenthätigkeit.

Aus dem thermischen Verhalten der Muskeln und der Organe des Drüsen- und Nervensystemes, dürfen wir auf ein gleiches Verhalten auch bei den übrigen Organen schliessen, obgleich bei ihnen die Wärmeerzeugung nicht direkt nachgewiesen ist, weil Versuche, wie sie mit Muskeln, Drüsen und Nerven angestellt wurden, bei den übrigen Organen und Geweben weit schwieriger auszuführen sind. Nur die Horngewebe erzeugen selbst keine Wärme, sondern sie empfangen ihre Wärme durch Leitung von den angrenzenden Geweben. Alle übrigen Gewebe aber erzeugen Wärme, und zwar umsomehr, je grösser ihre Thätigkeit, beziehungsweise ihr Stoffwechsel ist. Die wärmsten Organe des Thierkörpers sind nach Cl. Bernard die Leber und das Gehirn.

Nach Henneberg**) betrug in den von ihm geleiteten Versuchen an Schafen (bei Beharrungsfutter in der Form von Wiesenheu mittlerer Güte und bei Tränkwasser in beliebiger Menge): die Wärmeproduktion der Thiere, etwa 1,900.000 W. E. auf 1 Stück und 1 Tag, oder etwa 42.000 W. E. auf 1 Tag und

*) Eine Wärmeeinheit (W. E.) ist die Wärmemenge, die nothwendig ist 1 Grm. Wasser um 1° C. zu erhöhren.

**) Journ. f. Landw. 1870. 282.

1 Kilo Körpergewicht. Von dieser Wärmemenge wurden etwa zwei Drittel zur Deckung der Wärmeverluste des Körpers durch Strahlung und Leitung von seiner Oberfläche verwendet, ein Viertel zur Ueberführung des durch Haut und Lungen ausgeschiedenen Wassers aus der flüssigen Form in Dampfform; der etwa ein Zwölftel betragende Rest diente zur Erwärmung des Futters, der Tränke und der eingeathmeten Luft von Stalltemperatur auf Körpertemperatur.

§. 244. *Die Regler der thierischen Wärme.*

Da die Organe im Zustande der Thätigkeit mehr Wärme erzeugen, als im unthätigen Zustande, so würde die Wärmebildung im Organismus in ganz unregelmässiger Weise vor sich gehen (je nach dem Thätigkeitswechsel der Organe), wenn der Organismus nicht Regler besässe, welche die Wärmeerzeugung beherrschen und sie dem einheitlichen Zwecke des Thierkörpers unterordnen. Diese Regler sind die Nerven.

Die Nerven wirken in zweifacher Weise auf die Regelung der Wärme im Organismus: durch das Blutgefässsystem und durch direkte Beeinflussung des Stoffumsatzes.

Die Blutgefässe werden durch Reizung ihrer sympathischen Nervenfasern verengert, der Blutstrom in denselben wird verlangsamt und die Temperatur in den betreffenden Organen und Geweben verringert. Die Lähmung, oder die Durchschneidung der sympathischen Nerven hat den entgegengesetzten Erfolg: Erweiterung der Blutbahn, Beschleunigung des Blutstromes und Steigerung der Temperatur. Den gleichen Erfolg, wie die Lähmung, oder die Durchschneidung des sympathischen Nerven, hat aber auch die Reizung gewisser Nerven des Zentralnervensystemes, welche die Blutgefässe begleiten und die als gefässerweiternde Nerven bezeichnet werden. Der sympathische Nerv, der auf Reizung die Blutgefässe verengert, erscheint demnach als gefässverengernder Nerv.

Die Wirkung der beiden Arten von Gefässnerven haben wir schon in §. 241 aus den Versuchen an der Unterkieferdrüse kennen gelernt: durch die Reizung der Paukensaite, welche dem siebenten Hirnnerven angehört, wurde die Thätigkeit der Drüse erhöht, die Blutgefässe, insbesondere die abführende Vene erweiterte sich, ihr Blut war wärmer als in der unthätigen Drüse; die Reizung des sympathischen Nerven vermehrte zwar auch die Thätigkeit der Drüse, aber in weit geringerem Grade, wie

sich aus Heidenhain's Versuchen ergibt; wollen wir aber den Versuchen Claude Bernard's Rechnung tragen, so würde die Reizung des vom sympathischen Nerven abstammenden Astes in der Unterkieferdrüse den gerade entgegengesetzten Erfolg im Verhalten dieser Drüse bewirken: Verengerung der Blutgefässe, Verlangsamung des Blutstromes und Verminderung der Wärmeerzeugung.

Wie die Blutgefässe, so besitzt auch das Herz zwei Arten von Nerven, durch deren Erregung verschiedene Wirkungen auftreten: der Nerv, welcher die Herzbewegung beschleunigt (vielleicht durch Erhöhung des Muskeltonus, beziehungsweise durch Verengerung seiner Höhlungen) gehört dem sympathischen Geflechte an; der Nerv, welcher die Herzbewegung verlangsamt oder hemmt (vielleicht durch Herabsetzung des Muskeltonus, beziehungsweise durch Erweiterung seiner Höhlung) ist ein Ast des Lungenmagennerven. Der sympathische Nerv des Herzens enthält auch Fasern, welche nach Cl. Bernard aus der unteren Wurzel des zweiten Rückenmarknerven entspringen.

Durch die beiden Nervensysteme des Herzens wird der Blutdruck desselben geregelt. Ausserdem aber besitzt das Herz noch einen sensibelen Nerven (nervus depressor nach E. Cyon), durch dessen Reizung das Zentrum der Gefässnerven reflektorisch erregt wird; in Folge dessen werden die Kapillargefässe erweitert und der Blutdruck im Herzen herabgesetzt.

Den direkten Einfluss des erregten Nerven auf den Stoffumsatz haben wir ebenfalls aus den Versuchen an der Unterkieferdrüse kennen gelernt. Heidenhain hat zuerst die Thatsache festgestellt: dass durch Nervenreizung Vorgänge angeregt werden können, welche eine lebhafte Zellenbildung im Gefolge haben; aber diese Thatsache hat noch keine ausreichende Erklärung gefunden.

C. Ludwig*) hat auf Grund seiner Versuche an der Unterkieferdrüse die Ansicht aufgestellt: dass die Nerven in unmittelbarer Weise auf die chemischen Eigenschaften der Theilchen, welche die Drüsen- und Blutgefässmembranen zusammensetzen, einwirken und in Folge dieser Veränderung (in vorerst nicht näher bestimmbarer Weise) die endosmotischen Fähigkeiten der Drüse verstärkt, geschwächt und verändert werden, um so die Absonderung zu erwecken, zu beschleunigen oder umzuändern.

*) Henle u. Pfeuffer's Zeitschr. f. rat. Med. N. F. I, 255 (Zit. n. Heidenhain).

E. Pflüger*) nimmt an, dass die Nerven in den Drüsenzellen die Entstehung chemischer Verbindungen anregen, welche die Eigenschaft schwerer Diffundirbarkeit mit einem hohen endosmotischen Aequivalente, oder wenigstens einer starken chemischen Verwandtschaft zum Wasser im Entstehungszustande verbinden.

Was den Einfluss des sympathischen Nerven auf den Stoffumsatz betrifft, so erklärt Cl. Bernard**) denselben wie folgt: „Wenn ich den Sympathikus am Halse durchschneide und die Erwärmung auf der ganzen entsprechenden Kopfhälfte zunimmt, so stelle ich mir vor, dass dadurch kontraktile Gewebselemente erschlaffen oder gelähmt werden, der Stoffumsatz, welcher das Resultat der chemischen Prozesse ist, wächst und mit ihm die Wärmeerscheinungen. Wenn ich das periphere Stück des Sympathikus galvanisire, so nehme ich an, dass die kontraktilen Gewebselemente dadurch, dass sie in Thätigkeit versetzt werden, die Molekularvorgänge in den Geweben im umgekehrten Sinne ändern, indem sie die chemischen Umsetzungen und die thermischen Vorgänge herabsetzen".

Unter natürlichen Verhältnissen, beziehungsweise im gesunden Thiere, wird der Sympathikus in Thätigkeit versetzt durch eine automatische, oder durch eine Reflexerregung. Die letztere wird vermittelt durch sensibele Nerven.

Heidenhain***) hat durch sorgfältige Versuche die Thatsache festgestellt: dass bei Reizung der sensibelen Nerven oder des verlängerten Markes, unter gleichzeitiger Steigerung des arteriellen Druckes, Temperaturabnahme im Innern des Körpers auftritt. Da die Temperaturabnahme im Körper abhängig ist von dem Erregungszustande des sympathischen Nerven, so liegt hier ein Fall vor von Reflexreizung desselben durch sensibele Nerven. Auch Cl. Bernard hat durch zahlreiche Versuche Temperaturabnahme herbeigeführt durch schmerzhafte Reizung eines sensibelen Nerven. Wenn aber Bernard den Sympathikus durchschnitt, so trat auf Reizung des sensibelen Nerven in dem betreffenden Körpertheile die Temperaturabnahme nicht ein.

Die Wärmeregelung in der Haut ist nach Versuchen von A. Ostroumoff†) abhängig von Hemmungsnerven; durch deren

*) „Die Endigung der Absonderungsnerven in den Speicheldrüsen." Bonn 1866 (Zit. nach Heidenhain).

**) Vorlesungen über thier. Wärme. S. 271.

***) Arch. f. Physiol. III. 536. †) Ebendaselbst XII. 219.

Erregung erweitern sich die Hautgefässe, die die Haut durchströmenden Blutmengen und damit die Temperatur, sowie die Wärmeabgabe der Haut steigen, womit ein Sinken der Innentemperatur einhergeht. Ostroumoff hält es für mehr als wahrscheinlich: dass die lokalen Gefässerweiterungen, welche bei Reizung einzelner sensibeler Nerven in der Nähe derselben auftreten, nicht auf reflektorischer Reizung von verengernden, sondern auf reflektorischer Reizung von erweiternden Nerven beruhen.

Darnach ist wohl die Ansicht Cl. Bernard's zu berichtigen, dass die sensibelen Nerven nur auf den Sympathikus reflektorisch wirken und damit die Verengerung der Blutgefässe herbeiführen. Die auf die gefässerweiternden Nerven reflektorisch wirkenden Hemmungsnerven der Haut nehmen jedenfalls einen wesentlichen Antheil an der Regelung der Wärme im Thierkörper.

Cl. Bernard weist dem Sympathikus die Hauptthätigkeit zu bei der Regelung von Wärme und Kälte; aber wir dürfen die Wirksamkeit der Hirn- und Rückenmarknerven wohl kaum geringer anschlagen, wenn auch ihre unmittelbaren Beziehungen zur Blutvertheilung und zum Stoffwechsel in den Geweben uns erst theilweise bekannt sind.

Ich will diesen Paragraphen beschliessen mit der Wiedergabe der Auffassung von Cl. Bernard: *)

„Wir können uns auch ohne weitere Beispiele einen Begriff davon machen, in welchem hohen Grade die erwärmende oder erkältende Thätigkeit des Nervensystemes auf die Lebensprozesse im Allgemeinen zurückwirkt. Sie äussert ihre Wirkung auf zweierlei Art, einmal direkt, dann durch ihren Einfluss auf die Ernährungsvorgänge erzeugt sie ja gerade Wärme oder Kälte; und zweitens indirekt, denn die Mehrzahl dieser Vorgänge hängt ihrerseits wieder von dem Grade der Wärme oder Kälte ab. Aus diesen Erörterungen wird es uns klar, dass der Sympathikus in der That einen Einfluss auf die Ernährungsvorgänge in den Elementen ausübt und wir kommen damit wieder zur Anschauung unserer Vorfahren, zur Anschauung Bichat's zurück, der in dem sympathischen Nervenapparat den Apparat für das organische Leben, das Werkzeug des vegetativen Lebens erblickte. Er wirkt primär sowohl, als auch sekundär auf die Gewebe. Wir wissen aber auch, in welcher Weise er wirkt. Während des Zustandes der Erregung schwächt er die Energie ihrer Thätigkeit, er hemmt sie; ist seine Vermittlung aufgehoben, hört er auf zu funktioniren, so lässt er sie frei gewähren. Der Vergleich des Sympathikus mit einer Bremse ist der passendste, der gemacht werden kann. Ist die Bremse angezogen, so beschränkt sie die Ernährungsvorgänge, verlangsamt sie oder hebt sie sogar vollkommen auf. Ist die Bremse

*) a. a. O. S. 308.

lose, d. h. entfernt, so werden diese Vorgänge, für welche sie ein Hinderniss bildeten, beschleunigt und überstürzen sich. — Das Wesen der Nerventhätigkeit ist folgendes: sie verhindert, oder begünstigt das Freiwerden von Stoffen, die ihrer eigenen Natur folgend chemische Prozesse eingehen."

§. 245. *Der Wärmebestand und die Wärmeausgabe des Thierkörpers.*

Der Wärmebestand des Thierkörpers ist trotz der Schwankungen der umgebenden Temperatur ziemlich beständig und er schwankt bei den höher organisirten Säugethieren nur zwischen 37 und 40° C.

Nach Colin besitzen die Hausthiere folgende mittlere Temperaturen:

Pferd und Esel . .	37·5 bis 38·0° C.	Taube	42·0° C.
Rind	38·0 „ 38·5° „	Huhn	42·2° „
Schaf	39·5 „ 40·0° „	Ente	42·0° „
Hund und Katze .	38·5 „ 39·0° „	Gans	41·5° „
Kaninchen	39·5 „ 40·0° „	Truthahn	42·5° „

Da die Wärmeabgabe durch Strahlung und Leitung an der Oberfläche des Thierkörpers erfolgt, so ist die Temperatur der dieser zunächst liegenden Organe und Gewebe etwas niedriger als in den Höhlen des Körpers. Die Temperatur der wärmsten Organe des Thierkörpers (der Leber und des Gehirnes) übertrifft die Temperatur der äusseren Haut durchschnittlich um 3 bis 4° C. Die warmblütigen Thiere sind sehr empfindlich, sowohl gegen die Herabsetzung, wie gegen die Erhöhung der Körpertemperatur, wodurch in beiden Fällen Gesundheit und Leben gefährdet wird.

Die Wärmeausgabe erhöht sich in Folge der gesteigerten Wärmebildung, also bei erhöhtem Stoffwechsel in den Muskeln, den Drüsen, den Nerven u. s. w.; ferner durch die Erhöhung der äusseren Temperatur; umgekehrt wird die Wärmeausgabe vermindert durch äussere Kälte und durch Herabsetzung des Stoffwechsels.

Unter den Einflüssen, welche die Wärmeausgabe steigern, haben wir die durch Wärmebildung bedingten, bereits in §. 243 kennen gelernt; wir beschränken uns daher hier auf den Einfluss der äusseren Temperatur.

Ueber den Einfluss der umgebenden Temperatur auf den Stoffwechsel der Warmblüter (Meerschweinchen) hat Giuseppe

Colasanti*) Versuche angestellt, welchen ich folgende Sätze entnehme: Unter normalen Verhältnissen verbrauchen Meerschweinchen auf ein Kilo Gewicht und eine Stunde Zeit bei mittlerer Temperatur (18·8° C.) 1127·4 Kzm. Sauerstoff (= 1·612 Grm.) und sie erzeugen 964·15 Kzm. (= 1·896 Grm.) Kohlensäure. Bei Abnahme der Temperatur der Luft verbraucht das Thier für 1° C. auf ein Kilo Gewicht und eine Stunde Zeit:

mehr Sauerstoff	37·23 Kzm.
und erzeugt mehr Kohlensäure	33·66 „

Das mittlere Verhältniss des in der erzeugten Kohlensäure enthaltenen Sauerstoffes zum verbrauchten Sauerstoff bleibt beständig = 0·86 Grm.

Das Verhältniss des in der ausgeathmeten Kohlensäure enthaltenen Sauerstoffes zu dem gleichzeitig absorbirten Sauerstoff ist bei nüchternen Thieren kleiner, aber auch beständig bei verschiedener Temperatur.

Die durch Abkühlung bedingte Steigerung des Stoffwechsels wächst zuweilen im Laufe von Stunden so bedeutend, dass die innere Körpertemperatur des Thieres sehr beträchtlich zunimmt. Weil mit zunehmender Körpergrösse die Oberfläche in quadratischem, der Körperinhalt in kubischem Verhältniss wächst, so versteht es sich von selbst, dass grosse Geschöpfe bei gleicher Temperaturerniedrigung der Luft eine relativ kleinere Steigerung ihres Stoffwechsels bedürfen.

Nach Colasanti passt sich also die Wärmebildung dem Wärmeverluste an. Die Ergebnisse seiner im Sommer angestellten Versuche wurden im Wesentlichen bestätigt von Dittmar Finkler**), der gleichfalls an Meerschweinchen (im Winter) experimentirte und folgende Thatsachen feststellte:

„1. Die Variation der Wärmeproduktion gegenüber grossen Differenzen der umgebenden Temperatur folgt denselben Regeln, welche Colasanti für dasselbe Thier sicher gestellt, lassen aber bedeutende individuelle Schwankungen erkennen.

„2. Es kommt in Wirklichkeit vor, dass die Wärmeproduktion durch eine Abnahme der Umgebungstemperatur von ungefähr 24° C., bei sehr kräftigen Thieren um mehr als den doppelten Werth gesteigert wird.

---

*) Arch. f. Physiol. XIV, 92. **) Ebendaselbst XV, 603.

„3. Der Einfluss des Winters steigert den Stoffwechsel des Meerschweinchens im Verhältniss zum Sommer um etwa 23 Prozent, führt also eine Veränderung der Wärmeproduktion im Allgemeinen herbei, welche ganz analog ist dem Verhalten derselben gegenüber kürzer dauernden Erniedrigungen der Umgebungstemperatur.“

Zur Erklärung dieser Steigerung des Stoffwechsels um 23 Prozent müssen nach Finkler zwei Einflüsse herangezogen werden, nämlich:

1. die andauernden Reize der Winterkälte,
2. die Veränderung des Futters.

Was den ersten Punkt betrifft, so könnte man sich recht wohl vorstellen, dass eine deutliche Vermehrung der Wärmeproduktion für das Thier beständig werden kann, indem ununterbrochen der ganze Organismus in derselben Richtung beeinflusst wird. Allein diese Einstellung der Wärmeproduktion auf einen höheren Werth ist nicht vollständig bewiesen, weil noch der zweite Einfluss: die Veränderung der Nahrung — im gleichen Sinne gewirkt haben kann.

Die Veränderungen in der Mischung des Futters, in den relativen Mengen der zur Nahrung verwendeten Kohlehydrate, der Fette und des Eiweisses, verändern den respiratorischen Quotienten (das Verhältniss des Sauerstoffverbrauches zur Kohlensäurebildung). Verglichen mit allen Versuchen Colasanti's, ergeben aber die von Finkler im Winter gemachten Beobachtungen keine Veränderung dieser Grösse.

Existirt also eine Steigerung des gesammten Stoffwechsels, aber dabei keine Veränderung des respiratorischen Quotienten, so scheint nach Finkler daraus hervorzugehen, dass der Körper energischer grössere Mengen eines Futters verzehrte, dessen relative Zusammensetzung von der des Sommerfutters nicht sehr verschieden ist.

Finkler beruft sich auf einen Versuch von Edwards, der Vögel zu verschiedener Jahreszeit, jedesmal eine Stunde lang, der Temperatur der Umgebung von 0° C. aussetzte und fand, dass ihre Körpertemperatur sank:

im Februar	(bei einer herrschenden Temperatur von	12° C.)	um 0·4° C.
„ August	(„ „ „ „ „	20° „)	„ 1·62° „
„ Juli	(„ „ „ „ „	26° „)	„ 3·62° „

Es weist dies unzweifelhaft darauf hin, meint Finkler, wie viel besser im Winter der Organismus im Stande ist, den Einflüssen niederer Umgebungstemperatur entgegenzuarbeiten, und da er das zum grossen Theile thut durch Veränderung der Wärmeproduktion, so ist aus diesen Versuchen nicht zu verkennen, dass dieselbe im Winter energischer ist als im Sommer, gleiche Temperatur der Umgebung vorausgesetzt.

Die Steigerung des Stoffwechsels in der Kälte wird aber nicht nur durch erhöhte Futteraufnahme bewirkt, sondern auch durch unwillkürliche Steigerung der Bewegungen. Alle Thiere bewegen sich in der Kälte rascher und energischer.

Eine Steigerung der umgebenden Temperatur bewirkt einen lebhafteren Kreislauf des Blutes, wodurch dasselbe rascher und (da die Blutgefässe sich durch den Wärmereiz erweitern, wahrscheinlich durch Lähmung der vom Sympathikus abstammenden Gefässnerven) im stärkeren Strome der Haut zugeführt wird, wo es Wasser verdunstet und in Form von Schweiss abgesondert wird; das verdunstende Wasser entzieht dem Körper Wärme, so dass also die gesteigerte Umgebungstemperatur selbst die Vorgänge zur Abkühlung des Thierkörpers auslöst.

Die Wärmeausstrahlung des Thierkörpers durch die äussere Haut ist grösser, wenn diese dünn und fettfrei ist. F. Klug*) fand, dass 1 □ Zm. einer 0·2 Zm. dicken Haut (vom Menschen) bei einem Temperaturunterschiede (zwischen der Hautwärme und der Wärme des die Haut begrenzenden Quecksilbers) von 18·2° C. in einer Minute 0·00248 W. E. durchliess, während eine Haut mit einer 0·2 Zm. starken Fettlage, nur 0·00123 W. E. fortleitete; diese Fettschicht setzte also das Wärmeleitungsvermögen der Haut um die Hälfte herab. Bei einem Temperaturunterschiede von 12° C. hält das 0·2 Zm. dicke Fettgewebe nahe zwei Dritttheile jener Wärme zurück, ja bei einem Temperaturunterschiede von 9° C. beinahe acht Zehntel. Wir ersehen hieraus, wie das Fett des Unterhautbindegewebes den Körper einerseits gegen übermässigen Wärmeverlust schützt, andererseits aber dessen Abkühlung bei hoher Umgebungstemperatur erschwert. Zugleich erkennt man: wie mit der Abnahme der Temperaturunterschiede der den Wärmeverlust hindernde Einfluss des Fettgewebes bedeutend zunimmt.

---

*) Zeitschr. f. Biol. X. 80.

Aus Klug's Versuchen ergibt sich ferner: dass die Oberhaut die Wärme schlechter leitet als die Lederhaut, und dass bei einem Temperaturunterschiede von 16·8° C. die 0·05 Zm. dickere Haut des Rückens um 0·00065 W. E. und bei 10·7° C. Unterschied um 0·00036 W. E. weniger durchleitet, als die Haut der Brust. Demnach leitet also ein 1 □ Zm. grosses Hautstück, das um 0·05 Zm. dicker ist als ein zweites gleich grosses, bei einem Steigen des Temperaturunterschiedes um 1° C. im Mittel 0·00047 W. E. weniger.

NEUNTER ABSCHNITT.

Zeugung und Entwicklung der landwirthschaftlichen Hausthiere.

Achtundzwanzigstes Kapitel.

Der Zeugungsapparat.

§. 246. *Allgemeines über den Zeugungsapparat.*

Der Zeugungsapparat der landwirthschaftlichen Haussäugethiere umfasst folgende Organe:

1. die Zeugungsdrüse, welche den Zeugungssaft absondert; die männliche Form der Zeugungsdrüse ist der Hode, der den Samen bereitet, die weibliche Form ist der Eierstock, in dem das Ei gebildet wird;

2. die Leitungsorgane der Zeugungssäfte, bestehend aus den Samenleitern und den Eileitern;

3. die Sammelorgane der Zeugungssäfte: die männlichen Thiere besitzen zwei bis drei Samenblasen, die weiblichen Thiere den aus zwei Abtheilungen zusammengesetzten Tragsack (Fruchthälter), in welchem die Entwicklung des befruchteten Eies stattfindet;

4. das Paarungsorgan, bestehend aus der mit der Harnröhre verbundenen männlichen Ruthe und der weiblichen Scheide, die bei der Paarung beide ein in einander geschobenes Doppelrohr bilden, das den Samen zum Tragsacke leitet;

5. das Wollustorgan, welches den nerven- und gefässreichen Anhang des Paarungsorganes bildet und bei den männlichen Thieren aus der Eichel, bei den weiblichen Thieren aus dem Kitzler besteht; beide Organe besitzen Schwellkörper, die sich

bei der Paarung durch Blutstauung vergrössern und der Erregung des Wollustgefühles dienen;

6. die Nebendrüsen des Zeugungsapparates, bestehend aus der Vorsteherdrüse und den Ruthendrüsen (Cowper'schen Drüsen) beim männlichen Thiere, aus den Scheidendrüsen (Bartholin'sche Drüsen) beim weiblichen Thiere; die Säfte dieser Drüsen dienen gewissermassen zur Schmierung des Paarungsorganes;

7. die Schutzorgane des Zeugungsapparates, bestehend aus dem Hodensacke und der Eichelvorhaut beim männlichen Thiere, aus den Schamlippen und der Kitzlervorhaut beim weiblichen Thiere;

8. die Milchdrüse, welche nur beim weiblichen Thiere unmittelbar nach dem Gebären in Thätigkeit tritt und während einer bemessenen Zeit die Milch absondert.

Die Wege für die Säfte des Zeugungsapparates (Samen- und Eileiter, Samenblasen und Tragsack, Ruthe und Scheide) bestehen aus drei Gewebeschichten: die äussere Schicht ist die seröse Haut, die mittlere Schicht die Muskelhaut, die innere die Schleimhaut, welche mit einem Epithele bekleidet ist und stellenweise Schleimdrüsen besitzt.

In der folgenden Beschreibung der Zeugungsorgane wollen wir die männlichen und weiblichen Formen gesondert betrachten und zwar in je drei Abtheilungen: 1. die männliche und weibliche Zeugungsdrüse mit ihrem Sekrete; 2. die Samenwege, beziehungsweise Eileiter und Tragsack; 3. das männliche und weibliche Paarungsorgan mit den Nebendrüsen und dem Wollustorgane. Die Schutzorgane sollen mit den zugehörigen Organen beschrieben werden; es wird dann die Mechanik des Zeugungsapparates und zuletzt die Beschreibung der Milchdrüse folgen.

a) Die männlichen Zeugungsorgane.

§. 247. *Die Hoden (testiculi s. didymi).*

Die Hoden, welche sich innerhalb der Bauchhöhle entwickeln, liegen nach der Geburt ausserhalb derselben in dem Hodensacke (scrotum), der eine Verlängerung der äusseren Haut darstellend, unterhalb des Schambeines zwischen beiden Schenkeln herabhängt. Der Hodensack des Pferdes ist fast haarlos, bei den übrigen Haussäugethieren aber ist er mit Haaren,

beziehungsweise mit Wolle besetzt. Eine auf der äusseren Haut des Hodensackes median verlaufende Naht (raphe), welche einer inneren Scheidewand entspricht, trennt den Hodensack in zwei annähernd gleiche Hälften, von denen aber die linke Hälfte etwas tiefer herabhängt als die rechte. Die äussere Haut des Hodensackes besitzt zahlreiche Talg- und Schweissdrüsen.

Unter der äusseren Haut des Hodensackes, mit ihr durch lockeres Bindegewebe verbunden, liegt die Fleischhaut (tunica dartos), des Hodens, deren bindegewebige Grundlage glatte Muskelfasern enthält, durch deren Verkürzung sich die äussere Haut des Hodensackes zusammenfaltet und die Hoden nach aufwärts schiebt. Die Fleischhaut bildet die Scheidewand des Hodensackes, wodurch in demselben zwei Abtheilungen entstehen, die je einen Hoden aufnehmen. Da der linke Hode etwas grösser ist als der rechte, so ist auch die linke Abtheilung des Hodens grösser, und sie hängt, wie schon erwähnt, etwas tiefer herab, als die rechte Abtheilung.

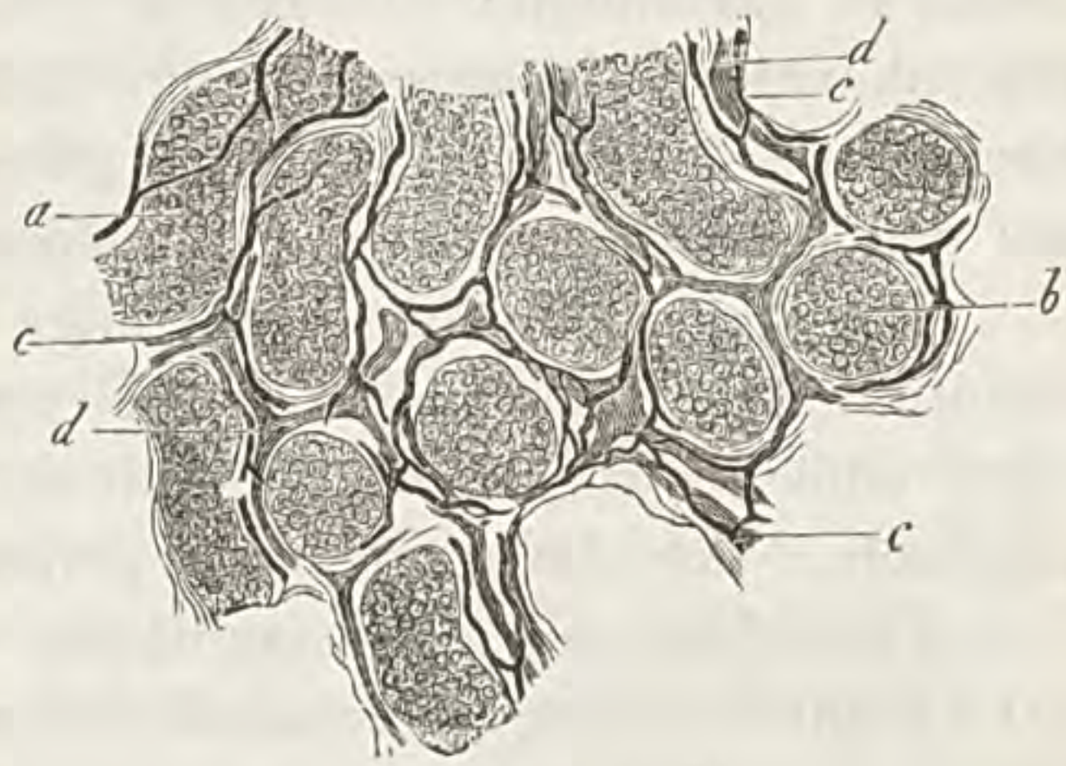
Innerhalb des Hodensackes ist der Hoden von zwei Häuten umgeben: von der gemeinschaftlichen Scheidenhaut und von der besonderen Scheidenhaut.

Die gemeinschaftliche Scheidenhaut des Hodens (tunica vaginalis communis) hat ein fibröses Gewebe und sie stammt von der Querbinde des Bauches; sie tritt durch den Leistenkanal und überzieht hier den Samenstrang, von welchem sie auf den Hoden übergeht, so dass Hode und Samenstrang der gleichen Seite eine gemeinschaftliche Hülle besitzen. Die äussere Fläche der Scheidenhaut ist mit quergestreiften Muskelfasern (musc. cremaster), versehen, durch deren Verkürzung der Hode gehoben wird; die innere Fläche steht in Verbindung mit dem äusseren Blatte (dem Parietalblatte) der besonderen Scheidenhaut (tunica vaginalis propria); diese besitzt ein seröses Gewebe und ist eine Fortsetzung des Bauchfelles. Der Theil der besonderen Scheidenhaut, der sich vom Samenstrange auf den Hoden umschlägt, wird als inneres Blatt (Viszeralblatt) bezeichnet; beide Blätter der besonderen Scheidenhaut bilden also um den Hoden einen serösen Sack, der beim Pferde mit dem Bauchfelle im Zusammenhange steht, übrigens aber im normalen Zustande leer ist, da die beiden Blätter der besonderen Scheidenhaut mit ihren glatten Flächen dicht an einander liegen.

Mit dem Viszeralblatte der besonderen Scheidenhaut ist endlich die fibröse Sehnenhaut (tunica albuginea) des Hodens fest verbunden; sie überzieht unmittelbar das Drüsengewebe des Hodens. Die Sehnenhaut bildet beim Pferde und Schweine am oberen Umfange des Hodens, bei den Wiederkäuern in der oberen Hälfte des Drüsengewebes, einen festen fibrösen Körper (corpus Highmori), von welchem aus feine Scheiden das Drüsengewebe durchsetzen und dasselbe in kegelförmige Läppchen theilen, deren Spitzen jenem fibrösen Körper zugewendet sind.

Das Drüsengewebe des Hodens (Fig. 140) besteht aus feinen, vielfach verschlungenen und verzweigten Röhren, den Samenkanälchen, deren Innenfläche mit rundlichen, epithelartigen Zellen — den Hodenzellen — bedeckt ist. Zwischen den Samenkanälchen verlaufen Blut- und Lymphgefässe, welche vom Highmor'schen Körper in das Hodengewebe eintreten. An der Spitze der Hodenläppchen sammeln sich die Samenkanälchen zu den ausführenden Samengängen, die den Highmor'schen Körper durchbohren und am oberen Rande des Hodens den Nebenhoden (epididymis) bilden, der durch Bindegewebe (das Nebenhodenband) mit dem Hoden verbunden ist. Am Ende (Schwanze) des Nebenhodens vereinigen sich die Samengänge zu dem einfachen Samenleiter (vas deferens), der im Samenstrange durch den Leistenkanal in die Bauchhöhle tritt.

Fig. 140.



Aus dem Hoden des Kalbes.
a Samenkanälchen, schräg durchschnitten,
b desgleichen, quer durchschnitten,
c Blutgefässe, *d* Lymphgefässe.

Der Same, dessen morphologische Bestandtheile wir schon in §. 4 kennen gelernt haben, wird in den Samenkanälchen gebildet. Das Köpfchen der Samenkörperchen entsteht nach Henle*) aus dem Kerne der Hodenzellen; die Abstammung des Fadens, beziehungsweise des dem Köpfchen anhängenden Wimpergebildes, ist noch zweifelhaft.

*) Handbuch der Anatomie II, 356.

Sertoli*) untersuchte die Entwicklung der Samenkörperchen bei der Ratte und fand dieselben an verschiedenen Stellen der Samenkanälchen in mannigfachen Entwicklungszuständen. Die Samenkanälchen enthalten nach Sertoli viererlei verschiedene Zellen: Keimzellen, Samenzellen, samenfädenbildende und ramifizirte. Die Keimzellen bestehen aus einem Klümpchen Protoplasma mit einem ziemlich grossen Kern. Die Samenzellen finden sich vorzugsweise in jenen Abschnitten der Samenkanälchen, wo die Samenfäden in den ersten Stadien der Entwicklung vorkommen; an gewissen Stellen, wo die Samenfäden vollständig entwickelt sind, gehen sie in die samenfädenbildenden Zellen über. Die samenfädenbildenden Zellen sind jene, welche direkt in Samenfäden übergehen. Sie finden sich im Inneren der Samenkanälchen in grosser Menge und sie liefern das Material zur Neubildung der Samenfäden; sie gehen aus den Samenzellen hervor und enthalten entweder einen oder mehrere, oft viele Kerne.

Der Same ist eine schleimige weissliche Flüssigkeit von eigenthümlichem Geruche, den Frey dem Geruche frisch zersägter Knochen vergleicht. Seine Reaktion ist neutral, oder schwach alkalisch. Nach der Entleerung gerinnt der Same.

Die chemischen Bestandtheile des Samens sind Wasser (80 bis 90 Prozent), anorganische Salze (bis 4 Prozent), Eiweisskörper und Fette.

§. 248. *Die Samenwege.*

Der Samenweg beginnt mit dem aus dem Nebenhoden hervorgehenden Samenleiter, der mit den Gefässen und Nerven des Hodens von der gemeinschaftlichen Scheidenhaut umschlossen, den Samenstrang (funiculus spermaticus) bildet. Derselbe tritt durch den Leistenkanal in die Bauchhöhle, wo sich der Samenleiter von den ihn begleitenden Gefässen und Nerven trennt und

*) Gazetta med. ital. Lombardia 1875 Nr. 51, zitirt nach österr. Vierteljahresschrift f. wiss. Veterinärk. XLVII. Anal. S. 2. Aus diesem Referate ist nicht deutlich zu erkennen, ob unter „Samenfäden" die schwanzartigen Anhänge der Samenkörperchen, oder diese selbst zu verstehen sind. Auch lässt das Referat im Unklaren darüber, ob die Samenfäden (worunter wahrscheinlich die ganzen Samenkörperchen verstanden werden) in den Samenzellen oder in den samenfädenbildenden Zellen entstehen. So weit ich das Referat verstehe, scheinen mir Samenzellen und samenfädenbildende Zellen identisch zu sein.

an die hintere obere Wand der Harnblase tritt; er kreuzt sich hier mit dem Harnleiter seiner Seite, tritt mit dem Samenleiter der anderen Seite konvergirend, an den medialen Rand der Samenblase und mündet in den Ausführungsgang der letzteren; Samenleiter und Samenblase münden gemeinschaftlich in der Harnröhre. In seinem Verlaufe an der hinteren oberen Wand der Harnblase erweitert sich der Samenleiter zur Ampulle, die nach Franck den drüsigen Theil des Samenleiters bildet.

Das Gewebe des Samenleiters besteht: 1. aus der inneren Schleimhaut, die Zylinderepithel trägt, aber keine Drüsen besitzt; 2. aus der mittleren Muskelhaut mit inneren kreisförmig verlaufenden, und äusseren längsverlaufenden Muskelfasern, die 3. von einem lockeren Bindegewebe umhüllt werden. Die Ampulle besitzt nach Franck eine starke Lage gedrängt stehender traubenförmiger Drüsen, deren Läppchen der Muskelhaut aufsitzen und die mit weiten Ausführungsgängen in der Lichtung des Samenleiters münden.

Die birnförmigen Samenblasen (vesiculae seminales) liegen in einer Bauchfellfalte an der hinteren oberen Wand der Harnblase, lateralwärts der Samenleiter. Der hintere obere Theil der Samenblasen (der „Grund") ist breiter als der vordere untere Theil (der „Hals"); der Hals beider Samenblasen konvergirt nach vorn-unten und ihr Ausführungsgang vereinigt sich mit denen der Samenleiter zum Ausspritzungsgange (ductus ejaculatorius), der an dem sogenannten Schnepfenkopfe der Harnröhre mündet (Fig. 141 *d*).

Das Gewebe der Samenblasen besteht aus einer Muskelhaut und einer Schleimhaut, welche letztere zahlreiche schlauchförmige Drüsen besitzt, die Schleim absondern. Die Samenblasen sind als drüsige Organe und nicht bloss als einfache Behälter aufzufassen; bei den Wiederkäuern finden sich angeblich keine Samenkörperchen in dem Inhalte der Samenbläschen (Franck).

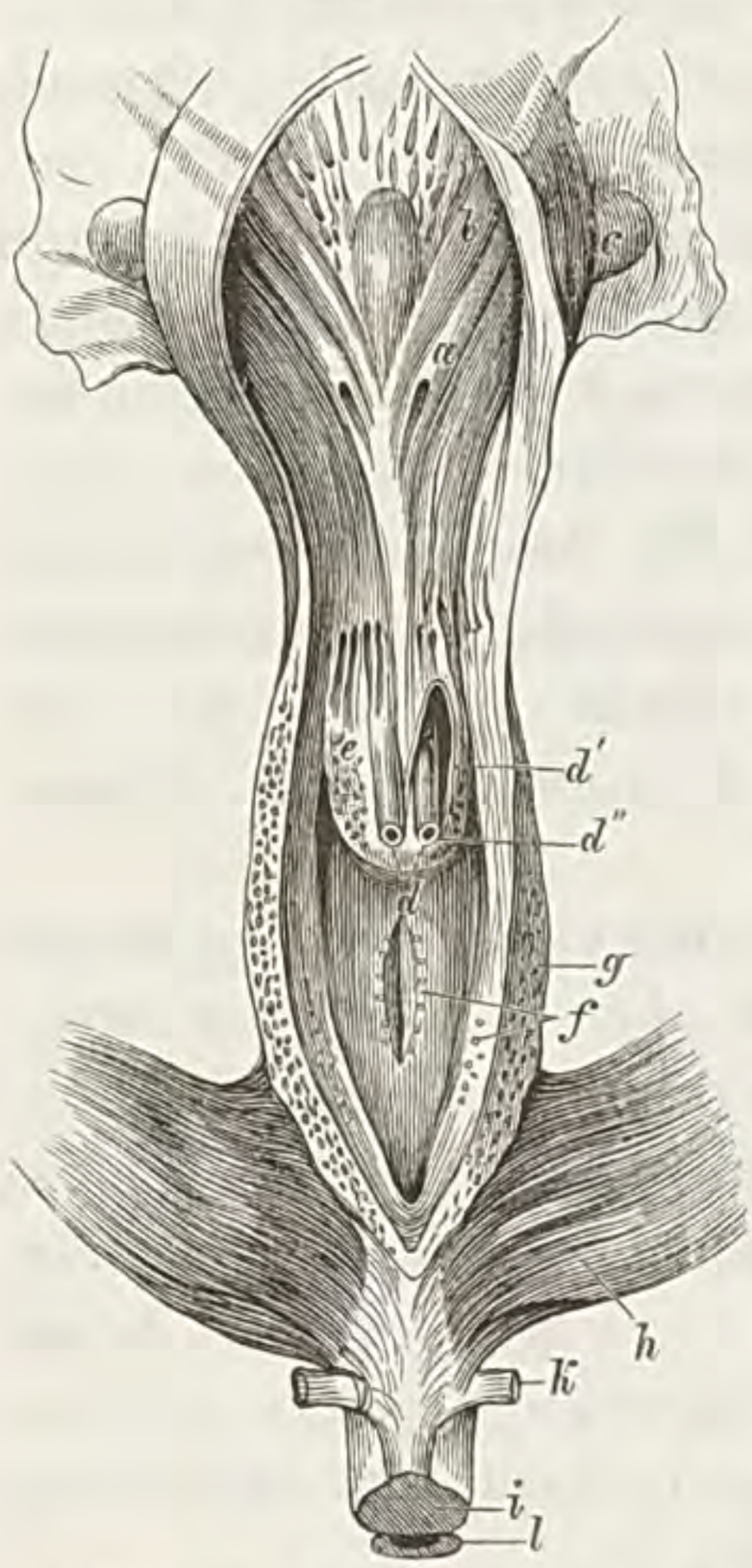
Nachdem der Same aus den Ausspritzungsgängen in die Harnröhre getreten ist, nimmt er seinen ferneren Weg durch die letztere.

Ein drittes (mittleres) Samenbläschen hat keine physiologische Bedeutung; es ist der Rest des embryonalen sogenannten Müller'schen Fadens (siehe §. 263) und es erscheint als ein dem Tragsacke analoges Organ, weshalb es auch als „männlicher Uterus" bezeichnet wird.

§. 249. *Die Ruthe (penis) und deren Nebendrüsen.*

Der Hals der Harnblase, sowie die Samenblasen und die Samenleiter, sind bedeckt von der unpaaren Vorsteherdrüse (prostata), die aus zwei Lappen und zahlreichen Drüsenläppchen besteht, welche von glatten Muskelfasern umgeben sind und je mit einem besonderen Ausführungsgange am sogenannten Schnepfenkopfe der Harnröhre münden (Fig. 141 *e*). Die Vorsteherdrüse sondert einen schleimigen Saft ab, dessen Wirkung und Bedeutung unbekannt ist.

Fig. 141.



Die aufgeschnittene Harnblase und Harnröhre vom Hengst.

a Harnleiter,
b durchscheinender Samenleiter,
c Samenblase, *d* Ausspritzungsgang,
d' aufgeschnittene Schleimhaut desselben,
d'' Mündung des Samenleiters,
e Ausführungsgänge der Vorsteherdrüse,
f „ „ Ruthendrüse,
g Schwellkörper der Harnröhre,
h Sitzbeinmuskel der Ruthe,
i Schwellkörper der Ruthe,
k Aufhängeband der Ruthe,
l abgeschnittenes Ruthenstück der Harnröhre.

Am oberen Umfange des Beckentheiles der Harnröhre liegen zwei kleine Drüsen — die Ruthendrüsen (Cowper'sche Drüsen), welche einen röhrenförmigen Bau besitzen und mit zahlreichen Ausführungsgängen in der Harnröhre, vor dem Schnepfenkopfe münden (Fig. 141 *f*). Die Bedeutung ihres Sekretes ist unbekannt.

Die Ruthe (penis), welche an der unteren Wand des Beckens zwischen den Schenkeln verläuft und fast bis zum Nabel reicht, besteht im Wesentlichen aus drei Schwellkörpern, von denen zwei, in der Medianlinie verbunden, den oberen Umfang (Rücken) bilden; der dritte Schwellkörper liegt jenen unterwärts an und umschliesst die Harnröhre. Man nennt jene paarigen Schwellkörper: die Schwellkörper der Ruthe (corpora cavernosa penis), den unpaaren: den Schwellkörper der Harnröhre (corpus cavernosum urethrae). Die Schwellkörper sind von der äusseren Haut umgeben, die sich über ihr vorderes Ende hinaus als Vorhaut verlängert.

Die Schwellkörper der Ruthe entspringen, jeder mit einer gesonderten Wurzel, an der Beule des Gesässbeines; beide Wurzeln vereinigen sich nach kurzem Verlaufe unterhalb der Schamsitzbeinfuge zu dem starken Mittelstücke der Schwellkörper, deren vorderes Endstück mit einer verjüngten Spitze in die Eichel übergeht. An ihrem Ursprunge sind die Schwellkörper der Ruthe umgeben von den willkürlichen Sitzbeinmuskeln der Ruthe und sie sind durch ein straffes Band (seitliches Aufhängeband der Ruthe) an das Gesässbein befestigt. Das Mittelstück der Schwellkörper ist am unteren Umfange rinnenförmig ausgehöhlt; in dieser „Harnröhrenrinne“ liegt der Schwellkörper der Harnröhre.

Das Gewebe der Ruthenschwellkörper besteht aus einer derben Sehnenhaut (tunica albuginea), welche beide gemeinschaftlich umgibt und in das Innere des Schwellkörpers nach allen Richtungen Scheidewände aussendet, die ein straffes Netzwerk bilden. Die Zwischenräume dieses Netzwerkes werden ausgefüllt von dem eigentlichen Schwellgewebe, nämlich von glatten Muskelfasern und von einem Venennetz (einem sogenannten Wundernetz); die Muskelfasern sind einerseits mit dem Netzwerke der Sehnenhaut, andererseits mit dem Netzwerke der Venen verbunden; die letzteren empfangen ihr Blut theils durch ein kurzes Haargefässnetz, theils von den Arterien direkt. Die Gefässstämme verlaufen auf der oberen Fläche der Sehnenhaut und sie empfangen ihr Blut von der äusseren und inneren Schamarterie. Die Nerven stammen vom Kreuz- und Beckengeflechte des Sympathikus.

Der Schwellkörper der Harnröhre beginnt in der Nähe des Harnblasenhalses und er umgibt die Harnröhre in ihrem ganzen Verlaufe, während er selbst umhüllt ist von einem willkürlichen Muskel, dem Harn- oder Samenschneller. Am vorderen Ende biegt sich der Schwellkörper der Harnröhre nach aufwärts und er umfängt die Spitze der Ruthenschwellkörper. Dieser kappenförmige Theil des Harnröhrenschwellkörpers heisst die Eichel (glans penis); sie bildet beim Hengste einen starken und rundlichen Wulst an der Spitze der Ruthe, während sie beim Stiere nur einen kurzen kegelförmigen Aufsatz darstellt; den kleinen Wiederkäuern und dem Eber fehlt die Eichel. An der Eichel, beziehungsweise an der vorderen Ruthenspitze, faltet sich die äussere Haut zur Vorhaut (Schlauch, praeputium); sie trägt an ihrer inneren, der Ruthenspitze anliegenden Fläche zahl-

reiche Schweiss- und Talgdrüsen, welche die Vorhautschmiere (smegma praeputii) absondern. Der Schlauch der Wiederkäuer und des Schweines ist verhältnissmässig länger als der des Pferdes; der Schlauch des Schweines enthält den schon Seite 350 erwähnten Nabelbeutel.

Der Schwellkörper der Harnröhre besitzt ein ähnliches Gewebe wie der Ruthenschwellkörper. Die Harnröhre selbst besteht aus einer drüsenlosen Schleimhaut, welche ein Zylinderepithel trägt; sie wird von den schon erwähnten Ausführungsgängen der Samenblasen und der Samenleiter, der Vorsteher- und der Ruthendrüsen durchbohrt. An der Austrittsstelle des Samens findet sich eine hügelartige Hervorragung (der Samenhügel oder Schnepfenkopf), die unmittelbar am Ursprunge der Harnröhre aus dem Blasenhalse liegt. Das vordere Ende der Harnröhre mündet beim Hengste und Stiere in der Eichel, bei den übrigen Wiederkäuern mittelst eines peitschenförmigen Fortsatzes im Schlauche; die Harnröhrenmündung des Ebers bildet einen Schlitz an der Spitze der Ruthe.

An ihrem Verlaufe unter der Beckenhöhle macht die Ruthe bei den Wiederkäuern und dem Eber eine starke S förmige Krümmung, die im Zustande der Steifung der Ruthe ausgeglichen wird.

Die Ruthe ist in ihrem ganzen Verlaufe von willkürlichen Muskeln umgeben. Der Quermuskel der Harnröhre (musc. Wilsonii), welcher den Beckentheil desselben, sowie einen Theil der Vorsteherdrüse und die Ruthendrüse umgibt, verengert die Harnröhre am Blasenausgange. Der Sitzbeinmuskel der Ruthe (musc. ischio-cavernosus s. erector penis), welcher am Gesässbeinhöcker entspringt und sich an die Ruthenwurzel ansetzt, richtet die Ruthe aufwärts. Der Harn- oder Samenschneller (musc. accelerator urinae s. spermatis) umgibt die Harnröhre mit schrägen und kreisförmigen Fasern; er bewirkt die Austreibung des Harnes, oder des Samens. Der Sitzbeinmuskel der Harnröhre (musc. ischio-urethralis), welcher vom Gesässbeinausschnitte entspringt und sich an den Beckentheil der Harnröhre ansetzt (mit dem Wilson'schen Muskel verschmelzend), erweitert diesen Theil der Harnröhre und zieht ihn rückwärts.

Ausserdem sind mit der Ruthe verbunden: ein unwillkürlicher Muskel (der Aftermuskel der Ruthe), welcher die erschlaffte

Ruthe in die Vorhaut zurückzieht, und zwei Hautmuskeln (die Vorhautmuskeln), welche vorn und hinten in der Haut der Ruthe gelegen, die Vorhaut vor- oder zurückziehen; die Vorhautmuskeln fehlen dem Pferde.

b) Die weiblichen Geschlechtsorgane.

§. 250. *Der Eierstock (ovarium).*

Die Eierstöcke liegen zu beiden Seiten des Tragsackes in der Lendengegend hinter den Nieren; sie sind mit dem Tragsacke durch Bauchfellfalten verbunden, welche als breites Tragsackband und als Eierstockband unterschieden werden. Bei der Stute und der Sau überzieht das breite Tragsackband den ganzen Eierstock und es bildet um denselben die Eierstocktasche. Bei den Wiederkäuern aber reicht die Bauchfellfalte nur bis zum hinteren konkaven Rande des Eierstockes und sie lässt diesen frei.

Der Eierstock hat eine bohnenförmige Gestalt und er kehrt seinen konvexen Rand nach vorn-oben, seinen konkaven Rand nach hinten-unten und etwas medianwärts; am konkaven Rande (dem Hilus des Eierstockes) findet sich die Eintrittsstelle der Gefässe und Nerven. Die beiden Flächen des Eierstockes sind nur bei jugendlichen Thieren und auch bei der Stute glatt; der Eierstock älterer Thiere aber bekommt unebene und höckerige Oberflächen, in Folge des Austretens der Eier.

Das Gewebe des reifen Eierstockes besteht nach W. Waldeyer*) im Wesentlichen: 1. aus dem Keimepithel; 2. aus den Eifollikeln; 3. aus den Eiern; 4. aus einem äusserst gefässreichen, muskel- und nervenhaltigen Bindegewebe, welches jene Gebilde trägt und zusammenfasst.

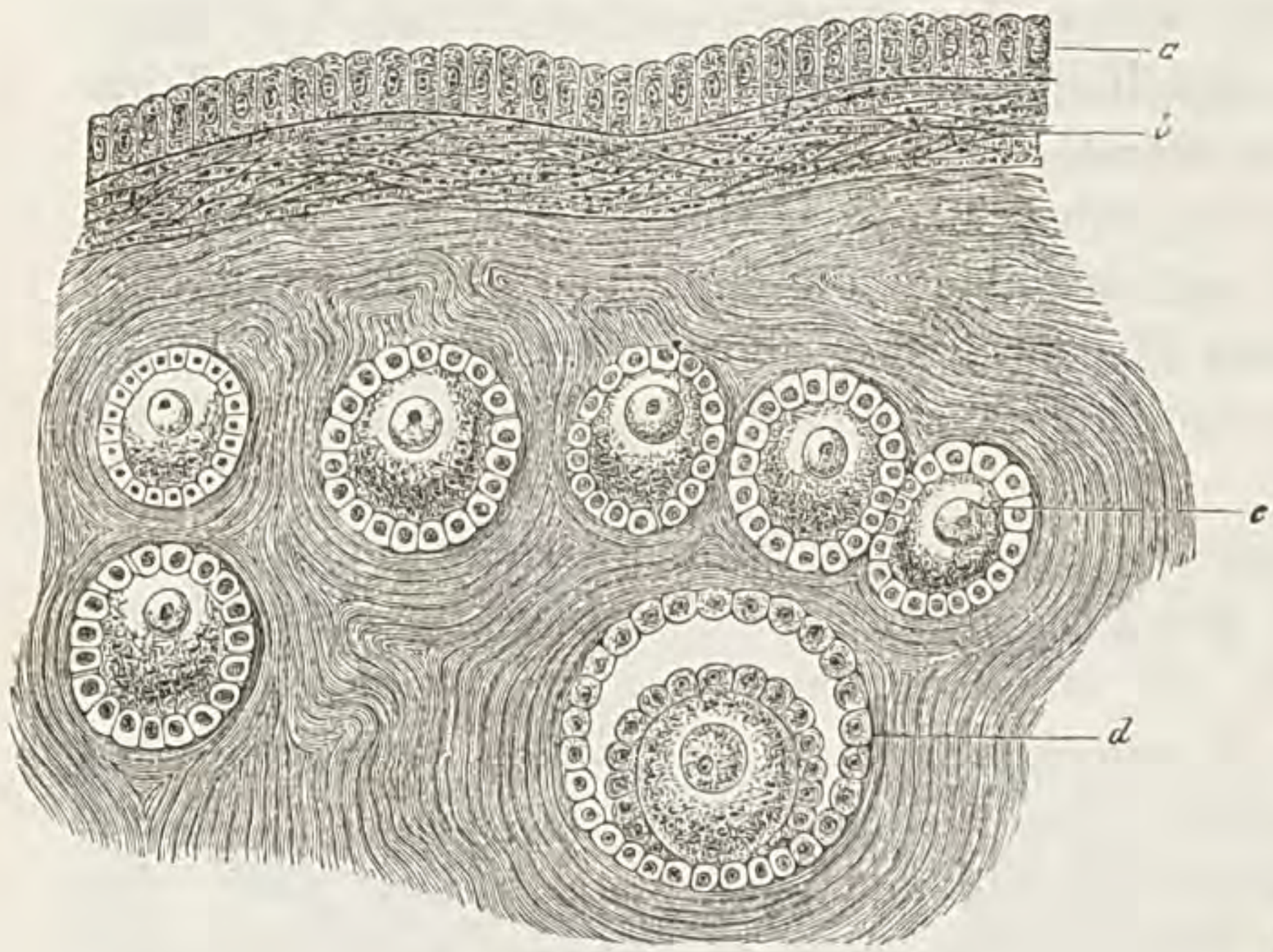
Das Keimepithel überzieht die ganze Oberfläche des Eierstockes und bildet eine einfache Lage kernhaltigen Zylinderepitheles. Unter demselben liegt eine Schicht derben und festen Bindegewebes (Waldeyer's Parenchymzone), in welcher die Eifollikel eingebettet sind, und zwar zunächst der Oberfläche die

*) „Eierstock und Ei." Leipzig 1870, und Artikel Eierstock in Stricker's Handbuch von den Geweben S. 544.

jüngeren, tiefer die älteren, mit nahezu reifen Eiern. Nach einwärts der Parenchymzone folgt eine Schicht lockeren Bindegewebes, welche die zahlreichen Gefässe enthält; diese Schicht wird gewöhnlich die Marksubstanz genannt, Waldeyer nennt sie passender: die Gefässzone.

Die Eifollikel (Graaf'sche Bläschen) liegen im noch unentwickelten Zustande dicht gedrängt im äusseren Umfange der Parenchymzone (Fig. 142 *c*), die vom Keimepithele durch eine Rinden- oder äussere Schicht von Bindegewebsfasern (früher Albu-

Fig. 142.



Eierstock vom Kaninchen.

a Keimepithel, *b* Rinden- oder äussere Faserschicht,
c jüngste Follikel, *d* ein mehr entwickelter älterer Follikel.

Fig. 143.

Follikel aus dem Eierstocke des Kaninchens.

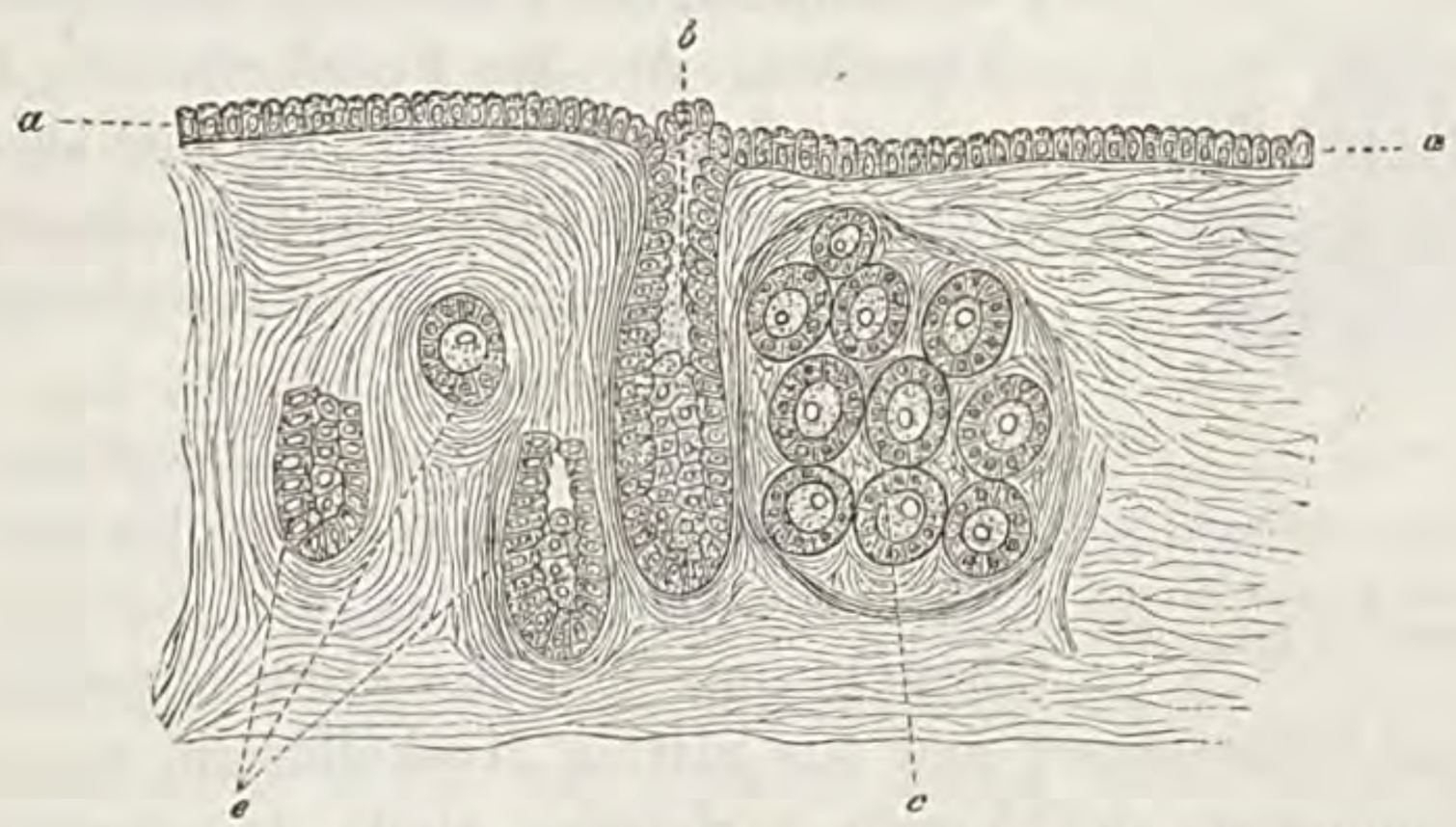
a das Ei, bei 1 ohne, bei 2 mit Eikapsel.

ginea genannt) abgegrenzt ist, in welcher keine Follikel vorkommen (Fig. 142 *b*). Ein noch unentwickelter jüngerer Follikel (der in Fig. 143 1 einzeln abgebildet ist) besteht aus dem kugelförmigen Ei, dessen Protoplasma den exzentrischen Kern, eine körnige Masse und Fettmoleküle enthält; das Ei ist rings umgeben von einer Schicht kleiner kernhaltiger Zellen (dem Discus proligerus), welche als Epithel des Follikels erscheinen. Die Eifollikel liegen entweder dicht neben einander, oder sie sind durch Bindegewebszüge mit spindelförmigen Zellen und durch Blutgefässe getrennt. Die älteren Eifollikel in der tieferen Schicht der Parenchymzone enthalten grössere Eier mit einer stärkeren Schicht

kleiner Randzellen, welche der Eikapsel (zona pellucida s. chorion primitivum, Fig. 143 2 *a*) anliegen. Bei fortschreitender Entwicklung des Eies in dem Follikel trennen sich die das Ei umgebenden Epithelschichten derart, dass die äussere Zellenlage der Follikelwand verbunden bleibt, die innere Schicht aber sich an das Ei, beziehungsweise an die Eikapsel anlegt; zwischen beiden Schichten der Epithelzellen findet sich ein wässriger Inhalt — die Follikelflüssigkeit, welche das Ei umgibt, bis auf die Stelle, wo dasselbe der Follikelwand anhängt (Fig. 142 *d*).

In weiterer Entwicklung vergrössert sich der Eifollikel durch Vermehrung seiner Inhaltsflüssigkeit, das Ei wächst und schliess-

Fig. 144.



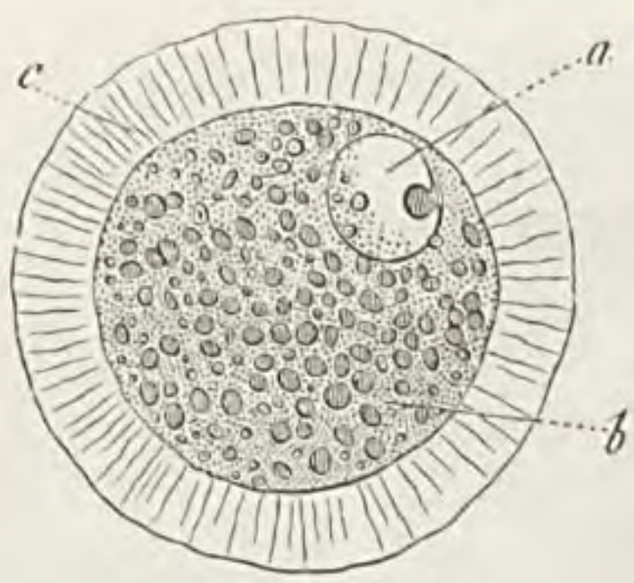
Senkrechter Durchschnitt vom Eierstocke einer halbjährigen Hündin.
a Keimepithel, *b* schlauchförmiger Eifollikel mit freier Mündung,
c grössere Gruppe traubig zusammengelagerter Follikel,
e schräge und quere Durchschnitte der Follikel.

lich erreicht der Follikel die Oberfläche des Eierstockes, durchbricht das Keimepithel und platzt; der Inhalt des Follikels, nämlich die Follikelflüssigkeit und das Ei, tritt aus und wird von dem Eileiter aufgefangen, durch den er in den Tragsack gelangt. Nach der Entleerung seines Inhaltes schrumpft der Follikel zusammen, seine Höhle wird durch die Reste des bei der Eientleerung ergossenen Blutes und durch Narbengewebe ausgefüllt; dadurch entsteht der gelbe Körper (corpus luteum), der an der Oberfläche des Eierstockes etwas hervorragt und demselben das höckrige Ansehen verleiht, das älteren Eierstöcken eigenthümlich ist. Nach Franck tritt das Ei der Stute nur am Ausschnitte des Eierstockes aus, wodurch sich die glatte Oberfläche des Pferdeeierstockes erklärt.

Die Eifollikel stammen vom Keimepithele des Eierstockes, welches in das Bindegewebe der Parenchymzone hineinwuchert und sich später abschnürt. Diese Epithelwucherungen sind entweder schlauchförmig, oder traubenförmig, oder kettenförmig. Diesen Vorgang erläutert Fig. 144. Die embryonale Anlage des Eierstockes werden wir in §. 263 kennen lernen.

Das von seiner epithelialen Umhüllung (den Epithelzellen der Follikelwand) befreite Ei ist von einer verhältnissmässig dicken Kapsel (Fig. 145 *c*) umschlossen, die von feinen Porenkanälchen durchsetzt ist, welche den befruchtenden Samenzellen zum Durchtritte dienen. Die Protoplasmamasse oder der Dotter des Eies besteht aus eiweisshaltigen Molekülen und aus Fettkörnchen. An der Peripherie der Dottermasse liegt der als Keimbläschen (Purkinje'sches Bläschen) bezeichnete Kern des Eies (*a*) mit seinem Kernkörperchen (Keimfleck).

Fig. 145.



Ei vom Maulwurf.
a Kern mit Kernkörperchen, *b* Eidotter, *c* Eikapsel.

Das Ei der grossen Hausthiere hat einen Durchmesser von 0·05 bis 0·10 Mm.

Die Gefässzone des Eierstockes besteht aus den am Hilus desselben eintretenden Blutgefässen und aus glatten Muskelfasern, welche mit den Wandungen der Venen verbunden sind; das Gewebe der Gefässzone hat Aehnlichkeit mit den Schwellkörpern der Ruthe.

Lateralwärts vom Eierstocke, mit ihm verbunden durch das breite Mutterband, liegt der Nebeneierstock (parovarium), ein Ueberrest der embryonalen Geschlechtsanlage (des Wolff'schen Körpers, siehe §. 263); er hat nach der Geburt des Thieres keine funktionelle Bedeutung mehr.

§. 251. *Der Eileiter und der Tragsack.*

Der Eileiter (oviductus s. tuba Fallopii) liegt jederseits, lateralwärts vom Tragsacke, zwischen den Platten des breiten Tragsackbandes und stellt eine geschlängelte Röhre dar, welche den Eierstock mit dem Tragsacke verbindet. Die Tragsacköffnung des Eileiters ist je einem Tragsackhorne zugewandt; die Bauchöffnung liegt am lateralen Umfange oder am Hilus des Eierstockes

und sie ist von einer gekräuselten Haut umgeben, der Eileiterkrause (fimbria oviducti), welche sich zur Zeit der Ausstossung eines Eies an den Eierstock anlegt, um das Ei aufzufangen. Der stärker geschlängelte Theil des Eileiters, welcher dem Eierstocke zugekehrt ist, heisst die Ampulle.

Das Gewebe des Eileiters besteht zu innerst aus einer drüsenlosen Schleimhaut, welche ein flimmerndes Zylinderepithel trägt, dessen Wimperstrom gegen den Tragsack gerichtet ist; dann folgt die Muskelhaut mit einer äusseren längsverlaufenden und einer inneren Kreisfaserlage. Nach Franck strahlen die Muskelfasern des Eileiters in die Eileiterkrausen aus. Die Muskelhaut ist aussen von der serösen Haut des Bauchfelles (des breiten Tragsackbandes) bekleidet, welche am Rande der Krausen unmittelbar an die Schleimhaut grenzt.

Der Tragsack (uterus) liegt zwischen einer Bauchfellfalte (dem breiten Tragsackbande) grösstentheils am hinteren Ende der Bauchhöhle, zum Theile in der Beckenhöhle zwischen dem Mastdarme und der Harnblase.

Man unterscheidet am Tragsack: 1. den Körper, als den breiteren Theil, welcher der Scheide zunächt liegt; 2. den Hals mit dem Tragsackmunde, der in die Scheide vorragt; 3. die beiden Tragsackhörner, welche nach vorn vom Körper liegen und lateralwärts in die Eileiter übergehen; beim Schweine sind sie sehr lang und darmähnlich.

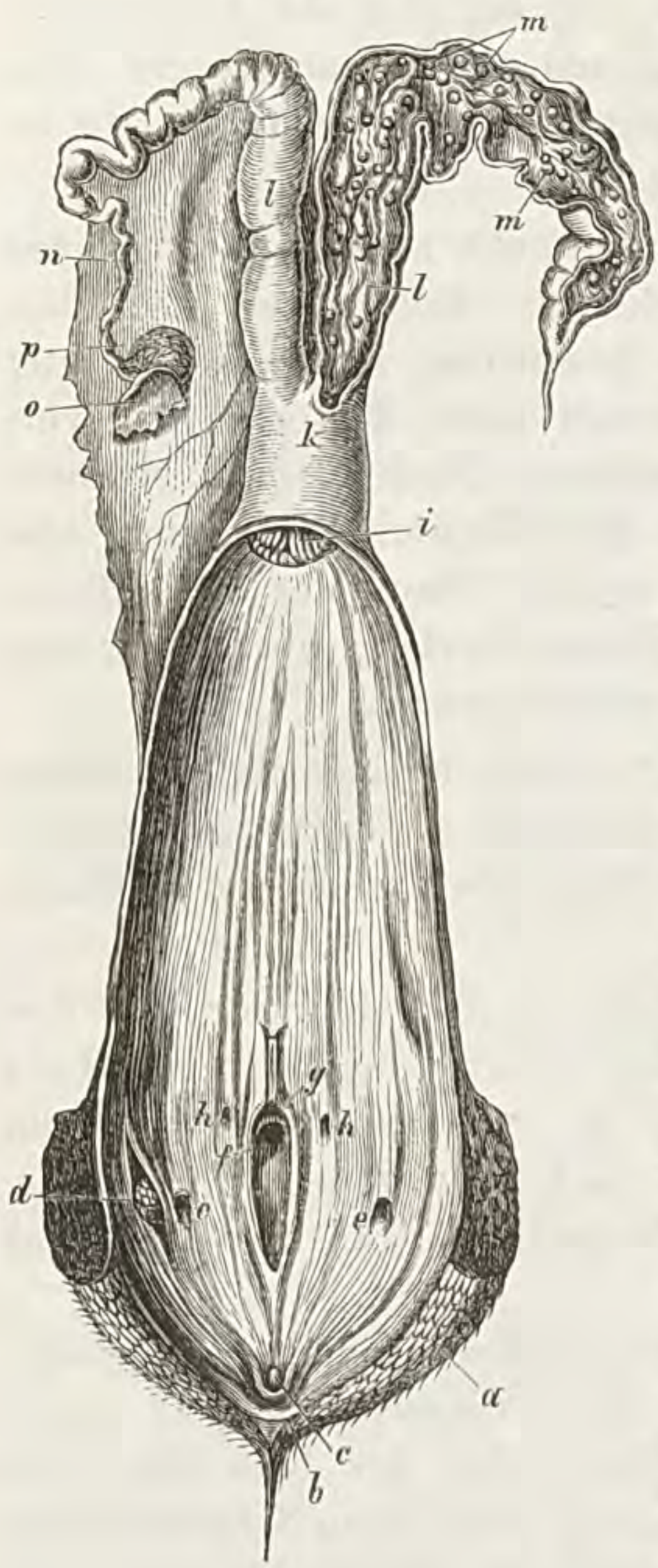
Bei der Stute ist der Körper der grössere Theil (seine Länge beträgt etwa 17 Zm., die Länge der Tragsackhörner 12 Zm.), dagegen ist er bei den Wiederkäuern (bei der Kuh misst der Körper etwa 8 Zm., die Hörner 22 Zm.) und dem Schweine sehr kurz, im Vergleiche mit den ausgedehnten Tragsackhörnern.

Das Gewebe des Tragsackes besteht nach innen aus einer Schleimhaut, die umgeben ist von einer Muskelhaut; nach aussen steht diese in Verbindung mit der serösen Haut des Bauchfelles.

Die Schleimhaut des Tragsackes enthält im Körper und in den Hörnern zahlreiche schlauchförmige Drüsen,*) welche beim Wiederkäuer und Schweine verästelt sind; sie ist von einem

*) Nach Franck sondern sie zur Zeit, wo im Beginne der Trächtigkeit eine Verbindung der Eihüllen mit der Tragsackschleimhaut noch nicht stattgefunden hat, wahrscheinlich die sogenannte Uterinmilch ab.

Fig. 146.



Die Zeugungsorgane der Kuh.

a Schamlippen,
b unterer Winkel derselben,
c Eichel des Kitzlers, *d* Scheidendrüse,
e ihr Ausführungsgang,
f Harnröhrenmündung, *g* Scheidenklappe,
h Mündung der Gartner'schen Gänge,
i Tragsackmund, *k* Körper des Tragsackes,
l Hörner desselben, *m* Tragsackwarzen,
n Eileiter, *o* Krause desselben,
p Eierstock.

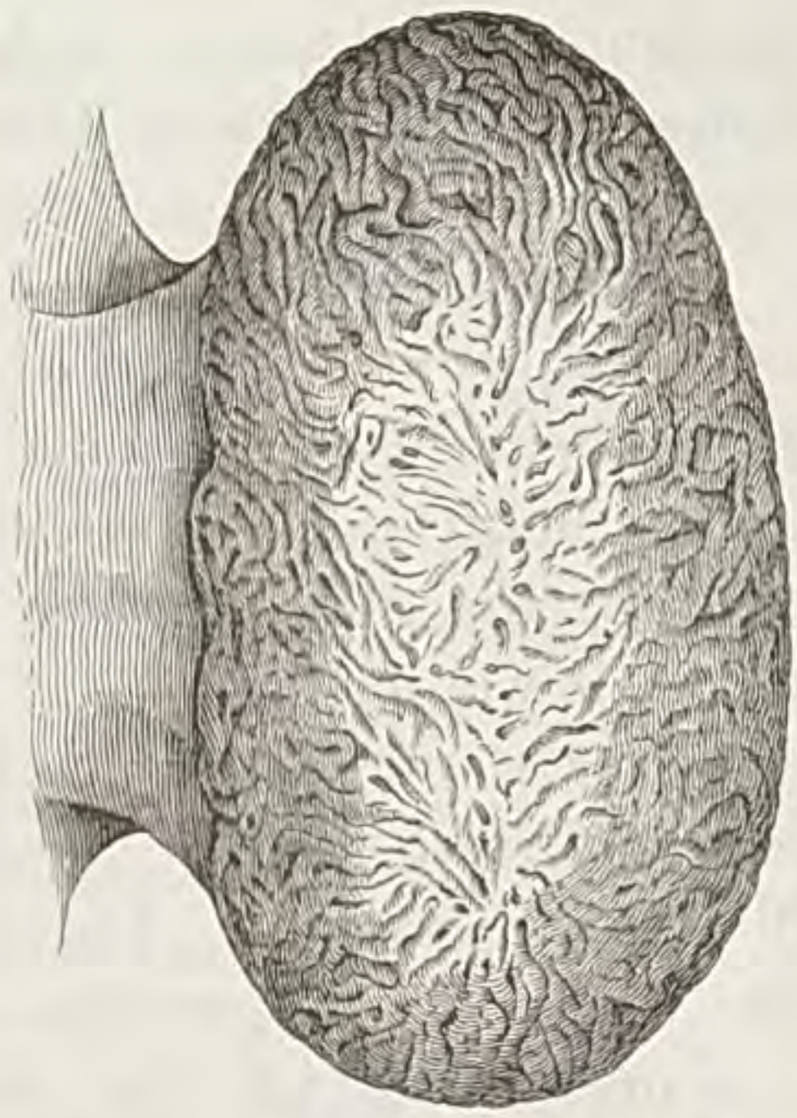
flimmernden Zylinderepithel besetzt, dessen Wimperstrom nach Franck gegen die Scheide gerichtet ist; im nichtträchtigen Zustande liegt die Schleimhaut des Körpers und der Hörner in Längsfalten, am Tragsackmunde ist sie krausenartig gefaltet.

Die Tragsackschleimhaut der Wiederkäuer enthält neben den verästelten Tragsackdrüsen auch kurze, schlauchförmige Schleimbälge; sie ist ferner ausgezeichnet durch zahlreiche Tragsackwarzen (Cotyledones), in welche Blutgefässe eintreten, die an der Oberfläche der Schleimhaut Haargefässschlingen bilden. Die Tragsackwarzen besitzen keine verästelten Drüsen, wohl aber zahlreiche Schleimbälge, welche zur Zeit der Trächtigkeit die Zotten der embryonalen Zottenhaut aufnehmen; die Tragsackwarzen vergrössern sich alsdann bis zum zehnfachen, sie erheben sich an einem Stiele über die Schleimhaut und bilden die sogenannten Mutterkuchen (placentae), welche behufs der Ernährung die Verbindung herstellen zwischen Mutter und Frucht.

Die Muskelhaut des Tragsackes besteht aus zwei Schichten glatter Muskelfasern; die äussere Schicht verläuft längs, die innere ringförmig und diese ist stärker als die äussere. Die Muskelfasern vermehren sich während der Trächtigkeit, und sie bewirken zur Zeit der Geburt die Austreibung der Frucht.

Im Zustande der Trächtigkeit vergrössert sich der Tragsack ansehnlich. Bei den Wiederkäuern und dem Schweine entwickelt sich die Frucht in einem Horne, bei mehreren Früchten in beiden Hörnern. Die Falten der Schleimhaut verstreichen im Körper und in den Hörnern. Nach Franck bekommt die Schleimhaut an Stelle des Flimmerepitheles ein einfaches Zylinderepithel. Nach Ercolani entsteht eine neue Drüsenbildung; es entwickeln sich nämlich kleine einfache, schlauchförmige Follikel (die aber bei Wiederkäuern und Schweinen wohl aus den bestehenden Schleimbälgen hervorgehen), welche in Gruppen nebeneinander stehen und dazu bestimmt sind: die Zotten der embryonalen Zottenhaut in sich aufzunehmen. Bei den trächtigen Wiederkäuern vergrössern sich die Schleimbälge der Tragsackwarzen, und ihre Haargefässschlingen verästeln sich stark.

Fig. 147.



Tragsackwarze einer trächtigen Kuh (Natürl. Gr.).

§. 252. *Die Scheide und der Kitzler.*

Die Scheide (vagina) ist der schlauchförmige Einführungs- beziehungsweise Ausführungsgang des Tragsackes. Sie liegt unter dem Mastdarme und oberhalb der Harnblase. Der vordere Theil der Scheide umfasst den Tragsackhals, der hintere Theil öffnet sich unter dem After. Die Lichtung der Scheide erweitert sich von vorn nach hinten, und ihr hinteres weitestes Drittel wird als Vorhof bezeichnet; der letztere reicht nach vorn bis zur Mündung der Harnröhre (Fig. 146 *f*), welche an der unteren Wand der Scheide liegt und von der Scheidenklappe (Fig. 146 *g*) umgeben ist. Zu beiden Seiten der Harnröhrenmündung liegen die Mündungen der Gartner'schen Gänge (Fig. 146 *h*), welche der Stute meistens fehlen; es sind die Reste eines embryonalen Gebildes (siehe §. 263), die nach der Geburt keine physiologische Bedeutung mehr haben. Etwas hinter- und lateralwärts dieser

Gänge liegen die Mündungen (Fig. 146 *e*) der Scheiden- oder Bartholin'schen Drüsen (deren eine in Fig. 146 *d* aus der gespaltenen Schleimhaut hervorschaut); an deren Stelle finden sich bei der Stute und der Sau mehrere schlauchförmige Drüsen (die sogenannten Lakunen), welche den Ruthen- oder Cowper'schen Drüsen der männlichen Thiere entsprechen; ausserdem besitzen Stute und Sau an dieser Stelle jederseits einen Schwellkörper.

Der Scheideneingang (der Wurf) wird beiderseits von den Schamlippen (Fig. 146 *a*) begrenzt, welche von der äusseren Haut überzogen sind und den Schliessmuskel der Scham (musc. constrictor cunni) zur Grundlage haben, durch dessen quergestreifte Muskelfasern der Scheideneingang willkürlich geschlossen werden kann.

Das Gewebe der Scheide besteht aus einer drüsenlosen Schleimhaut, welche einen Papillarkörper und ein geschichtetes Pflasterepithel trägt. Die Schleimhaut ist rings umgeben von der Muskelhaut, welche aus Längs- und Kreismuskelfasern zusammengesetzt ist. Die obere Wand der Scheide ist aussen von einer serösen Haut überzogen, welche dem Bauchfelle angehört.

Der Kitzler (clitoris, Fig. 146 *c*) liegt am unteren Winkel des Scheideneinganges; er entspricht der Eichel der Ruthe und ist das weibliche Wollustorgan. Das Gewebe des Kitzlers besteht aus zwei Schwellkörpern, welche am Gesässbeinausschnitte befestigt und unter sich verbunden sind. Der am Scheideneingange vorragende Theil der Schwellkörper wird als Eichel des Kitzlers bezeichnet; sie ist von einer Schleimhautfalte (der Vorhaut des Kitzlers) ringförmig umgeben; vor dem vorderen Umfange der Schleimhautfalte befindet sich eine Grube, welche von einer talgartigen Masse ausgefüllt ist. Mit den Schwellkörpern des Kitzlers ist ein willkürlicher Muskel verbunden — der Aufrichter des Kitzlers (musc. erector clitoridis), der am Gesässbeine entspringt.

c) Die Mechanik des Zeugungsapparates.

§. 253. *Die Brunst.*

Unter „Brunst" versteht man den periodischen Erregungszustand des Zeugungsapparates, der gewöhnlich abhängig ist von einem erhöhten Ernährungszustande des Gesammtorganismus. Die Brunst kennzeichnet sich durch Anschwellung sämmtlicher Zeu-

gungsorgane; in Folge der grösseren Blutfülle vergrössern sich diese und die drüsigen Organe steigern ihre absondernde Thätigkeit. Während der Brunst erscheinen die Hoden voller und die Absonderung des Samens ist vermehrt; das Ei oder mehrere Eier erreichen ihren Reifezustand im Eierstocke, der Eifollikel platzt und der durch vermehrten Blutzufluss angeschwollene Eileiter legt sich mit seiner Krause an den Eierstock, empfängt den Inhalt des geplatzten Follikels und leitet ihn zum Tragsacke, wo das Ei im Falle der Befruchtung (siehe §. 258) sich weiter entwickelt, anderenfalls aber zu Grunde geht. Auch der Tragsack und die Scheide schwellen an zur Zeit der Brunst; der Tragsack stösst sein Flimmerepithel ab (das sich im nicht-trächtigen Zustande nach der Brunst wieder erneuert) und die Scheidendrüsen sondern reichlichen Schleim ab.

Die Brunst bewirkt, ausser an den Zeugungsorganen, auch im Gesammtorganismus gewisse Veränderungen, welche von jener periodischen Anschwellung der Ernährung abhängig sind. Bei männlichen Thieren sind alle Sinnesorgane, namentlich aber der Geruch geschärft, sie sind viel lebhafter und kräftiger in ihren Bewegungen, sie kämpfen mit einander um das brünstige Weibchen; ihr grösserer Lebensmuth äussert sich auch in öfteren Kundgebungen des Stimmorganes; die Hauptsache aber ist der gesteigerte Trieb zur Paarung, der sich äussert durch häufiges Vorschieben der Ruthe aus ihrer Vorhaut und durch Bespringen selbst von männlichen Thieren. Das weibliche Thier verhält sich zur Brunstzeit mehr duldend gegenüber den heftigen Erregungen des Geschlechtstriebes beim männlichen Thiere; jenes gestattet die Annäherung des letzteren und schliesslich die Paarung. Während man an dem ganzen Auftreten des männlichen Thieres dessen brünstigen Zustand erkennen kann, zeigen sich beim weiblichen Thiere die Zeichen der Brunst hauptsächlich an den äusseren Geschlechtstheilen: der Scheideneingang ist angeschwollen, die Eichel des Kitzlers wird aus ihrer Vorhaut vorgeschoben, die Schamlippen werden abwechselnd geöffnet und zusammengepresst und die Scheide sondert einen stark riechenden Schleim ab, der häufig untermischt ist mit Blut; die brünstigen Kühe und Säue äussern ihre Brunst auch durch Bespringen von Thieren ihrer Art und ihres Geschlechtes.

Die Brunst, die bei allen wilden Thieren sehr regelmässig auftritt, und zwar zu der Jahreszeit, wo die reichlichste Nahrung

geboten ist, erscheint bei unseren Hausthieren weniger regelmässig, wohl weil sie in kultivirten Wirthschaften zu allen Zeiten des Jahres reichliche Nahrung finden. Unsere Hausthiere sind also zu jeder Jahreszeit brünstig, wenn sich auch ein häufigeres Eintreten der Brunst im Frühjahre bei Pferden und Schweinen, im Herbste bei den Wiederkäuern nicht verkennen lässt. In der Regel wiederholt sich die Brunst bei weiblichen Thieren, wenn sie nicht befruchtet sind, nach drei bis vier Wochen, bei Stuten schon nach acht bis zehn Tagen; auch zeigt sich eine regelmässige Wiederkehr der Brunst nach dem Gebären, die bei der Stute nach neun bis vierzehn Tagen, bei den übrigen Haussäugethieren nach vier bis sechs Wochen eintritt. In jeder Periode der Brunst dauern die bei weiblichen Thieren am Scheideneingange wahrnehmbaren Zeichen gewöhnlich ein bis zwei Tage, während welcher Zeit sie das männliche Thier annehmen.

Die erste Brunst, welche die Geschlechtsreife bekundet, zeigt sich bei unseren landwirthschaftlichen Hausthieren früher als bei wilden Thieren der gleichen Art, und sie erscheint bei jenen um so früher, je besser sie ernährt werden.

Bei gut genährten Hengsten und Stieren erscheint die erste Brunst bei Vollendung des ersten Lebensjahres, bei Stuten und Kühen etwa in der Mitte des zweiten Lebensjahres; bei den kleinen Wiederkäuern treten diese Perioden früher ein, und gut entwickelte Schweine werden schon vor Vollendung des ersten Lebensjahres brünstig, ja frühreife Sauen können schon im Alter von einem Jahre Junge bringen. Es sind aber auch bei Stuten und Kühen frühzeitige Geburten vollständig entwickelter Junger schon vor Vollendung des zweiten Lebensjahres vorgekommen.

§. 254. *Die Paarung.*

Der natürliche Zweck des durch die Erscheinungen der Brunst sich äussernden Geschlechtstriebes — ist die Erhaltung der Art; der Geschlechtstrieb treibt die männlichen und weiblichen Thiere zur Paarung.

Die Paarung unserer Haussäugethiere wird vollzogen durch die Einführung der männlichen Ruthe in die weibliche Scheide, wodurch der Same zunächst in den Tragsack gelangt, um endlich das Ei zu befruchten.

Die Einführung der Ruthe wird ermöglicht durch die Steifung derselben und diese geschieht durch die Füllung der Schwellkörper mit Blut. Dieser Vorgang ist die Folge der Erregung sensibler Nerven, welche die reflektorische Lähmung der mit den glatten Muskelfasern der Schwellkörper verbundenen sympathischen Nervenfasern bewirken; dadurch erweitern sich die Blutgefässe und das Blut strömt in grösserer Menge zu.

In diesem bluterfüllten, beziehungsweise steifen und aufgerichteten Zustande füllt die in die Scheide eingeführte Ruthe dieselbe vollständig aus, zumal jene selbst bei der Paarung sich verengert, theils durch die Zusammenziehung des Schamschnürers, theils (bei Stute und Sau) durch die Blutanfüllung des Schwellkörpers der Scheide.

Die von dem weiblichen Thiere auf das männliche Thier wirkenden Geschlechtsreize werden bei unseren Hausthieren hauptsächlich wohl durch den Geruchsnerven vermittelt; die männlichen Thiere erkennen die brünstigen Weibchen aus weiter Entfernung durch den Geruch; es ist aber nicht allein der Geruch des ausfliessenden Scheidenschleimes, sondern auch die Hautausdünstung des weiblichen Thieres, wodurch jene Geschlechtserregung des männlichen Thieres bewirkt wird. Die geschlechtsreizende Wirkung der Geruchsnerven erkennt man bei allen unseren männlichen Haussäugethieren an der Steigerung ihres Paarungstriebes, nachdem sie mit vollen Zügen die Atmosphäre des brünstigen Weibchens durch die weit geöffneten Nüstern eingesogen haben. Die geschlechtsreizende Wirkung der übrigen Sinnesnerven, namentlich der Gefühlsnerven und der Sehnerven, ist bei den männlichen Haussäugethieren jedenfalls geringer als beim Menschen.

Nach der Einführung der Ruthe in die Scheide (wobei der Hengst nicht die vollständige Steifung abwartet, weil die grosse Eichel alsdann die Einführung in die Scheide unmöglich macht), geschieht die Ausspritzung des Samens nach einigen stossenden Bewegungen der Ruthe (die man mit der Bewegung des Stempels in der Spritze verglichen hat), wobei die Nerven der Eichel, sowohl in der Ruthe wie im Kitzler, durch Reibung stark erregt werden. Die Erregung der Nerven der männlichen Eichel bewirkt reflektorisch die Samenausspritzung, während die Erregung der Nerven der weiblichen Eichel die Oeffnung des Tragsackmundes auf reflektorischem Wege herbeiführt. Wenn der Gipfelpunk

des Wollustgefühles bei den sich paarenden Thieren erreicht ist, erfolgt die Samenausspritzung gleichzeitig mit der Oeffnung des Tragsackmundes und der Same dringt in den Tragsack.

Die Einspritzung des Samens in den Tragsackmund ist unbedingt nothwendig zur Befruchtung des Eies, und dieser Erfolg wird bei der Paarung nur erreicht, wenn die Eichel der Ruthe bis zum Tragsackmunde vordringt. In dem Augenblicke des höchsten Wollustgefühles wird die Ruthe mit einem letzten Stosse gegen den Tragsackmund geschoben, wobei die Ruthenspitze der Böcke und des Ebers wahrscheinlich in denselben eindringt; alsdann erfolgt durch die Verkürzung der die Harnröhre umgebenden Samenschneller die Ausspritzung des Samens (die sogenannte Absamung), wonach das auf dem Hintertheile des Weibchens reitende männliche Thier, welches während der Paarung mit gestrecktem Nacken den Kopf hoch getragen hat, diesen sogleich sinken lässt und nach kurzer Zeit vom weiblichen Thiere absteigt und sich von demselben wegwendet. Das Sinkenlassen des Kopfes und beim Hengste das fast krampfhafte Heben und Senken (das sogenannte Nicken) des Schweifes, sind die sichersten Zeichen, dass das männliche Thier abgesamt hat.

Das weibliche Thier, das befruchtet worden ist, wiederholt die Paarung in der Regel zunächst nicht mehr; wenn aber eine Befruchtung nicht stattgefunden hat, so nimmt das weibliche Thier noch in derselben Brunstperiode das männliche Thier wieder an; wenn auch dann keine Befruchtung zu Stande kommt, so wiederholt sich die Brunst in der oben bezeichneten Frist. Befruchtete Weibchen aber zeigen während der ganzen Tragezeit gewöhnlich keine Zeichen der Brunst mehr.

d) Die Milchdrüsen (das Euter, uber).

§. 255. *Der Bau der Milchdrüsen.*

Die beiden Milchdrüsen (glandulae lactiferae) liegen in der Schamgegend zwischen den Schenkeln, zu beiden Seiten der Medianlinie des Bauches. Auch die männlichen Thiere besitzen hinter dem Hodensacke verkümmerte Milchdrüsen mit mindestens zwei kurzen Zitzen. Bei der Stute, dem Schafe und der Ziege reichen die Milchdrüsen kaum über den vorderen Rand der

Schambeine hinaus; bei guten Milchkühen aber erstrecken sich die Milchdrüsen bis zum Nabel und bei der Sau erreichen sie das Brustbein.

Beide Milchdrüsen, welche zusammen das Euter bilden, sind in der Medianlinie durch einen plattenförmigen Fortsatz der gelben Bauchhaut (das sogenannte Aufhängeband des Euters) verbunden. Die äussere Oberfläche der Milchdrüsen ist zunächst von einer, ebenfalls der gelben Bauchhaut entstammenden Hülle (der Euterbinde) umgeben, die von der äusseren Haut bedeckt ist. Auf der Euterbinde verzweigen sich zahlreiche Venen und Lymphgefässe; die Venen sind Zweige der Bauchwandvene und die Lymphgefässe senken sich in die Leistendrüsen.

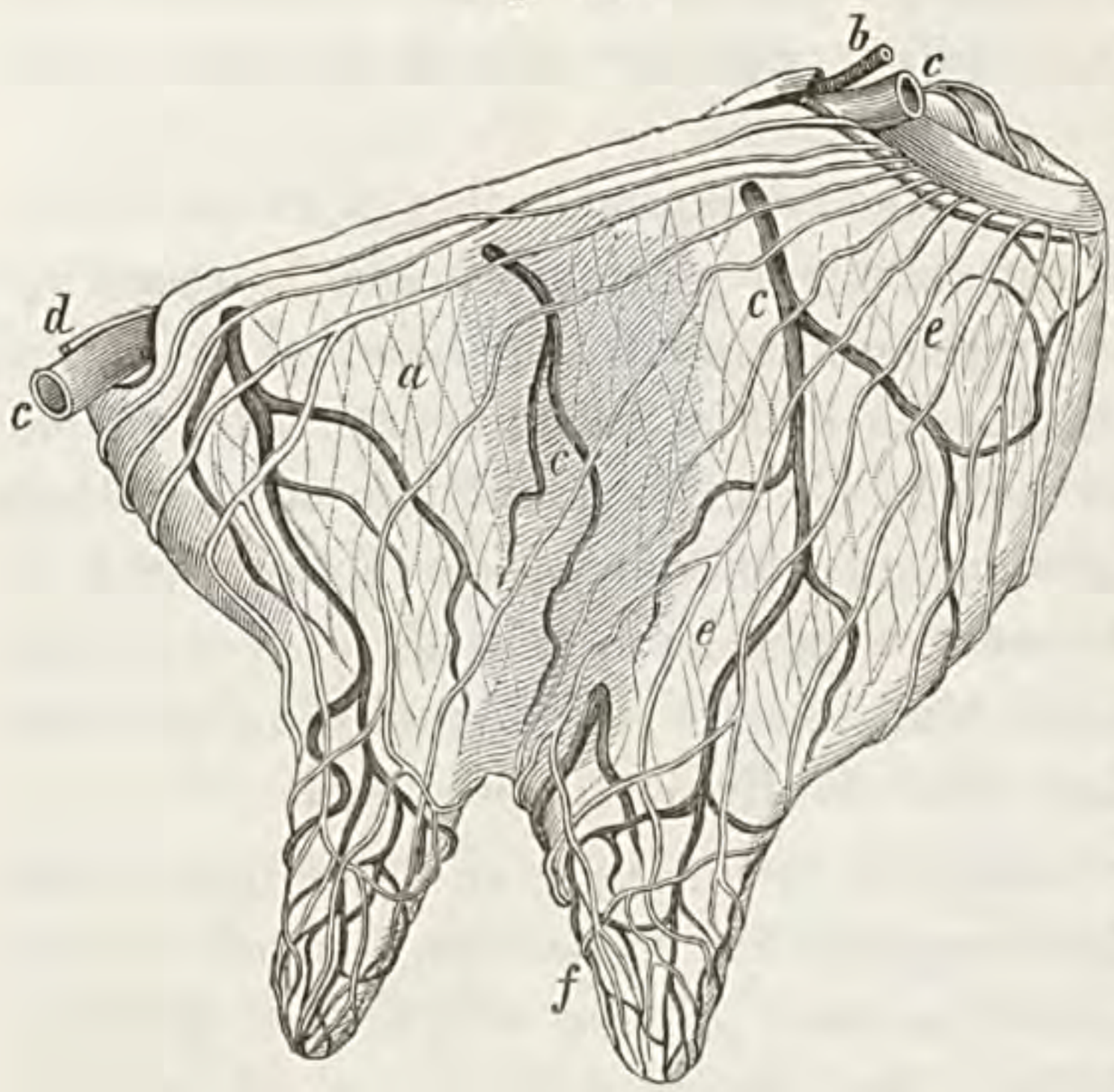
Jede Milchdrüse besitzt an ihrem unteren Umfange mindestens eine, den Ausführungsgang der Drüse umfassende Zitze; das Euter hat also mindestens zwei Zitzen, welche bei jungfräulichen Stuten kaum 3 Zm., bei säugenden Stuten aber 6 bis 7 Zm. lang sind (Franck). Die längsten Zitzen besitzt die Ziege. Das Euter der Kuh besteht jederseits aus zwei Abtheilungen, beziehungsweise aus einer vorderen und hinteren Milchdrüse, die durch eine senkrecht verlaufende Furche getrennt sind; jede der Milchdrüsen besitzt eine Zitze, so dass also am Euter der Kuh vier Zitzen vorkommen; ausserdem finden sich am hinteren Umfange des Kuheuters in der Regel noch zwei Afterzitzen, welche aber keine Milch ausführen. Die Zitzen des Kuheuters haben eine Länge von 6 bis 11 Zm.; die beiden vorderen Striche sind durchschnittlich um 1 Zm. länger, als die beiden hinteren. Das Euter der Sau besitzt jederseits fünf bis sechs Zitzen, welche eben so vielen Abtheilungen der Milchdrüse entsprechen.

Jede Zitze der landwirthschaftlichen Haussäugethiere enthält einen Hohlraum, den Zitzenkanal (Fig. 149 *f*), der sich nach aufwärts erweitert und als Milchzysterne (Fig. 149 *e*) bezeichnet wird; in letztere münden zahlreiche Ausführungskanäle der Milchdrüse (sogenannte Milchgänge).

Das Gewebe der Milchdrüse ist sehr ähnlich dem Gewebe der Talgdrüsen;*) es besteht aus zahlreichen, durch lockeres und fettreiches Bindegewebe (in welchen die Blutgefässe verlaufen) ver-

*) Die Milchdrüse kann als eine vergrösserte Hauttalgdrüse aufgefasst werden. Diese Analogie ergibt sich auch aus der Beziehung von feiner, glänzender Haut und Milchreichthum.

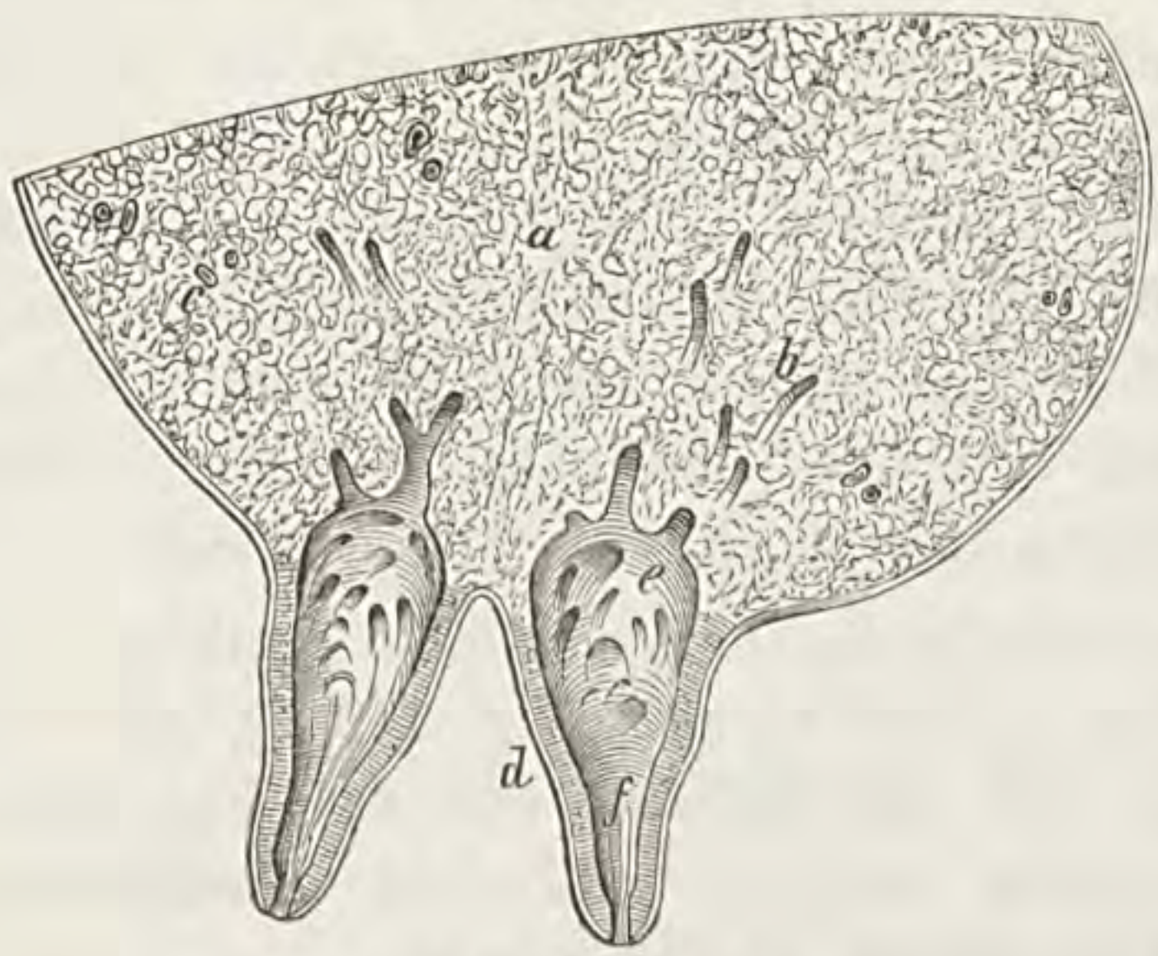
Fig. 148.



Oberfläche des linken Kuheuters nach Entfernung der äusseren Haut (halbschematische Zeichnung).

a die durch die Euterbinde durchscheinenden Drüsenlappen, *b* Euterarterie, *c* Bauchwandvene (Milchader) mit ihren Aesten, *d* Euternerv, *e* Lymphgefässe, *f* Zitze.

Fig. 149.



Sagittalschnitt des Kuheuters.

a Drüsenlappen, *b* schräg durchschnittene Milchgänge, *c* querdurchschnittene Milchgänge, *d* Euterbinde der Zitze, *e* Milchzysterne, *f* Zitzenkanal.

bundene Lappen;*) aus jedem Lappen geht ein Drüsenkanal (Milchgang) hervor, der schliesslich in der Milchzysterne gesondert mündet. Jeder Lappen besteht aus mehreren Läppchen, welche den Endästen der Milchgänge traubenförmig anhängen. Jedes Läppchen endlich ist aus zahlreichen Drüsenbläschen zusammengesetzt, aus deren Hohlraum die feinen Aeste der Milchgänge ihren Ursprung nehmen.

Die Drüsenbläschen bestehen nach Langer**) aus retikulärem Bindegewebe, das mit einem einschichtigen Pflasterepithele besetzt ist. Der Hohlraum der Bläschen ist bei säugenden Thieren mit Fettkügelchen erfüllt, welche die Formbestandtheile der Milch bilden. Zwischen den Bläschen verbreitet sich das Haargefässnetz.

*) Die Lappenbildung der Milchdrüse ist sehr undeutlich und anatomisch schwer darzustellen; als Lappen kann eigentlich nur das Drüsengewebe eines Milchganges bezeichnet werden.

**) Stricker's Handb. I, 627.

Die Milchgänge und die Milchzysterne sind mit einer Schleimhaut bekleidet, die ein Zylinderepithel trägt. Die Schleimhaut des Zitzenkanales, die in Längsfalten liegt, besitzt ein Pflasterepithel und sie ist aussen von glatten Muskelfasern begrenzt, welche die Zitzenöffnung mit einer stärkeren, als Schliessmuskel der Zitze bezeichneten Lage umgeben. An der Zitzenöffnung geht die Schleimhaut des Zitzenkanales in die äussere

Fig. 150.

Drüsenlappen mit Läppchen und Bläschen aus der Milchdrüse eines säugenden Weibes.

Fig. 151.

Durchschnitt der Drüsenbläschen aus der Milchdrüse eines säugenden Weibes mit Epithelzellen und Haargefässen.

Haut über, welche durch ein lockeres Bindegewebe von der Euterbinde getrennt ist; die Lederhaut enthält Schweiss- und Talgdrüsen, welche letztere zahlreich die Zitzenöffnung umgeben. Die äussere Haut ist am Euter selbst mit feinen Haaren besetzt, die der warzigen Oberhaut der Zitze fehlen.

Die Nerven der Milchdrüse stammen vom Lendengeflechte des Sympathikus; ihr Verlauf und ihre Endigung im Innern der Drüse ist nicht bekannt.

§. 256. *Die Milch (lac).*

Die Milch, das Sekret der Milchdrüsen, ist eine süsslich schmeckende Emulsion von mattweisser Farbe; sie enthält 80 bis

90 Prozent Wasser, in welchem gelöst sind: Eiweisskörper, Milchzucker und anorganische Salze, und in welchem Fettkügelchen (die sogenannten Milchkörperchen) schwimmen, die den einzigen morphologischen Bestandtheil der Milch bilden. Die Milchkörperchen sind einfache, fast kugelförmige Gebilde von 0·0026 bis 0·0156 Mm. (im Mittel 0·0052 Mm.) Durchmesser, die jedes ein einziges hüllenloses Fetttröpfchen darstellen, welches in der frischen Milch eine schwingende, sogenannte Molekularbewegung zeigt; bei längerem Stehen der Milch vereinigen sich mehrere Milchkörperchen zu grösseren Kugeln, die bis 0·025 Mm. Durchmesser erreichen.

Die erste Milch nach dem Gebären (die sogenannte Biessmilch, colostrum) enthält, neben vereinzelten Milchkörperchen, zahlreiche kernhaltige Zellen von 0·015 bis 0·055 Mm. Durchmesser; es sind dies die abgestossenen Epithelzellen der Milchdrüse.

Boussingault fand in 100 Theilen Biessmilch einer Kuh, 12 Stunden nach dem Gebären:

Wasser	66·40
Fett	2·89
Milchzucker	3·21
Käsestoff, Albumin und Salze	27·50
	100·00

In der Biessmilch einer anderen Kuh fand Boussingault folgende Zusammensetzung (nach Martiny*):

	am 1. Tage	am 2. Tage	am 3. Tage
Spez. Gew. bei 15° C.	1·052	1·035	1·034
Wasser	79·25	85·77	86·45
Fett	2·78	3·60	3·38
Milchzucker	2·77	4·34	4·34
Albumin und Kaseïn	14·35	5·49	5·06
Salze	0·85	0·80	0·77
	100·00	100·00	100·00

Die Biessmilch ist reicher an Eiweisskörpern und Salzen, ärmer an Fett und Milchzucker, als die spätere Milch.

Die prozentische Zusammensetzung der Milch von der Frau und von den landwirthschaftlichen Haussäugethieren zeigt nebenstehende Tabelle L**).

*) „Die Milch.“ Danzig, 1871. S. 235 und 236.

**) Nach Th. v. Gohren: „Naturgesetze der Fütterung“, Leipzig, 1872, S. 144, und (für die Salze von Frau, Kuh und Stute) G. Bunge in Zeitschr. f. Biol. X, 326.

Tabelle L. Zusammensetzung der Milch.

Bestandtheile	Frau			Kuh			Ziege			Schaf			Stute			Schwein		
	Minimum	Maximum	Mittel	Minimum	Maximum	Mittel	Minimum	Maximum	Mittel	Minimum	Maximum	Mittel	Minimum	Maximum	Mittel	Minimum	Maximum	Mittel
Spez. Gewicht . .	1·030 bis 1·034			1·026 bis 1·040			1·028 bis 1·036			1·035 bis 1·041			1·034 bis 1·045			1·029 bis 1·041		
Wasser	83·69	90·58	87·14	85·35	91·50	88·43	82·25	89·22	85·74	82·40	85·60	84·00	82·60	90·50	86·50	80·43	89·26	84·85
Trockensubstanz .	9·42	16·31	12·86	8·50	14·65	11·58	10·75	17·74	14·25	14·40	17·60	16·00	9·50	17·40	13·50	10·74	19·57	15·10
Organ. Subst. .	8·97	16·17	12·57	7·61	13·95	10·78	9·39	17·27	13·57	13·70	16·96	15·33	9·00	17·40	13·20	9·45	18·85	14·15
Kaseïn	0·85	3·69	2·27	2·06	5·00	3·53	2·44	3·36	2·90	4·50	6·50	5·50	1·70	3·30	2·50	5·68	12·89	9·28
Albumin	—	0·40	—				0·99	1·60	1·30									
Fett.	1·30	7·60	4·50	1·49	6·50	3·99	3·76	9·38	6·57	4·00	8·29	6·14	2·40	6·95	4·68	1·03	6·88	3·95
Milchzucker . .	3·20	7·31	5·26	3·70	5·00	4·40	3·69	4·57	4·13	3·31	5·00	4·16	3·30	8·75	6·02	1·59	3·04	2·31
Salze	0·14	0·45	0·29	0·70	0·89	0·79	0·47	1·36	0·92	0·64	0·70	0·67	—	—	0·50	0·71	1·29	1·00
100 Theile Salze der Milch enthalten im Mittel:																		
Kali	33·64			22·14			—			21·15*)			25·44			—	
Natron	11·09			13·91			—			3·55			3·38			—	
Kalk	15·73			20·05			—			29·37			30·09			—	
Magnesia	2·93			2·63			—			0·21			3·04			—	
Eisenoxyd.	0·22			0·04			—			3·16			0·37			—	
Phosphorsäure . .	21·36			24·75			—			35·62			31·86			—	
Chlor	20·04			21·27			—			6·76			7·50			—	

*) Nach Grouven, Zeitschr. d. l. Z. V. d. Prov. Sachsen, 1861, S. 120.

Die chemische Reaktion der frischen Milch ist nach Soxhlet*) die sogenannte amphotere, d. h. sie ist schwach sauer (von dem Gehalte an saurem Alkaliphosphat) und schwach alkalisch (vom neutralen Alkaliphosphat).

Die Eiweisskörper der Milch bestehen aus Kaseïn und Albumin; ausserdem enthält die Milch Peptone, welche aus jenen Eiweisskörpern entstanden sind.**)

Das Kaseïn oder der Käsestoff befindet sich nach Hammarsten und Soxhlet in einem gequollenen Zustande in der Milch, was sich aus der Nichtdiffundirbarkeit desselben ergibt. Der Käsestoff wird in der Milch durch Calciumphosphat in Lösung erhalten und durch Säuren und Lab gefällt. Die chemische Zusammensetzung des Käsestoffes der Kuhmilch ist nach Gorup-Besanez folgende:

Kohlenstoff	53·6	Prozent
Wasserstoff	7·1	„
Stickstoff	15·7	„
Sauerstoff	22·6	„
Schwefel	1·0	„
	100·0	

Das Albumin ist in der Milch gelöst und gerinnt durch Kochen derselben; es ist nach W. Kirchner***) identisch mit dem Serumalbumin des Blutes.

Die Peptone der Milch sind nach Kirchner theils präformirt in der Milch enthalten (Albuminose und Laktoproteïn), theils bilden sie sich durch die Behandlung derselben mit Säuren und Lab aus dem Käsestoffe und dem Albumin. Das aus dem Käsestoffe entstehende Pepton ist Hammarsten's Molkeneiweiss (siehe unten).

Der Ziger ist nach Kirchner als selbstständiger Körper nicht in der Milch enthalten, sondern er besteht hauptsächlich aus Albumin, vermengt mit Käsestoff. Meines Erachtens ist auch Hammarsten's Molkeneiweiss ein Bestandtheil des Zigers.

Der in der Milch gelöste Milchzucker ($C_{12}H_{22}O_{11} + H_2O$) hat nach Kirchner folgende prozentische Zusammensetzung:

---

*) Journ. f. prakt. Chemie. N. F. VI, 1.

**) Die Peptone der Milch führten früher die Namen „Albuminose" (Galaktin) und „Laktoproteïn".

***) „Beiträge z. Kenntniss d. Kuhmilch u. ihrer Bestandtheile" Dresden, 1877.

Kohlenstoff	40·0	Prozent
Wasserstoff	6·1	„
Sauerstoff	48·9	„
Wasser	5·0	„
	100·0	

Nach Alex. Schmidt wird durch Einwirkung eines in der Milch enthaltenen Fermentes*) der Milchzucker in Milchsäure ($C_3H_6O_3$) umgewandelt, und zwar entstehen aus einem Moleküle Milchzucker vier Moleküle Milchsäure. Die Milchsäurebildung wird durch höhere Temperatur begünstigt, durch Kälte, Senföl und Salicylsäure**) aber bis zu einer gewissen Zeit beschränkt; durch Kochen der Milch wird das milchsäurebildende Ferment zerstört.

Die Salze der Milch bestehen vorwiegend aus Calciumphosphat und Kaliumphosphat; in der Milch der pflanzenfressenden Thiere sind mehr Kalium- als Natriumsalze enthalten, während in der Milch der fleischfressenden Thiere das Verhältniss dieser beiden Salze annähernd gleich ist. Die chemische Zusammensetzung der Milchasche ist sehr ähnlich der Fleischasche und der Asche der Blutkörperchen.

Von Gasen enthält die Milch Kohlensäure, Sauerstoff und Stickstoff, erstere in überwiegender Menge.

Die Fette der Milch sind in den Milchkörperchen enthalten und sie bestehen nach Heintz aus den Glyceriden der Butinsäure, Stearinsäure, Palmitinsäure, Myristinsäure und Oelsäure. Die flüchtigen Fettsäuren (insoferne sie in der Butter aufgefunden wurden) sind sehr wahrscheinlich, wenigstens zum Theile Zersetzungsprodukte, und durch den Vorgang des Ranzigwerdens entstanden (Gorup-Besanez).

Nach E. Schulze und A. Reinecke***) hat das Butterfett folgende mittlere prozentische Zusammensetzung:

Kohlenstoff	75·63	Prozent
Wasserstoff	11·87	„
Sauerstoff	12·50	„
	100·00	

*) Hessling führt als Ursache der Milchsäurebildung einen Pilz an, der die Milch und ihre Produkte beständig begleitet.

**) Durch Zusatz von 0·01 bis 0·02 Prozent Salicylsäure konnte Kirchner bei 15° C. durch acht Tage die Milch süss erhalten.

***) Landw. Versuchsstat. IX. 111.

Das spezifische Gewicht des Butterfettes fand Heeren*) bei 14° R. = 0·924; der Schmelzpunkt frischer Butter liegt nach Th. Wimmel bei 31° C., der Erstarrungspunkt bei 19 bis 20° C.; Fassbutter schmilzt bei 32½ C. und erstarrt bei 24° C.

Früher nahm man an, dass das Butterfett in den Milchkörperchen von einer Membran umgeben sei, welche beim Butterungsvorgange platzen solle, wonach das Fett zusammenfliesse. Diese Ansicht ist wohl jetzt ziemlich allgemein verlassen, nachdem es Martiny**) gelungen ist, Milchkörperchen künstlich zu erzeugen. Nach Martiny sind die Milchkörperchen fein zertheilte freie Fetttröpfchen, welche den in Lösung vorhandenen Käsestoff derartig anziehen und um sich verdichten, dass ein freiwilliges Zusammenfliessen der einzelnen Fetttröpfchen nicht stattfinden kann; dagegen kann eine künstliche Vereinigung dieser Tröpfchen bewirkt werden durch lösende Verdünnung der Milch (mittelst Essigsäure), durch Bewegung und Wärme (Aufkochen), oder durch mechanisches Zusammenrühren.

Nach Soxhlet***) befindet sich das Butterfett in den Milchkörperchen, auch bei Temperaturen unter dem Erstarrungspunkte desselben, in flüssiger Form; es soll erst bei 3 bis 4° Kälte fest werden. Soxhlet erschliesst den flüssigen Zustand des Fettes in den Milchkörperchen daraus, dass letztere „ausnahmslos vollständige Kugelform besitzen". Eine vollständige Kugelform aber habe ich in frischer Milch niemals gesehen, sondern stets gefunden, dass die in schwingender Molekularbewegung befindlichen Milchkörperchen eine sphärische Form hatten, die sie mannigfach veränderten.

Soxhlet erklärt das Flüssigbleiben der Fetttröpfchen weit unter ihrem Erstarrungspunkte, durch die allen Tropfen eigenthümlichen kapillaren Spannungen, welche dadurch, dass sie die Flüssigkeitstheilchen mit einiger Kraft in ihrer Lage zurückhalten und ihre Beweglichkeit und Umstellung erschweren, die Erstarrung verzögern. Nach Soxhlet steht dies im Einklange mit der Thatsache, dass Wassertröpfchen von vollkommener Kugelgestalt auf nicht benetzter Fläche bedeutend unter 0°, und wenn sie in einem Medium von gleicher Dichte schwimmen, bis 20° abgekühlt werden können, ohne zu erstarren. Das Erstarren der Fetttröpfchen wird nach Soxhlet ausser durch Abkühlung unter 0°, noch durch mechanische Erschütterungen verursacht, was von Mousson und Dufour auch an unterkühlten Wassertröpfchen beobachtet wurde. Die andauernde mechanische Bearbeitung der Milch beim Buttern hat nach Soxhlet in erster Linie den Zweck: die flüssigen Fetttröpfchen in den starren Zustand überzuführen.

Wenn diese Theorie Soxhlets richtig wäre, so müssten, gleichwie die unterkühlten Wassertröpfchen, auch die Fetttröpfchen bei der ersten Erschütterung

---

*) Nach B. Martiny a. a. O. I. S. 80 und 79.

**) a. a. O. S. 84.

***) Landw. Versuchstat. XIX, 118.

fest werden, was keineswegs der Fall ist, da das Buttern bekanntlich längere Zeit (etwa eine halbe Stunde) dauert und die beste (feste) Butter nicht durch eine rasche Butterung gewonnen wird. Selbst aus abgekühlter Milch wird für gewöhnlich unter einer Butterungszeit von einer Viertelstunde keine Butter gewonnen. Von einer plötzlichen Erstarrung der Fetttröpfchen, wie Soxhlet will, kann also beim Buttern keinesfalls die Rede sein und dürfte daher auch seine Theorie den Butterungsvorgang noch nicht erklärt haben.

Die chemische Zusammensetzung der Milch der gleichen Thierart steht unter dem Einflusse verschiedener Faktoren, als: der Rasse, der Absonderungsdauer, der Tageszeit, der Absonderungsgrösse, der Brunst und Trächtigkeit, der Nahrung.

Den Einfluss der Rasse auf die Zusammensetzung der Kuh-, Ziegen- und Schafmilch zeigt nachstehende Tabelle LI (nach Gorup-Besanez, Lehrb. d. physiol. Chemie, Seite 440 und 442). Die verschiedene Zusammensetzung der Milch von Shorthorn- und Holländerkühen, bei gleicher Fütterung und Pflege, hat J. Lehmann*) festgestellt wie folgt:

In 100 Milch waren enthalten:	bei Shorthorns	bei Holländer
Butterfett	3·54	3·11
Käsestoff	3·33	3·27
Milchzucker	5·02	4·49
Salze	0·75	0·77
Wasser	87·36	88·36
	100·00	100·00

Lehmann untersuchte auch den verschiedenen Einfluss von Sommer- und Winterfutter und fand: dass die Shorthornkühe stets eine gehaltreichere Milch mit mehr Butterfett und Käsestoff lieferten, als die Holländerkühe; die Rasse hat also einen wesentlichen Einfluss auf die Zusammensetzung der Milch.

Den Einfluss der Absonderungsdauer auf die Zusammensetzung der Milch stellte Stohmann**) an Ziegen fest; er fand dass bei Abnahme der Milchmenge eine eiweissreichere Milch erzeugt wird, während das Verhältniss zwischen Eiweiss und Fett in manchen Fällen der Eiweisszunahme folgt, in anderen Fällen aber innerhalb sehr weiter Grenzen schwankt. Dagegen fanden G. Kühn und Mor. Fleischer***) aus Versuchen an Kühen: dass das Verhältniss zwischen der Butter und den Eiweisssubstanzen sich mit der Entfernung vom Tage des Kalbens in der Weise ändert, dass die Eiweissstoffe der Milch gegenüber der Butter sich allmälig vermehren; die grössten Schwankungen in der Ernährungsweise waren in ihren Versuchen nicht im Stande, dieses Verhältniss zu verdunkeln. Wir werden den Einfluss der Absonderungsdauer im nächsten Paragraphen weiter in Betracht ziehen.

Die Tageszeit beeinflusst die Zusammensetzung der Milch derart, dass der Buttergehalt der Abendmilch bis zum Doppelten grösser ist, als derjenige

*) Amtsbl. f. d. landw. Vereine d. Kgr. Sachsen, 1869, S. 3.
**) Zeitschr. f. Biol. VI. 257.
***) Amtsbl. f. d. landw. Vereine d. Kgr. Sachsen, 1869, S. 59.

Tabelle LI. Einfluss der Rasse auf die Zusammensetzung der Milch.

In 1000 Theilen Milch	Rinderrassen										
	Schweiz	Tirol	Voigtland	Steiermark	Normandie	Bretagne	Angus	Durham	Holland	Belgien	Böhmen
Wasser	851·98	817·40	849·90	853·15	871·80	837·48	803·20	845·62	839·72	857·70	841·80
Feste Stoffe	148·02	182·60	150·16	146·85	128·20	162·52	196·80	154·40	160·28	142·30	158·20
Kaseïn	22·56	41·98	37·64	22·63	42·18	46·50	45·62	32·46	34·87	31·50	28·52
Albumin	3·08	7·60	8·00	8·82	5·50	7·24	7·90	11·14	7·32	9·10	10·20
Fett	70·88	79·60	51·40	62·80	32·40	57·04	98·80	64·10	68·46	62·20	63·40
Milchzucker	45·90	48·42	46·26	46·20	42·12	45·54	37·26	39·70	43·50	32·92	49·68
Salze	5·60	5·00	6·80	6·40	6·00	6·20	7·22	6·82	6·14	6·78	6·40

In 1000 Theilen Milch	Ziegenrassen						Schafrassen		
	Oberegypten	Umgegend von Paris	Saanen (Bern)		Schwyz	Thibet	Umgegend von Paris	Merinos aus Oesterreich	Southdown
Wasser	879·92	844·90	859·50	892·25	878·11	856·50	832·32	824·00	842·0
Feste Stoffe	120·08	155·10	140·50	107·75	121·89	143·50	167·68	176·00	158·0
Kaseïn	24·37	55·15	26·58	24·09	24·55	24·47	69·78	45·02	65·0
Albumin	9·93		11·80	15·25	16·00	13·20			
Fett	42·40	56·87	53·80	30·06	38·40	55·45	51·31	82·88	40·0
Milchzucker	37·30	36·91	42·12	31·86	36·90	43·38	39·43	33·14	46·1
Salze	6·00	6·18	6·20	6·50	6·04	7·00	7·16	6·42	6·9

der Morgenmilch; diese Thatsache ergibt sich aus den Versuchen an Kühen von Bödecker, Struckmann und Wicke, deren Mittelzahlen aus je zwei Versuchen folgende Tabelle (nach Gorup-Besanez) enthält.

Tabelle LII. Zusammensetzung der Kuhmilch zu verschiedener Tageszeit.

Bestandtheile für 1000 Theile Milch	1. Versuchsreihe		2. Versuchsreihe		
	Morgenmilch Spez. Gew. 1·039	Abendmilch Spez. Gew. 1·038	Morgenmilch Spez. Gew. 1·038	Mittagmilch Spez. Gew. 1·040	Abendmilch Spez. Gew. 1·036
Wasser	897·5	882·2	899·7	892·0	866·0
Feste Stoffe . . .	102·5	117·8	100·3	108·0	134·0
Käsestoff	25·3	23·0	22·4	23·6	27·2
Albumin	4·4	6·2	4·4	3·2	3·1
Butter	24·3	36·4	21·7	26·3	54·2
Milchzucker . .	41·7	44·1	43·0	47·2	41·9
Salze	7·5	8·1	8·3	6·9	7·8

In beiden Versuchsreihen enthält die Abendmilch mehr Butter als die Morgenmilch, und in der zweiten Versuchsreihe auch mehr als die Mittagmilch.

Th. v. Gohren*) hat den Einfluss der Melkzeiten auf die Menge und die Zusammensetzung der Milch an zwei Kühen des mährischen Landschlages festgestellt, welche beide ziemlich genau je 392 Kilo wogen; die eine Kuh *A* war 7 Jahre alt und 14 Wochen nach dem Abkalben, die andere Kuh *B* war 6 Jahre alt und 16 Wochen nach dem Abkalben. Der Versuch erstreckte sich auf drei Perioden zu je 16 Tagen; in der ersten Periode erhielten die Kühe bloss Kleeheu und Futterstroh, in der zweiten Periode: die Kuh *A* zu diesem Futter einen Zusatz von Rüböl, die Kuh *B* von Melasse, in der dritten Periode: Kuh *A* Melassezusatz, Kuh *B* Oelzusatz. Gemolken wurde Früh 6 Uhr, Mittags 12 Uhr, Abens 6 Uhr. Das Ergebniss des Versuches zeigt nachfolgende Tabelle LIII.

Aus dieser Tabelle ergibt sich: dass die Morgenmilch absolut am meisten Wasser und Trockensubstanz enthielt; im Durchschnitte der drei Perioden aber enthielt die Morgenmilch bei beiden Kühen verhältnissmässig am wenigsten Butter (bei *A* 2·5 Prozent, bei *B* 2·9 Prozent). Die Mittagmilch enthielt bei beiden Kühen verhältnissmässig am meisten Butter (bei *A* 4·8 Prozent, bei *B* 4 Prozent); die Abendmilch enthielt bei *A* 3·7 Prozent, bei *B* 4 Prozent Butter; jedenfalls hätte hier bei nur zweimaligem Melken die Abendmilch fast um das Doppelte mehr Butter gegeben als die Morgenmilch.

Zu einem gleichen Ergebnisse kamen Gorup-Besanez und Wicke**) nach Untersuchung der Ziegenmilch. Der erstere fand: in 1000 Theilen Morgenmilch der Ziege 37·64, in der Abendmilch 93·83 Theile Butter, während die übrigen Bestandtheile annähernd gleich blieben; auch zeigte sich, dass das

*) Landw. Versuchsstat. V, 5.

**) Gorup-Besanez, Lehrb. d. physiol. Chemie. 1874, S. 444.

Tabelle LIII. Zusammensetzung der Kuhmilch zu verschiedener Tageszeit.

	Wasser in der Milch in Grm.		Trockensubstanz der Milch in Grm.		Butter in Grm.		Milchzucker in Grm.		Käsestoff, Albumin und Salze in Grm.	
	Kuh *A*	Kuh *B*	Kuh *A*	Kuh *B*	Kuh *A*	Kuh *B*	Kuh *A*	Kuh *B*	Kuh *A*	Kuh *B*
	I. Periode									
Morgenmilch	2167·00	1999·21	241·00	277·79	52·98	54·65	96·32	91·08	91·70	132·07
Mittagmilch	990·96	996·19	130·04	153·81	65·02	50·73	42·60	44·97	22·42	61·11
Abendmilch	1144·06	989·28	167·94	155·72	41·98	40·08	52·48	45·80	73·47	69·85
	II. Periode									
Morgenmilch	2325·71	2349·65	296·29	314·35	68·17	85·25	115·37	117·22	112·75	111·89
Mittagmilch	1074·20	1168·72	142·80	179·28	46·41	48·53	54·74	59·31	41·65	71·44
Abendmilch	1323·72	1172·18	165·28	179·82	59·56	56·78	65·52	62·19	40·20	60·84
	III. Periode									
Morgenmilch	2218·22	1696·47	279·78	233·53	69·94	61·76	107·41	84·92	102·42	81·06
Mittagmilch	1238·69	1023·68	167·31	154·32	64·68	48·30	56·24	49·48	46·40	56·54
Abendmilch	1230·08	981·71	170·92	149·29	54·64	45·24	57·44	48·63	58·84	55·42
	Durchschnitt der drei Perioden									
Morgenmilch	2236·98	2015·08	272·36	275·22	63·70	67·22	106·37	97·74	100·62	108·34
Mittagmilch	1083·28	1062·86	146·72	162·47	58·70	49·19	51·19	51·26	36·82	63·01
Abendmilch	1232·62	1014·39	168·05	161·61	52·06	47·37	58·48	52·21	57·50	61·97

spezifische Gewicht keinen Maassstab gab für die Zusammensetzung der Milch. Wicke fand (im Mittel aus sieben bis acht Versuchen) in 100 Theilen Ziegenmilch:

Morgenmilch	46·07	Theile Butter
Mittagmilch	41·46	„ „
Abendmilch	52·14	„ „

Einen bedeutenden Einfluss auf die Zusammensetzung der Milch übt das sogenannte gebrochene Melken. Es zeigt sich dabei, dass die zuerst abgemolkene Milch viel wasserreicher ist als die zuletzt abgemolkene, dass aber diese reicher ist an Fett als jene, während die übrigen Bestandtheile der Milch annähernd gleich bleiben. Dieser Unterschied im Gehalte an Wasser und Fett zeigt sich sowohl, wenn jede Zitze in verschiedenen Abschnitten abgemolken wurde, als wenn das gebrochene Melken eine nach der anderen Zitze traf; stets ist die letzte Milch im Euter die wasserärmste und butterreichste, weshalb auf das vollständige Ausmelken so grosses Gewicht gelegt wird. In Versuchen von Schübler gab bei gebrochenen Melken die erste Milch 5 Prozent Rahm bei 1·034 spezifischem Gewicht, die fünfte Milch 17·5 Prozent Rahm bei 1·029 spezifischem Gewicht. In einem Versuche von Boussingault zeigte bei sechsmal gebrochenem Melken der Buttergehalt folgende prozentische Steigerung: 1·70, 1·76, 2·10, 2·54, 3·14, 4·08; das spezifische Gewicht sank von 1·0339 auf 1·0301 (nach Martiny).

Bezüglich des Einflusses der Absonderungsgrösse fanden Becquerel und Vernois mehr Käsestoff in sparsam abgesonderter Milch, als in reichlich abgesonderter; andere Beobachter fanden auch den Gehalt an Butter und Salzen erhöht, dagegen den Milchzuckergehalt verringert.

Die Brunst und die Trächtigkeit bewirkt eine Abnahme der Milchmenge. Filhol und Joly*) beobachteten, dass in der zur Zeit der Brunst abgesonderten Milch der Käsestoff in Albumin verwandelt war, woraus es sich erklärt, dass die Milch brünstiger Kühe beim Kochen gerinnt. Während der Trächtigkeit nimmt der Käsestoffgehalt der Milch ansehnlich zu, während die übrigen Bestandtheile annähernd gleich bleiben.

Den Einfluss der Nahrung auf die Zusammensetzung der Milch werden wir im nächsten Paragraphen in Betracht ziehen.

Die Menge der Milch steht unter dem Einflusse der gleichen Faktoren, wie die chemische Zusammensetzung derselben und werden wir im folgenden Paragraphen darauf zurückkommen.

Durchschnittsangaben über die Milchgabe verschiedener Thierarten und Thierrassen haben wohl nur einen vergleichenden Werth. Nach meinen zahlreichen Beobachtungen rechne ich durchschnittlich bei einer mittelmässigen Milchkuh auf 100 Kilo Lebendgewicht eine jährliche Milchgabe von 500 Liter; ausgezeichnete Milchkühe geben das Doppelte. Mit dieser Beziehung der Milchgabe auf Lebendgewicht soll aber nicht ausgesprochen sein, dass beide in einem bestimmten Verhältnisse zu einander stehen, sondern es soll nur ein Vergleich mit anderen Thierarten ermöglicht werden. Eine mittelmässige Milchziege gibt nach meiner Berechnung auf 100 Kilo Lebendgewicht 1000 Kilo Milch jährlich,

*) Nach Martiny a. a. O. I, 241.

d. h. die Ziege gibt im Vergleiche zur Kuh mindestens das Doppelte an Milch im Verhältnisse zu ihrer Körpergrösse. In Gebirgsgegenden rechnet man im grossen Durchschnitte den Milchertrag von drei Ziegen gleich einer Kuh. Der durchschnittliche Milchertrag eines Schafes während einer Melkzeit von vier bis fünf Monaten beträgt etwa 60 Liter.*) Martiny berechnet auf 100 Kilo Schaf einen Jahresertrag von 200 Kilo Milch und gibt an, dass holländische Milchschafe in Westphalen durch etwa vier Monate das Stück gegen 550 Liter Milch (nämlich gegen 4 preussische Quart täglich) gaben, was mir ungewöhnlich hoch erscheint.

Angaben über die von Stuten und Säuen abgesonderten Milchmengen sind mir nicht bekannt.

Zum Schlusse dieses Paragraphen will ich die Ergebnisse der Untersuchungen von Olof Hammarsten**) über den chemischen Verlauf bei der Gerinnung des Käsestoffes durch Lab kurz erwähnen.

Die früher herrschende Ansicht, dass die Gerinnung des Käsestoffes durch Milchsäurebildung aus Milchzucker zu Stande komme, hat Hammarsten durch den experimentellen Nachweis widerlegt: dass künstliche Kaseïnlösungen, welche keinen Milchzucker enthielten, ganz so wie die Milch selbst bei amphoterer oder schwach alkalischer Reaktion in kürzester Zeit mit Kälberlab gerinnen. Einen zweiten Beweis für die Bedeutungslosigkeit des Milchzuckers bei der Gerinnung des Käsestoffes hat Hammarsten dadurch erbracht, dass er aus der Magenschleimhaut ein Ferment darstellte, welches fast augenblicklich die Milch oder die milchzuckerfreien Kaseïnlösungen zum Gerinnen bringt, während es auf den Milchzucker selbst ganz ohne Wirkung ist. Für dieses Ferment, welches mit dem Pepsin nicht identisch ist, schlägt Hammarsten den Namen „Lab" vor. Ausser dem Labfermente enthält die Magenschleimhaut — abgesehen vom Pepsin — noch ein Ferment, welches den Milchzucker in Milchsäure umwandelt. Das Lab wirkt nur auf das Kaseïn, das Milchsäureferment nur auf den Milchzucker; es kann aber die aus demselben entstandene freie Milchsäure sekundär das Kaseïn zur Gerinnung bringen, doch ist dieses ein mit der Käsebildung nicht identischer chemischer Vorgang.

Der chemische Verlauf bei der Kaseïngerinnung mit Lab besteht nach Hammarsten darin, dass das Kaseïn in eine neue Modifikation übergeführt wird, eine Modifikation, ausgezeichnet durch geringere Löslichkeit, geringeres Lösungsvermögen für das Calciumphosphat und vor Allem durch die Eigenschaft, mit Lab nicht mehr gerinnen zu können. Bei der Käsebildung durch Lab wird das Kaseïn der Milch in wenigstens zwei neue Eiweisskörper gespalten, von denen der eine (der Käse) schwer löslich, der andere dagegen (das Molkeneiweiss***) leicht löslich ist.

Hammarsten bezeichnet als „Käse" nur das durch Lab niedergeschlagene Kaseïn. Wird das Kaseïn aus der Milch oder aus einer Kaseïnlösung mit einer Säure niedergeschlagen, der Niederschlag mit Wasser gewaschen, und in einer

*) Siehe meine „Alpenwirthschaft". Wien, 1874, S. 352.

**) Uspala läkareförennings förhandlingar VIII, 63 bis 86 und IX, 363 und 452. Einen Auszug, vom Verfasser selbst, enthält Maly's Jahresbericht über Thierchemie. II, 118 und IV, 135.

***) Kirchner's Kaseïn-Pepton.

möglichst geringen Menge Alkali gelöst, so hat das Kaseïn, selbst wenn man mit Phosphorsäure neutralisirt, die Eigenschaft mit Lab zu gerinnen, gänzlich verloren. Bei diesem Verfahren ist das Calciumphosphat in den Molken zurückgeblieben und die Trennung desselben vom Kaseïn macht die Käsebildung mit Lab unmöglich. Nach Hammarsten kann also ohne die Anwesenheit einer genügenden Menge von Kalk und Phosphorsäure — kein normaler Käse erzeugt werden.

Hammarsten glaubt aus seinen Versuchen und Beobachtungen auch den Schluss ziehen zu dürfen: dass die weisse Farbe der Milch wahrscheinlich nicht allein von dem Fette, sondern auch von dem in irgend einer Weise gelösten Calciumphosphate herrühre.

Wenn das Kaseïn bei längerem Stehen der Milch (in nicht zu niederer Temperatur) von selbst gerinnt, so geschieht das in Folge der aus dem Milchzucker entstandenen Milchsäure, welche dem Kaseïn das Calciumphosphat entzieht; in gleicher Weise wirken Säuren, z. B. verdünnte Salzsäure und Essigsäure, welche der Milch zugesetzt werden.

§. 257. *Der Stoffwechsel in der Milchdrüse.*

Die Milch ist ein Erzeugniss des Bläschenepitheles der Milchdrüse und das Material zu ihrer Bildung liefert das Blut. In welcher Weise die Bestandtheile des Blutes in die Bestandtheile der Milch umgewandelt werden, ist noch keinesweges über alle Zweifel erhaben.

Das Wasser und das Albumin der Milch diffundirt einfach aus dem Blute; Blutwasser und Milchwasser, Serumeiweiss und Milchalbumin sind also identische Körper. Aber schon die Salze der Milch sind andere als die des Blutserums; sie können also kein Exsudat aus dem Blute sein. Die Aschenbestandtheile der Milch stimmen mehr überein mit denen der Blutkörperchen, aber diese dürften sich wohl nicht an der Milchbildung betheiligen; doch wissen wir nicht in welcher Weise die Zusammensetzung der Milchsalze zu Stande kommt, dass sie aber in der Milchdrüse geschieht, ist unzweifelhaft.

Der Einfluss der Nahrung auf das Verhältniss der Milchsalze, namentlich auf das Verhältniss von Kali und Natron, ergibt sich aus den Versuchen von Bunge;*) doch geben uns diese Versuche keinen Aufschluss über die Thätigkeit der Milchdrüse bei der Zusammensetzung ihres vom Blute verschiedenen Salzbestandes. Nach Bunge empfängt der junge Fleischfresser in der Milch Kali, Natron und überhaupt alle Aschenbestandtheile fast

*) Zeitschr. f. Biol. X. 295.

genau in dem Verhältnisse, in welchem er derselben zum Wachsthume seines Körpers bedarf (1 Aeq. NaO und 0·8 Aeq. KO). Im Gesammtorganismus eines jungen Pflanzenfressers (Kaninchen) kommen auf 1 Aeq. NaO 1·2 Aeq. KO. Auch in der Milch der Pflanzenfresser (Kuh, Stute, Schaf) entfernt sich die relative Menge der beiden Alkalien meist nicht weit von diesem Verhältnisse, steigt jedoch bei längere Zeit fortgesetzter Ernährung mit kalireichen und natronarmen Futtermitteln bis zu 5·6 Aeq. KO auf 1 Aeq. NaO.

Der Käsestoff der Milch soll nach Kemmerich und Zahn*) durch Fermentwirkung aus dem Milchalbumin entstehen und es soll das Ferment schon in der Milchdrüse in Wirkung treten. Aber Kirchner**) hält es mit Recht für kaum denkbar, dass z. B. in einer Milch, die eine Stunde nach der letzten Milchentleerung der Drüse entnommen ist und die ihren normalen Kaseïngehalt besitzt, das Ferment schon solchen Einfluss gehabt habe, dass alles vorhandene Kaseïn während dieser Zeit aus Albumin entstanden sei. Dagegen bleibt, gleichviel ob die Milch nach längerer oder kürzerer Zeit der Drüse entnommen ist, der Kaseïn- und Albumingehalt innerhalb sehr enger Grenzen derselbe.

Otto Nasse***) hält die Kaseïnbildung in der Milchdrüse (wie die Peptonbildung) für eine Fermentwirkung, aber den Vorgang dieser Wirkung hat er nicht aufgeklärt. Als Muttersubstanz des Kaseïns dürfte übrigens nur das Serumalbumin des Blutes in Frage kommen, doch wissen wir nicht wie die Umwandlung zu Kaseïn geschieht, weil uns der Vorgang der Fermentwirkung unbekannt ist. Das kaseïnbildende Ferment ist von Dähnhardt†) aus der Milchdrüse von säugenden Meerschweinchen dargestellt worden, und er konnte damit aus einer Lösung von Hühnereiweiss Kaseïn erzeugen.

Ebenso dunkel wie der Vorgang der Kaseïnbildung ist auch der Vorgang der Milchzuckerbildung. Da das Blut niemals Milchzucker enthält, so kann derselbe nur in der Milchdrüse selbst gebildet werden; es kommen dafür zwei Muttersubstanzen in Frage: der Traubenzucker des Blutes und die stickstofffreien Zersetzungsprodukte der Eiweisskörper. Die Entstehung des Milch-

*) Arch. f. Physiol. II, 401 und 590.
**) a. a. O. S. 49.
***) a. a. O. VI, 153.
†) a. a. O. III, 586.

zuckers aus Traubenzucker, oder in letzter Linie aus Kohlehydraten, ergibt sich aus der Thatsache, dass durch vermehrte Zufuhr von Kohlehydraten in der Nahrung der Milchzuckergehalt der Milch sich verhältnissmässig vermehrt. Ssubotin*) fand in der abgezapften Milch säugender Hündinnen bei reiner Fleischfütterung einen mittleren Milchzuckergehalt von 24·92 p. M., bei Fütterung von gekochten Kartoffeln und Stärkmehl einen mittleren Milchzuckergehalt von 34·15 p. M., während dieser bei reiner Speckfütterung auf 21·45 p. M. sank. Da sich aber die Milchergiebigkeit in Ssubotin's Versuchen bei Kartoffel- und Stärkmehlfütterung bedeutend verminderte, so war doch der absolute Milchzuckergehalt in der Tagesmilch nicht erhöht, sondern eher vermindert. Zu diesem Ergebnisse kommt auch C. Voit**) aus Versuchen an einer Hündin; in 100 Milch fand Voit in zwei Versuchen bei 2000 Grm. Nahrungsfleisch im Mittel 1·39 Milchzucker, in zwei anderen Versuchen mit derselben Fleischmenge im Mittel 2·86 Milchzucker, bei alleiniger Ernährung mit 500 Grm. Stärke: 3·11 Milchzucker, bei Ernährung mit 1000 Fleisch und 300 Stärke (Mittel aus zwei Versuchen): 2·58 Milchzucker, endlich bei Ernährung mit 500 Fleisch und 400 Stärke: 2·78 Milchzucker. Den höchsten relativen Gehalt an Milchzucker hatte die Milch also bei reiner Stärkefütterung, und der Milchzuckergehalt stieg, als das Nahrungsfleisch von 1000 auf 500 herabgesetzt, und die Stärke in der Nahrung von 300 auf 400 erhöht wurde. Dagegen war der absolute Milchzuckergehalt in der Tagesmilch bei reiner oder vorwiegender Fleischnahrung höher als bei Stärke-, beziehungsweise bei gemischter Nahrung, und zwar deshalb: weil im ersten Falle mehr Milch erzeugt wurde.

Wenn wir bloss die prozentische Zusammensetzung der Milch ins Auge fassen, so ist es unzweifelhaft, dass der grössere Gehalt an Kohlehydrat in der Nahrung den Milchzuckergehalt der Milch erhöht. Dies zeigt sich auch, wenn wir den mittleren Milchzuckergehalt in der Milch fleischfressender und pflanzenfressender Thiere mit einander vergleichen: der Milchzuckergehalt der Hündinmilch beträgt im Mittel 3·8 Prozent, der Kuhmilch 4·4 Prozent, der Stutenmilch 6 Prozent, der Eselinmilch 6·2 Prozent.

---

*) Virchow's Arch. f. pathol. Anat. XXXVI, 561.

**) Zeitschr. f. Biol. V, 136.

Voit hält es für möglich, dass der Milchzucker in der Milchdrüse der Fleischfresser allein durch Zersetzung von Eiweiss oder von Fett entsteht, doch sind mir für diese Annahme genügende Beweise nicht bekannt.

Das Milchfett (die Butter) kann ebenfalls nur in der Milchdrüse entstehen, da das Blut kein Butterfett enthält. Bei dem geringen Fettgehalte in der Nahrung der Pflanzenfresser, ist es von vornherein unwahrscheinlich, dass das Nahrungsfett die Quelle für das Milchfett ist. Es kommt also bei den Pflanzenfressern nicht in Frage, dass das Fett der Nahrung, beziehungsweise des Blutes, aus der Blutbahn in die Milchdrüse übertritt und hier in Milchfett umgewandelt wird; vielmehr erscheint es wahrscheinlich, dass letzteres aus anderem Materiale erzeugt wird, wofür nur in Frage kommen können: die Kohlehydrate, oder die stickstofffreien Zersetzungsprodukte der Eiweisskörper.

Für die Entstehung des Milchfettes aus Kohlehydraten, liegen nirgends entscheidende Beweise vor. Dagegen beweisen zahlreiche Versuche, dass sowohl in der abgesonderten Milch, wie im Käse, sich Fette bilden können auf Kosten der Eiweisskörper der Milch und des Käses.

Hoppe-Seyler*) fand im Mittel von drei Analysen:

	in 100 Kzm. frischer Kuhmilch	in 100 Kzm. Rahm derselben nach acht Stunden
Fette	3·039 Grm.	9·593 Grm.
Alkoholauszug	3·589 „	4·168 „
Milchzucker	3·708 „	3·384 „
Eiweissstoffe	5·744 „	4·232 „
feste Stoffe	12·373 „	17·993 „

Demnach hatten sich die Fette im Rahm bedeutend vermehrt, ebenso der Alkoholauszug und die festen Stoffe; dagegen hatten sich vermindert: die Eiweissstoffe und der Milchzucker. Hoppe vermuthet, dass die Vermehrung der Fette im Rahm durch Zersetzung des Käsestoffes zu Stande komme. Wenn aber aus dem Käsestoffe sich Fette bilden, so müssen natürlich auch Stoffe entstehen, welche den Käsestoff an Stickstoffgehalt übertreffen. Es ist Hoppe aber nicht gelungen, derartige Stoffe abzuscheiden; doch erscheint es ihm höchst wahrscheinlich, dass die schmierigen Extraktstoffe, welche im Alkoholauszuge gefunden wurden und

*) Virchow's Arch. XVII, 417.

sich als höchst stickstoffhaltig erwiesen, daher stammen; diese stickstoffhaltigen Extraktstoffe fanden sich nicht bloss im Rahm der Milch, sondern auch in der Milch selbst nach 28-stündigem Stehen an der Luft. In einem Versuche fand Hoppe: in der frischen, sofort mit Alkohol übergossenen Milch 5·49 Prozent Eiweissstoffe und unlösliche Salze, daneben 3·10 Prozent Alkoholextraktstoffe; die Milch, welche 28 Stunden gestanden hatte, enthielt dagegen nur 4·97 Prozent Eiweissstoffe und 3·31 Prozent Alkoholextraktstoffe.

M. H. F. Fürstenberg*) hat in mikroskopischen Präparaten von Milchdrüsenzellen der Biessmilch (colostrum), die ständig fortschreitende Fettumwandlung des Zelleninhaltes und schliesslich der ganzen Zelle beobachtet; er sah: wie zunächst im Innern der Zelle sich kleine Fettkügelchen bilden, wie diese an Grösse und auch an Zahl nach und nach zunahmen, wie die Zellenmembran verschwindet und wie schliesslich an den Stellen, wo die Drüsenzellen gelagert waren, nur kleine Fettkügelchen (Milchkörperchen) sich zeigten, die sich später zu grösseren Fettkügelchen vereinigten.

Die Entstehung von Fett auf Kosten des Käsestoffes im Käse ist von Ch. Blondeau**) nachgewiesen worden. Er untersuchte Roquefortkäse im frischen Zustande, dann, nachdem er einen Monat und zwei Monate im Keller gelegen hatte; er fand in 100 Grm. Käse:

	frisch	1 Monat alt	2 Monat alt
Käsestoff	85·43	61·33	43·28
Fett	1·85	16·12	32·31
Milchsäure	0·88	—	—
Wasser	11·84	18·15	19·16
Kochsalz	—	4·40	4·45
Buttersäure	—	—	0·67

Das in dem zwei Monate alten Käse enthaltene Fett bestand nach Blondeau zu etwa 57 Prozent aus Margarinsäure und zu etwa 43 Prozent aus Oelsäure.

Die Fettkörper im reifen Käse sind nach Blondeau die nämlichen, wie in der Butter, so dass man denken sollte, dass die Fette der Butter im Organismus erzeugt werden auf Kosten

*) „Die Milchdrüsen der Kuh." Leipzig 1868, S. 70.

**) Annales de chim. et de phys. Sér. 4. I, 208.

des Käsestoffes und in Folge ähnlicher Zersetzungen, wie sie in den Käsekellern die Fettsubstanz des Käses erzeugen.

In einem Roquefortkäse, der ein Jahr lang ausserhalb des Kellers unter einer Glocke aufbewahrt und der Luft zugänglich war, fand Blondeau nur 40·23 Prozent Käsestoff, 16·85 Prozent Margarinsäure und 1·48 Prozent Oelsäure; ausserdem aber andere Fettsäuren (Butter-, Kaprin-, Kapryl- und Kapronsäure), die sich hauptsächlich durch Oxydation aus der Oelsäure gebildet haben sollen und sich ebenfalls in alter Butter finden, aber mit dem Unterschiede, dass sie im Roquefortkäse mit Ammoniak gesättigt sind.

Blondeau erklärt die Umwandlung des Käsestoffes in Fett durch Einwirkung eines Schimmelpilzes, der dem Käsestoffe Stickstoff, Wasser und Kohlenstoff entzieht; der übrigbleibende Theil seiner Elemente soll zur Form fettiger Substanzen zusammentreten.

Den Nachweis: dass sich auch in der Milchdrüse selbst das Butterfett aus zersetzten Eiweisskörpern bilde, hat C. Voit*) geliefert.

Er fütterte eine Kuh durch sechs Tage im Ganzen mit 78·960 Kilo Heu und 14·718 Kilo Mehl, wobei sie 57·295 Liter Milch gab. In dem Futter resorbirte die Kuh täglich 889 Grm. Eiweisskörper, 276 Grm. Fett und 7514 Grm. Kohlehydrate;**) setzt man letztere ihrem Fettäquivalente gleich, so hätte die Kuh neben 889 Grm. Eiweiss 3281 Grm. Fett verbraucht, d. i. 1 Theil Eiweiss auf 3·7 Theile Fett. Die 4026 Grm. des resorbirten Kohlenstoffes vertheilen sich, wenn man von einem Ansatze absieht, wie folgt:

auf den Harn	257 Grm.	=	7 Proz.
„ die Milch	660 „	=	16 „
„ „ Respiration	3109 „	=	77 „

Es gingen also 34 Prozent des resorbirten Stickstoffes und 16 Prozent des resorbirten Kohlenstoffes in die Milch über.

Was nun die Frage der Fettbildung betrifft, so ergibt sich aus vorliegendem Versuche Folgendes: In 78·96 Kilo Heu waren 2431·97 Grm. Fett, in 14·718 Kilo Mehl 325·77 Grm. Fett; im Ganzen wurden also 2757·74 Grm. Fett aus der Nahrung aufgenommen. In 181·132 Kilo Koth waren 1099·33 Grm. Fett

*) Zeitschr. f. Biol. V, 118.

**) In 11·282 Kilo trockenem Heu waren (bei 45·9 Prozent) 5178 Grm. Kohlenstoff; in 2·122 Kilo trockenem Mehle (bei 45·4 Prozent) 963 Grm. Kohlenstoff, im Ganzen 6141 Grm. enthalten; in 4·569 Kilo trockenem Kothe befanden sich (bei 46·3 Prozent) 2115 Grm. Kohlenstoff. Es waren also 4026 Grm. Kohlenstoff in die Säfte übergegangen. Das resorbirte Eiweiss enthielt 476 Grm. Kohlenstoff, das Fett 211 Grm., es blieben daher noch 3339 Grm. Kohlenstoff für die Kohlehydrate übrig = 7514 Grm. Stärke.

wieder entfernt worden, es wurden also 1658·40 Grm. Fett im Darme resorbirt. Die im Harne enthaltenen 562·35 Grm. Stickstoff entsprechen (bei 15·61 Prozent) 3602 Grm. Eiweiss. Diese liefern nach Voit's Berechnung 1851 Grm. Fett.

Es wären also im Ganzen aus dem von der Nahrung resorbirten und aus dem vom zersetzten Eiweisse herrührenden Fett: 3509 Grm. Fett zur Verfügung; in der Milch befanden sich nur 2024 Grm. Fett, also waren 1485 Grm. Fett überschüssig vorhanden, welche 1137 Grm. Kohlenstoff enthalten; die in der Milch befindlichen 3182 Grm. Milchzucker enthalten 1275 Grm. Kohlenstoff. Es vermag also das aus der Nahrung aufgenommene und das aus dem Eiweisse entstandene Fett nicht nur das Fett, sondern nahezu auch den Milchzucker der Milch zu liefern, so dass man wenigstens im vorliegenden Versuche die Kohlehydrate keinesfalls für das Fett, und wahrscheinlich auch nicht für den Milchzucker zu Hülfe zu nehmen braucht.

Da in diesem Versuche von Voit der Eiweissumsatz nur nach dem Stickstoffgehalte des Harnes berechnet ist, die Pflanzenfresser aber eine ansehnliche Stickstoffmenge auch durch den Koth ausscheiden, so ist der Eiweissumsatz, beziehungsweise das fettbildende Material, für die Milchdrüse im vorliegenden Falle in Wahrheit noch grösser gewesen.

Schon Robert Thomsen*) fand, dass der Fettgehalt der Kuhmilch nicht mit dem Fettgehalte, wohl aber mit dem Stickstoffgehalte der Nahrung parallel geht, wie die folgende Tabelle (Mittelzahlen aus je sechs Versuchstagen an zwei Kühen) zeigt.

Tabelle LIV. Beziehung des Milchfettes zum Stickstoffe der Nahrung (in Grm.).

Nummer des Versuches	Fett der Nahrung		Fett im Koth	Fett der Milch	Resorbirtes Fett, min. Milchfett	Stickstoff der Nahrung
1	Gras	929	103	297	+ 529	210
2	Heu. . . . . 368 Gras . . . . . 151 Gerste 89	608	228	313	+ 67	311
3	Heu. . . . . 250 Malz 59	309	212	283	— 186	290
4	Heu. . . . . 246 Gerste . . . . 89 Melasse . . . —	335	233	314	— 212	312
5	Heu. . . . . 234 Gerste . . . . 79 Leinsamen . . 79	392	214	317	— 162	316
6	Heu. . . . . 243 Bohnenmehl . 111	354	201	340	— 187	337

*) Zitirt nach den Ann. der Chem. und Pharm. LXI, 228 und Zeitschr. f. Biol. V, 128.

In allen Fällen steigt mit dem Stickstoffgehalte der Nahrung der Ertrag an Butter; die einzig bemerkenswerthe Ausnahme findet beim Grase statt, welches mehr Butter liefert, obgleich der Stickstoffgehalt verhältnissmässig gering ist. Thomsen erklärt dies durch die leichtere Verdaulichkeit der Grasnahrung.

Aehnliche Versuche wie Voit, hat auch G. Kühn*) an zwei Milchkühen (mit einer eiweiss- und fettarmen Nahrung) angestellt. Er fand in beiden Versuchen den verdauten Theil des Nahrungsfettes und das Eiweiss des Umsatzes ausreichend zur Bestreitung des in der Milch abgeschiedenen Fettes.

Der Einfluss der Nahrung auf die Menge und die Zusammensetzung der Milch ist noch nicht vollkommen aufgeklärt; die darüber vorliegenden Fütterungsversuche widersprechen einander in mehreren Punkten.

Der Einfluss des Wassers (als Tränke und als Bestandtheil der Nahrungsmittel) auf die Menge der abgesonderten Milch ist unzweifelhaft. Nach Dancel**) steht die Milchergiebigkeit der Kuh immer im Verhältnisse zur Menge des aufgenommenen Wassers, wenn sich übrigens das Trockenfutter nicht ändert. Unter den weidenden Milchkühen geben nach Dancel diejenigen die meiste Milch, welche am häufigsten zur Tränke gehen, und die Verminderung des Wintergemelkes (um ein Viertel bis ein Drittel) soll im Zusammenhange stehen mit der verminderten Wasseraufnahme im trockenen Futter; auch soll es dieser Beziehung zu danken sein, dass die besten Milchkühe den niedrig gelegenen feuchten Gegenden angehören, wie Holland, dem Pays d'Isigny und dem Thale von Cotentin in der Normandie. Dancel meint, dass eine Kuh, die täglich nicht 30 Liter Wasser aufnehme, keine gute Milcherin sei und nur 6 bis 8 Liter Milch geben könne, eine Kuh aber, die täglich 60 Liter Wasser aufnehme, könne 20 bis 25 Liter Milch geben.

In einem Versuche von Schnorenpfeil***), der drei Kühen in drei Perioden ein Futter gab, in welchem das Verhältniss der Trockensubstanz zu Wasser war wie 1 : 5·7, wie 1 : 3·3 und wie 1 : 5·0, zeigte sich dagegen kein entscheidender Einfluss des Nahrungswassers auf die Milch- und Buttermenge.

Die Beobachtung, dass die Milchabsonderung mit der Grösse des aufgenommenen Nahrungswassers steigt, wird vollkommen bestätigt durch die grössere Milchergiebigkeit der Kühe in Gegenden mit feuchtem Klima und bei wässerigem Futter; die Milch dieser

*) Landw. Versuchsst. X, 418.

**) Comptes rendus 1865 II, 243 und 1866 II, 475.

***) Im Breslauer „Landwirth" 1872 Nr. 12.

Kühe, wie z. B. der Holländer, enthält aber bedeutend mehr Wasser (bis ein Drittel mehr), als die Milch der Kühe, welche in trockenen Klimaten und von trockenem Futter leben.

Die Steigerung der Milchgabe mit der vermehrten Wasseraufnahme in der Nahrung, erklärt sich durch die von Röhrig (siehe unten) festgestellte Abhängigkeit der Milchabsonderung von dem arteriellen Blutdruck.

Von den übrigen Nahrungsstoffen lässt sich im Allgemeinen feststellen: dass der grössere Eiweiss-, beziehungsweise Stickstoffgehalt der Nahrung den Käsestoff- und Fettgehalt der Milch etwas erhöht, und dass der Milchzuckergehalt der Milch steigt mit der Vermehrung der Kohlehydrate in der Nahrung. Der Salzgehalt der Milch scheint, im Vergleiche zu den übrigen Bestandtheilen der Milch, am wenigsten von der Nahrung beeinflusst zu werden.

Der Einfluss der Nahrung auf die Menge und Zusammensetzung der Milch ist nun aber keineswegs derart, dass wir nach unserem Belieben durch die Quantität und Qualität der Nahrung die Quantität und Qualität der Milch ändern können. Letztere schwankt vielmehr nur in sehr engen Grenzen und ist weit mehr abhängig von der Grösse der Drüsenarbeit, beziehungsweise von dem Zustande der Milchdrüse.

Die Arbeit der Milchdrüse besteht in einer Umwandlung von Bluteiweiss in Käsestoff und Butterfett. Die Fettumwandlung lässt sich mikroskopisch nachweisen; man sieht den protoplasmatischen Inhalt des Drüsenepitheles entweder nur mit vereinzelten, oder mit zahlreichen Fetttröpfchen erfüllt, und an den sogenannten Kolostrumkörperchen, welche die ausgestossenen und noch kontraktilen Epithelzellen der Drüsenbläschen darstellen, kann man, wie Fürstenberg gezeigt hat, die fortschreitende Verfettung des protoplasmatischen Inhaltes verfolgen. Gleich nach dem Gebären werden die vollständigen Epithelzellen der Drüsenbläschen abgestossen und sie bilden dann die Formbestandtheile der Biessmilch. Die normale Milch enthält aber keine Zellen mehr, sondern nur kleinere und grössere Fetttröpfchen. Bisher nahm man an, dass diese sogenannten Milchkörperchen durch Platzen des Bläschenepitheles in den Hohlraum der Bläschen und in die Milchgänge gelangen. Nach der, meines Wissens von Stricker zuerst beobachteten Kontraktilität der Kolostrumzellen, die ich bestätigen kann, müssen wir annehmen, dass die Epithelzellen

der Drüsenbläschen, welche den Kolostrumzellen entsprechen, die in ihrem Protoplasma entstandenen Fetttröpfchen durch Kontraktion in den Hohlraum der Bläschen auspressen. Die Fetttröpfchen lösen sich in dem aus der Blutbahn diffundirenden Wasser (welches aus den Drüsenzellen auch die in denselben zersetzten Eiweisskörper, sowie den Milchzucker und die Milchsalze auswäscht); sie bilden eine Emulsion, und sie hauptsächlich verleihen der Milch die mattweisse Farbe.

Der Einfluss der Nervenerregung auf den Stoffwechsel der Milchdrüse ist durch A. Röhrig*) aufgeklärt worden; er stellt das Vorhandensein eigentlicher Absonderungsnerven (wie in den Speicheldrüsen) in Abrede, und betont die Analogie der Milchdrüsen mit den Talgdrüsen, die ebenfalls keine Absonderungsnerven besitzen. Nach Röhrig beschränkt sich die Thätigkeit der Milchdrüsennerven auf die einfache motorische Erregung der kontraktilen Elemente in den Ausführungsgängen der Milchdrüse, welche die in ihnen angehäufte, längst fertig gebildete Milch nur schleuniger austreten lässt. Dagegen vermochte Röhrig die Abhängigkeit der Milchabsonderung vom Blutdrucke in überzeugender Weise darzustellen. Alle Einflüsse, welche den Blutdruck und den Blutumlauf vermehren, steigern auch die Milchabsonderung, und diese vermindert sich bei herabgesetztem Blutdruck.**)

Fütterungsversuche an säugenden Fleischfressern (Hündinnen) liegen vor von Ssubotin***) und C. Voit.†)

In den schon erwähnten Versuchen von Ssubotin wurde eine grosse gesunde Hühnerhündin (in der dritten Woche nach dem Gebären) 8 Tage lang mit täglich 1·5 bis 2 Kilo möglichst fettfreiem Pferdefleische gefüttert, wobei das Euter anschwoll und reichlich Milch absonderte; hierauf erhielt die Hündin 6 Tage lang ein Gemisch von gekochten Kartoffeln und Stärkmehl, wobei das Euter zusammenschrumpfte und wenig Milch absonderte; dann wurde wieder 3 Tage Fleisch gefüttert, wodurch die Milch bedeutend vermehrt wurde; bei der hierauf folgenden Fütterung mit täglich 1·25 Kilo Speck sank die Milchabsonde-

*) Virchow's Arch. LXVII, 119.

**) In Röhrig's Versuchen wurde die Milchabsonderung am meisten gesteigert durch Einspritzung einer Abkochung der Jaborandiwurzel in die Vene; am meisten vermindert wurde die Milchabsonderung durch Einspritzung von Chloralhydrat. Das Jaborandi vergrössert ebenfalls die Absonderung der Schleim-, Speichel- und Thränendrüsen und der Nieren, und zwar durch Steigerung des Blutdruckes.

***) Virchow's Arch. XXXVI, 561.

†) Zeitschr. f. Biol. V, 136.

rung am tiefsten. Mit den gleichnamigen Futtermitteln wurde ein zweiter Versuch gemacht an einer anderen Hühnerhündin (in der ersten Woche nach dem Gebären) und ein dritter mit einer grossen Pudelhündin (in der dritten Woche nach dem Gebären); bei letzterer wurde auch die Milch untersucht nach einem Hungertage. Das Ergebniss dieser Versuche zeigt folgende Tabelle (in Mittelzahlen auf 1000 Theile Milch).

Tabelle LV. Milcherzeugung säugender Hündinnen (nach Ssubotin).

Bestandtheile der Milch	Nahrung			
	Fleisch	Kartoffeln und Stärkmehl	Speck	ohne
Feste Theile	227·39	170·47	226·26	205·46
Wasser	772·61	829·53	773·74	794·54
Kaseïn	51·99	42·51	59·17	42·84
Albumin	39·67	39·24	42·55	39·66
Fett	106·39	49·82	101·13	98·18
Milchzucker	24·92	34·15	21·45	20·60
Salze u. Extraktivstoffe	4·42	4·75	3·91	4·18

Das Ergebniss des Voit'schen Versuches ist in nachstehender Tabelle LVI zusammengestellt. Man ersieht daraus, dass die Milchabsonderung wohl abhängig ist von der Nahrung, aber nur in sehr geringem Grade; sie sinkt an den zwei Hungertagen (Nr. 12 und 13), und sie erhebt sich wieder mit der Zufuhr der Nahrung. Sie ist am grössten bei reichlicher Eiweisszufuhr (Nr. 16 und 17) und bei 500 Fleisch und 300 Fett; Stärkefütterung verringert die Milchmenge. Den höchsten Kaseïn- und Albumingehalt zeigt die Milch bei reichlicher Eiweisszufuhr, wobei auch der Fettgehalt am höchsten ist; der Milchzuckergehalt steigt etwas bei reiner Stärkefütterung; der Salzgehalt bleibt bei verschiedener Fütterung fast gleich und er ist nur etwas höher bei vorwiegender Eiweisszufuhr.

Die umfassendsten und sorgfältigsten Versuche über den Einfluss der Nahrung auf die Milchproduktion des Rindes hat Gustav Kühn in Möckern ausgeführt.

Seine ersten schon im Jahre 1867 begonnenen Versuche führten Kühn*) zu dem Ergebniss: dass die Milch in ihrer Beschaffenheit lediglich von der Drüse selbst abhängig sei, und dass, sobald ein gewisses Minimum der Nährstoffzufuhr nicht unterschritten wird (sobald also die normale Leistung des Organismus und die regelmässige Thätigkeit seiner Einzelorgane überhaupt gesichert ist), die Milchproduktion nur innerhalb sehr enger Grenzen und nur in Betreff der Quantität, nicht aber in Betreff der Qualität des Sekretes durch steigende Zufuhr der Nährstoffe beeinflusst werden kann.

*) Amtsbl. f. d. landw. Vereine d. Königr. Sachsen 1869 Nr. 5.

Tabelle LVI. Milcherzeugung einer säugenden Hündin (nach Voit).

Nummer des Versuches	Datum 1865	Körpergewicht in Kilo	Einnahmen in Grm.			Harnmenge in Grm.	Harnstoff in Grm.	Milchmenge in Grm.	Bestandtheile in 100 Grm. Milch					
			Fleisch	Zusatz	Wasser				Wasser	Kasein	Albumin	Fett	Milchzucker	Salze
1	30. November . .	34·47	2000	0	1000	2174	120	—	76·09	6·28	7·90	7·76	0·98	0·99
2	1. Dezember . . .	34·16	2000	0	1000	2135	127	—	73·95	5·85	7·39	9·93	1·81	1·07
3	2. „ . . .	34·22	1000	300 Stärke	1255	1507	84	—	83·13	3·67	3·94	5·79	2·46	1·01
4	3. „ . . .	34·40	gemischt	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
5	4. „ . . .	—	gemischt	0	—	—	—	152	82·65	2·77	3·52	7·17	2·85	1·04
6	5. „ . . .	34·79	1000	300 Stärke	778	1467	83	115	82·58	2·43	3·54	7·70	2·71	1·04
7	6. „ . . .	34·22	1000	200 Fett	630	1154	60	144	81·94	3·20	3·66	7·50	2·67	1·03
8	7. „ . . .	34·24	1000	200 Fett	663	1234	60	135	82·23	2·97	3·25	8·39	2·15	1·01
9	8. „ . . .	34·02	gemischt	0	—	1471	81	151	81·08	3·00	3·37	9·22	2·24	1·09
10	9. „ . . .	34·95	500	400 Stärke	877	1132	49	138	82·22	2·26	3·57	8·19	2·78	0·98
11	10. „ . . .	34·54	500	300 Fett	595	850	35	168	80·60	2·47	3·59	9·83	2·52	0·99
12	11. „ . . .	34·34	0	0	358	533	21	149	80·76	3·29	3·07	9·24	2·65	0·99
13	12. „ . . .	33·33	0	0	405	484	18	118	80·49	2·77	2·85	10·32	2·58	0·99
14	13. „ . . .	32·70	0	500 Stärke	2165	783	15	137	83·08	2·75	2·66	7·39	3·11	1·01
15	14. „ . . .	32·82	gemischt	0	—	1185	42	121	—	—	—	—	—	—
16	15. „ . . .	34·81	2000	0	887	2413	127	158	79·30	3·54	3·14	10·17	2·82	1·03
17	16. „ . . .	34·28	2000	0	892	2068	136	161	80·15	3·32	3·46	9·11	2·91	1·05

Die in den Jahren 1870 und 1871 von Kühn*) ausgeführten Versuche führten zu einem etwas abweichenden Ergebniss: es zeigte sich, dass bei einzelnen Kühen, Hand in Hand mit der erhöhten Eiweisszufuhr, eine einseitige Vermehrung des prozentischen Fettgehaltes der Milch deutlich auftrat; nach den Versuchen vom Jahre 1871 schien ferner bei denjenigen Kühen, deren Milchproduktion in der angedeuteten Richtung von der Ernährung beherrscht wurde, ein Unterschied in der Werthigkeit der einzelnen Kraftfuttermittel zur Geltung zu kommen, insofern eine Zugabe von Palmkernmehl zum gleichen Normalfutter (welches etwa 10·5 Kilo Trockensubstanz, 0·9 Kilo stickstoffhaltige Nährstoffe, 6·0 Kilo stickstofffreie Extraktstoffe, 0·25 Kilo Fett und 2·8 Kilo Rohfaser enthielt) eine günstigere Wirkung ausübte, als eine Zugabe von Bohnenschrot, wenngleich bei letzterer der Eiweissgehalt des Futters höher war als bei ersterer.

Die Betrachtung derjenigen Versuche Kühn's,**) bei denen eine Bestimmung der natürlichen Abnahme der Milchgabe nach dem Kalben ausgeführt werden konnte, ergibt: dass mit erhöhter Nährstoffzufuhr eine Erhöhung der Milchproduktion Hand in Hand ging, dass aber bei den verschiedenen Kühen der gleiche Zuschlag verschiedenen Erfolg hatte, wobei unter sonst gleichen Verhältnissen das schwerere Thier eine geringere, das milchergiebigere eine höhere Mehrproduktion zeigte.

Mit Ausnahme der Oelzugabe in einem Versuche, waren die Schwankungen in der Ernährung der Versuchsthiere durch Zugabe solcher Futtermittel herbeigeführt, welche alle Nährstoffklassen enthielten. Wurde auch durch die Zugabe von Bohnenschrot, Palmkernmehl und Malzkeimen der Gehalt des Futters an Eiweissstoffen gegenüber den anderen Nährstoffen weit überwiegend erhöht, so blieb doch hierdurch eine Wirkung der gleichzeitig darin gereichten stickstofffreien Nährstoffe nicht ausgeschlossen. Die auf den Einfluss der letzteren gerichteten Versuche zeigten jedoch, dass die in den Futterzuschlägen gleichzeitig mit den stickstoffhaltigen mehr zugeführten stickstofffreien Nährstoffe, mit Ausschluss des Fettes, ohne wesentlichen Einfluss auf die Milchproduktion blieben. Die Zugabe von Fett ergab unzweifelhaft eine geringe Mehrproduktion sowohl von Milch im Ganzen, wie auch von den Einzelbestandtheilen derselben. Kühn schliesst jedoch aus dem Umstande: dass in dem betreffenden Versuche die Futterration sehr reich an Eiweiss war und die höchstmögliche Milchproduktion vor der Verabreichung der Fettzugabe noch nicht erreicht war, dass ferner durch die Mehrzufuhr von Fett die Ausscheidung der übrigen Milchbestandtheile, namentlich der Eiweisskörper, mindestens in gleichem Grade befördert wurde, — die Fettzugabe nur indirekt in der Weise gewirkt habe, dass eine gewisse Menge stickstoffhaltiger Futterbestandtheile für die Milchproduktion verfügbar geworden, welche vor dieser Fettzugabe anderweitige Verwendung im Körper fand, dass mithin die beobachtete Mehrproduktion den ersparten Eiweisskörpern, und nicht dem Fette zuzuschreiben sei.

Bei der Mehrzufuhr von 42 Grm. Fett in dem Palmkernmehl (gegenüber den Malzkeimen), fand Kühn***) keine erhebliche Mehrausscheidung von Fett durch die Milchdrüse, wohl aber zeigte sich gegenüber der Normalration, in Uebereinstimmung mit der bei diesen Versuchen fast ganz gleichen Mehrzufuhr

*) Journ. f. Landw. 1874, 168. **) Ebendaselbst 1876, 173.
***) Ebendaselbst 1876, 381.

sticksoffhaltiger Nährstoffe, nicht nur die Milchproduktion im Ganzen, sondern auch die Ausscheidung von Milchfett durch das Palmkernmehl einerseits, und durch die Malzkeime andererseits fast vollkommen gleichmässig erhöht.

Das Hauptergebniss der Kühn'schen Versuche ist: dass im Allgemeinen die Menge der erzeugten Milch mit der Erhöhung der Eiweisszufuhr steigt und mit deren Verminderung sinkt. Die Steigerung der Milchabsonderung durch erhöhte Eiweisszufuhr hatte jedoch eine bestimmte Grenze; wurde diese überschritten, so vermochte die weitere Steigerung des Eiweissverzehres nicht nur nicht eine weitere Erhöhung des Milchertrages herbeizuführen, sondern trotz jener Steigerung sank der Milchertrag.

Die Erklärung dieser Erscheinungen sucht Kühn in dem so verschiedenen individuellen Milchertrage der Kühe, dessen Grösse abhängt von der Entwicklung der Milchdrüse. Hat die Drüse ihre Maximalentwicklung erreicht, und hat unter günstigen Ernährungsbedingungen auch der Zerfall der Drüsensubstanz (beziehungsweise die Fettumwandlung des protoplasmatischen Inhaltes der Drüsenzellen) die grösste Intensität erreicht, so vermag dann eine noch weitere Erhöhung der Nährstoffzufuhr die Milchproduktion nicht mehr zu steigern; dieselbe bleibt vielmehr konstant, bis sie nach längerer oder kürzerer Zeit mit dem Fortschreiten der Melkungsdauer endlich zu sinken anfängt, entsprechend der Rückbildung der Milchdrüse. Reichliche Ernährung vermag den Zeitpunkt, wo die natürliche Abnahme der Milchabsonderung zur Geltung kommt, zwar oft und namentlich bei geringerer Milchgabe hinauszuschieben, aber nicht in allen Fällen.

Die Menge der täglich ausgeschiedenen Einzelbestandtheile folgt in ihren Bewegungen im Allgemeinen der Gesammtmilch.

Die Bewegung der Einzelbestandtheile der Milch ersehen wir aus nebenstehender Tabelle LVII*), welche die Zusammensetzung der auf 12 Prozent Trockengehalt berechneten Milch (im Mittel sämmtlicher Versuche G. Kühn's) uns zeigt.

Bei steigender Eiweisszufuhr war der Fettgehalt der Milch in der grossen Mehrzahl der Fälle mehr oder weniger deutlich erhöht, ebenso der Kaseïngehalt, beziehungsweise in Reihe III der Gehalt an Gesammteiweisskörpern, während Albumin (in Reihe I und II) und Zucker ein umgekehrtes Verhalten zeigen.

Bei verringerter Eiweisszufuhr verminderte sich der Gehalt der Milch an Eiweisskörpern, während dies bei Fett und Zucker nicht der Fall war.

In den Versuchen, in denen die Eiweisszufuhr nahezu die gleiche blieb, war durchgehend der Fettgehalt niedriger, der Kaseïngehalt höher, der Zuckergehalt zwei Mal etwas niedriger ein Mal etwas höher, als in den Vorversuchen.

Für den Albumingehalt der Milch darf man aus diesen Zahlen ohne Weiteres schliessen: dass die mit der Melkungsdauer eintretende Verminderung desselben meist so gross ist, dass eine etwaige Einwirkung vermehrter Eiweisszufuhr auf seine Ausscheidung — in den Prozentzahlen nicht zur Geltung kommen kann.

Der Gehalt der Milch (auf 12 Prozent Trockengehalt berechnet) an Kasein, beziehungsweise an Gesammteiweiss, scheint am regelmässigsten der Eiweisszufuhr zu folgen, während der Zuckergehalt im umgekehrten Verhältnisse zu ihr steht;

*) Nach dem Journ. f. Landw. 1877, 351 bis 353.

Tabelle LVII. Einfluss der Nahrung auf die Zusammensetzung der Kuhmilch (nach G. Kühn).

Nummer des Versuches	Futter mit	Stickstoff in Kilo	Milchbestandtheile in Prozenten			
			Fett	Kasein	Albumin	Zucker
1	Normalration	0·880	3·21	2·40	0·31	5·24
5	dsgl. + 1·5 Kilo Bohnenschrot . . .	1·249	3·32	2·39	0·26	5·21
9	„ + 3·0 „ „ . . .	1·641	3·40	2·49	0·25	4·97
12	Normalration	0·902	3·28	2·45	0·26	5·03
2	„	0·880	3·04	2·68	0·42	5·20
6	dsgl. + 3·0 Kilo Bohnenschrot . . .	1·631	3·08	2·73	0·39	4·86
13	Normalration	0·899	3·01	2·67	0·37	4·83
3	„	0·880	3·23	2·57	0·57	4·54
7	dsgl. + 3·0 Kilo Bohnenschrot . . .	1.621	3·36	2·61	0·51	4·52
10	„ + 3·0 „ „ u. 0·5 Oel	1·641	3·31	2·66	0·48	4·41
14	Normalration	0·902	3·34	2·62	0·45	4·49
4	„	0·880	3·21	2·59	0·41	4·99
8	dsgl. + 1·5 Kilo Bohnenschrot . . .	1·249	3·24	2·62	0·37	4·64
11	„ + 3·0 „ „ . . .	1·641	3·24	2·71	0·38	4·48
15	Normalration	0·902	3·27	2·67	0·38	4·46
16	Normalration	0·736	3·33	2·25	0·25	5·08
18	dsgl. + 3·0 Kilo Palmkernmehl . .	1·316	3·81	2·26	0·24	4·76
20	„ + 3·0 „ Bohnenschrot . . .	1·557	3·51	2·38	0·26	5·03
22	12·5 Kilo Wiesenheu	1·039	3·46	2·36	0·23	5·27
24	dsgl. + 3·0 Kilo Palmkernmehl . .	1·595	3·76	2·38	0·24	5·08
17	Normalration	0·671	3·44	2·24	0·30	4·98
19	dsgl. + 3·0 Kilo Palmkernmehl . .	1·263	3·44	2·40	0·31	4·69
21	„ + 3·0 „ Bohnenschrot . . .	1·541	3·15	2·47	0·35	5·10
23	12·5 Kilo Wiesenheu	1·033	3·30	2·48	0·31	5·16
31	Normalration	0·825	3·29	3·01		4·97
35	dsgl. + 1·5 Kilo Palmkernmehl . .	1·071	3·65	3·00		4·70
39	„ + 3·0 „ „ . . .	1·324	3·81	3·07		4·37
25	Normalration	1·033	3·26	2·71		5·26
28	dsgl. + 1·5 Kilo Palmkernmehl . .	1·311	3·35	2·72		5·21
32	„ + 1·0 „ Malzkeime	1·294	3·23	2·78		5·19
36	Normalration	1·037	3·31	2·64		5·37
40	dsgl. + 2·0 Kilo Malzkeime	1·545	3·32	2·77		4·98
26	Normalration	0·827	3·65	3·00		4·62
29	dsgl. + 1·5 Kilo Palmkernmehl . .	1·097	3·79	3·05		4·46
33	„ + 1·0 „ Malzkeime	1·080	3·72	3·19		4·58
37	Normalration	0·820	3·75	3·07		4·44
41	dsgl. + 3·0 Kilo Palmkernmehl . .	1·315	4·07	3·13		4·02
27	Normalration	0·827	3·54	2·87		4·71
30	dsgl. + 1·5 Kilo Palmkernmehl . .	1·090	3·65	3·08		4·59
34	„ + 1·0 „ Malzkeime	1·053	3·55	3·11		4·47
38	Normalration	0·829	3·61	2·93		4·56
42	dsgl. + 2·0 Kilo Malzkeime	1·337	3·67	3·04		4·34

der Fettgehalt erhöhte sich zwar bei steigender Eiweisszufuhr, aber bei Verminderung derselben wurde er nur in der geringeren Anzahl der Fälle kleiner. Hierbei zeigte sich sowohl der Einfluss der Melkungsdauer, wie des Ernährungszustandes der Thiere, was zu erheblichen Verdunkelungen des Thatbestandes führt.

Der Einfluss der Melkungsdauer äussert sich in der Weise, dass der Fettgehalt herabgedrückt, der Gehalt an Kaseïn, beziehungsweise an Gesammteiweiss gehoben wird.

Verbesserung des Körperzustandes wirkte jener Senkung des Fettgehaltes entgegen; die Abnahme in der Drüsenthätigkeit, welche sowohl bei der Verschlechterung des Körperzustandes, wie mit der Melkungsdauer eintrat und wuchs, wirkte erhöhend auf den relativen Gehalt der Milch an Kaseïn, beziehungsweise an Gesammteiweiss.

Bei dem weniger milchergiebigen Thiere erscheint (wenn wir Durchschnittszahlen für längere Perioden in Betracht ziehen) schon bei ziemlich niedriger Eiweisszufuhr das Maximum in der Intensität der Milchproduktion (soweit solche sich in der Fettbildung aus Eiweiss äussert) erreicht, so dass, trotz noch weiter steigender Eiweisszufuhr, der relative Fettgehalt der Milch gar nicht mehr beeinflusst wird, während der Kaseïngehalt noch wächst. Bei dem Thiere mit grösserer Befähigung zur Milchproduktion scheint es dagegen, als ob zunächst durch die gesteigerte Eiweisszufuhr nicht nur die Menge der Milch erhöht werde, sondern eine Beeinflussung des Milchbildungsvorganges auch in dem Sinne statthabe, dass (in erster Linie) der Zerfall von Eiweiss zu Fett ein ergiebiger werde, und erst bei einer weiteren Erhöhung — beziehungsweise dann, wenn die Einflüsse der Melkungsdauer zur Geltung kommen — die Eiweisszufuhr die Milch nicht nur fettreicher, sondern auch kaseïnreicher macht.

Die auffallenden und zahlreichen Ausnahmefälle, in denen der Fettgehalt der Milch beim Uebergange von einer eiweissreicheren Ration zu einer eiweissärmeren nicht fiel, führt Kühn darauf zurück, dass die eiweissreicheren Fütterungen den Körperzustand und damit auch die Entwicklung und Leistungsfähigkeit der Drüse so weit gebessert hatten, dass weder das Fortschreiten der Melkungsdauer, noch eine nunmehr erfolgende Entziehung von Futtereiweiss ihren herabsetzenden Einfluss auf den Fettgehalt der Milch während des bezüglichen Zeitraumes in sichtbarer Weise ausüben konnten, wie denn auch sogar im extremsten Falle: bei völliger Entziehung der Nahrung, die Milcherzeugung bekanntlich nicht sofort aufhört. Man wird ausserdem stets im Auge behalten müssen, dass der Fettgehalt der Milch häufig grösseren, von der Nahrung anscheinend unabhängigen Schwankungen unterliegt.

Versuche über die Ernährungsvorgänge milchender Ziegen hat F. Stohmann*) ausgeführt; dieselben ergeben: dass bei stickstoffreichem Futter der Fettgehalt der Milch mit dem Fettgehalte des Futters stieg, und dass selbst die stärkste Vermehrung der Eiweissstoffe bei abnehmendem Fettgehalte des Futters nicht eine gleich fettreiche Milch erzeugen konnte. Dagegen bewirkte bei stickstoffarmem Futter bereits eine Vermehrung von 0·8 Grm. Stickstoff im Futter

*) Journ. f. Landw. 1868, 135 u. f. und Zeitschr. f. Biol. VI, 204. Nach den ausführlichen Mittheilungen der Kühn'schen Versuche, können wir aus den Stohmann'schen Versuchen nur das wesentliche Ergebniss anführen und müssen im Uebrigen auf das Original verweisen.

einen grösseren Fettgehalt der Milch, als durch eine Vermehrung des Fettes von 48 Grm. hervorgebracht werden konnte. Auch Stohmann erkannte einen bedeutenden Einfluss der Individualität des Thieres auf die Milcherzeugung. Das eine Thier erzeugte eine andere Milch als das zweite, in der Milch des einen war ein höheres Verhältniss der Eiweisssubstanzen, in der des anderen ein höheres des Fettes. Veränderungen des Futters griffen nicht so weit in die Vorgänge des Körpers ein, dass jener Einfluss verwischt werden konnte.

Neunundzwanzigstes Kapitel.

Die Entwicklung.

§. 258. *Die Befruchtung und die Furchung des Eies.*

Die Entwicklung*) des Eies beginnt mit seiner Befruchtung.

Das Ei wird befruchtet durch die Samenkörperchen, welche die Porenkanälchen der Eikapsel durchdringen und in den Eidotter gelangen, dessen Furchung sie einleiten, während sie selbst sich auflösen.

Die nothwendigen Bedingungen der Befruchtung sind: die (bei den Thieren zur Zeit der Brunst erfolgende) Loslösung eines reifen Eies vom Eierstocke und das Eindringen des Samens in den Tragsack. Die Begegnung des Samens und des Eies findet meistens statt im Eileiter, seltener im Tragsacke. Ist der Ort der Befruchtung der Eileiter, so muss der Same, beziehungsweise die Samenkörperchen (die allein befruchtungsfähig sind), den Körper und die Hörner des Tragsackes durchwandern und einen Theil des Eileiters (bis zur Ampulle) passiren. Da das Flimmerepithel des Eileiters und des Tragsackes in entgegengesetzter Richtung flimmert, und zwar jenes gegen die Tragsacköffnung des Eileiters, das Flimmerepithel des Tragsackes gegen dessen Scheidenöffnung, so kann das Flimmerepithel die Bewegung der Samenkörperchen nicht fördern, es würde sie im Gegentheile hindern, wenn es nicht im Zustande der Brunst abgestossen würde. Da die weiblichen Thiere die Paarung nur während der Brunstzeit gestatten, so kommt das Flimmerepithel des Eileiters und des Tragsackes weder für, noch gegen die Bewegung der

---

*) Der Begriff und der allgemeine Vorgang der Entwicklung ist in §. 43 erörtert.

Samenkörperchen in Betracht. Diese ist vielmehr abhängig: einmal von der wurmförmigen, der Darmbewegung ähnlichen Bewegung des Tragsackes und des Eileiters, sodann von der Eigenbewegung der Samenkörperchen, beziehungsweise von den fischschwanzartigen Windungen des Samenfadens.

Zahlreiche Beobachtungen bezeugen die Gegenwart der Samenkörperchen im Eileiter, wo sie sich wenige Stunden nach der Paarung um das Ei anhäufen. Man hat selbst am Eierstocke Samenkörperchen gesehen, die aber höchst wahrscheinlich niemals in ihn eindringen; wohl aber kann ein in der Nähe der Bauchöffnung des Eileiters befruchtetes Ei in die Bauchhöhle gelangen und sich hier vollständig entwickeln (Bauchhöhlenträchtigkeit).

Das befruchtete Ei setzt sich an irgend einer Stelle der Tragsackschleimhaut fest, welche das Ei vorübergehend umwuchert; diese das Ei vollständig umgebende Wucherung, aus der dasselbe aber wieder herauswächst, ist früher als selbstständige Eihülle (als „hinfällige Haut", tunica decidua) aufgefasst worden.*)

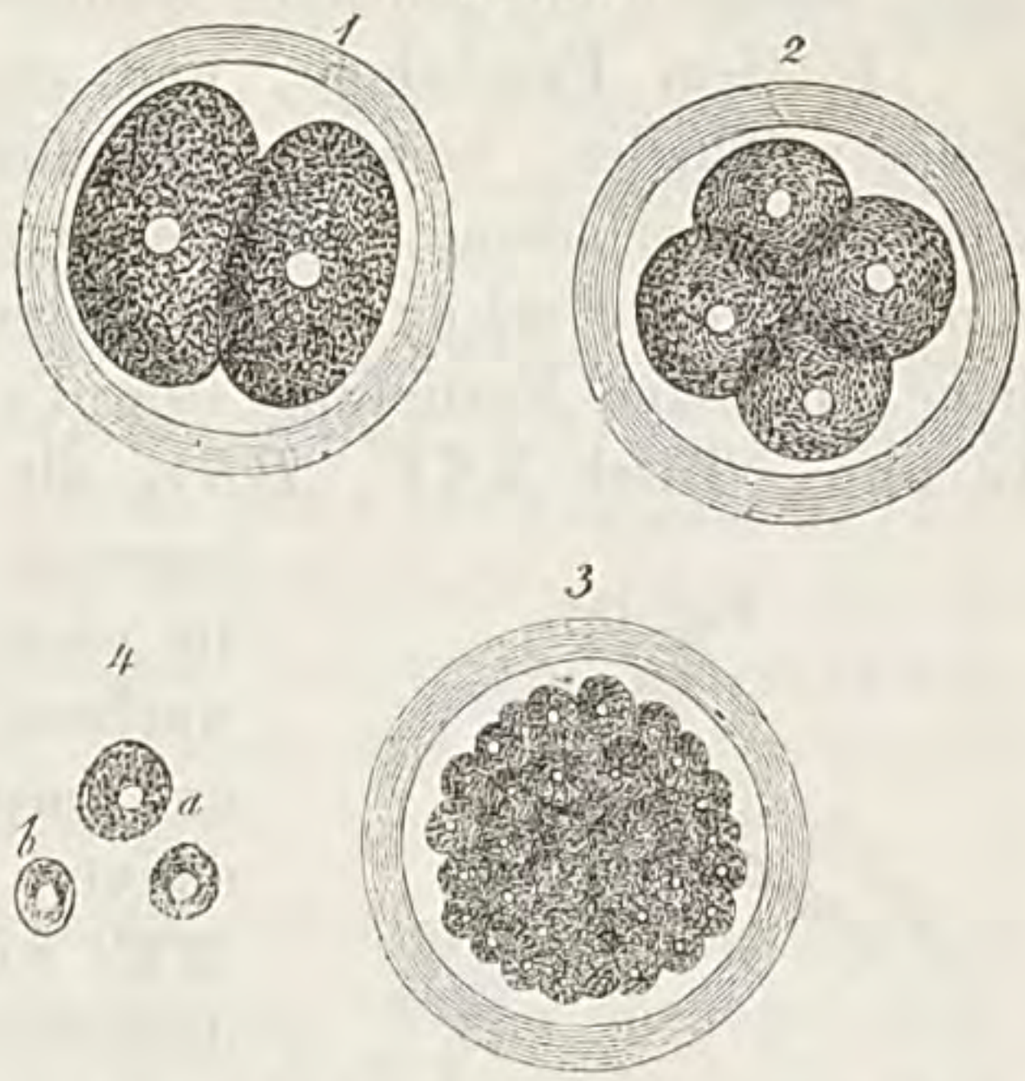
Die Zahl der befruchteten Eier entspricht wahrscheinlich der Zahl der vom Eierstocke gelösten reifen Eier, so dass jedes Ei befruchtet wird, wenn befruchtungsfähiger Same in den Tragsack eingedrungen ist. Die Stute und die Kuh bringen in der Regel je ein Ei, Schaf und Ziege häufig je zwei, die Sau vier bis zwölf Eier zur Befruchtung. Kommt nur ein Ei zur Befruchtung, so entwickelt es sich anfangs in einem Tragsackhorne, zwei Eier entwickeln sich gewöhnlich je in einem Tragsackhorne, doch können auch beide zusammen in einem Tragsackhorne zur Entwicklung kommen. Bei der Stute bildet auch der Körper des Tragsackes die erste Entwicklungsstätte für das befruchtete Ei, was bei den Wiederkäuern und dem Schweine nicht der Fall ist; wohl aber dringen auch bei diesen im Verlaufe der Entwicklung die Körpertheile der Frucht in den Tragsackkörper ein.

Nach der Befruchtung des Eies, beginnt, erregt durch die eingedrungenen Samenkörperchen, die Furchung desselben, die in einer Theilung des Dotters besteht, wobei das Keimbläschen

*) Die von den meisten Schriftstellern angenommene Decidua (deren sogar zwei beschrieben werden), wird von E. H. Weber und E. Brücke (Vorl. üb. Physiol. 1874, II, 274) bestritten. Nach Brücke gelangt das Ei in die offene Tragsackhöhle hinein, wird von der Schleimhaut umwallt und überwallt, arbeitet sich aber durch sein eigenes Wachsthum wieder hervor und bleibt mit der Tragsackwand nur an der Stelle des sogenannten Mutterkuchens in Verbindung.

und der Keimfleck des Eies verschwinden. Jede Dotterkugel theilt sich in zwei Hälften und diese Zweitheilung führt bei den Säugethieren zum Zerfalle der ganzen Dottermasse in zahlreiche kleine Kügelchen, die je einen kleinen bläschenförmigen Kern enthalten (Fig. 152).

Fig. 152.



Furchung des Säugethiereies (halbschematisch).
1 zweigetheilter, 2 viergetheilter Dotter,
3 Ei mit zahlreichen Dotterkugeln,
4 einzelne, kernhaltige Dotterkugeln.

Der Furchungsvorgang dauert nach Reichert bei den Wiederkäuern und dem Schweine zehn bis zwölf Tage. Während dieser Zeit bilden sich auf der Oberfläche der Eikapsel (die nach beendeter Furchung ein maulbeerartiges Ansehen bekommt) zottige Auswüchse; die mit Zotten versehene Eikapsel heisst fortan die Zottenhaut (chorion frondosum).

Bei den Vögeln theilt sich nur der das Ei im engeren Sinne umgebende sogenannte Bildungsdotter (wie bei den Säugethieren, die bloss Bildungsdotter besitzen), während die Hauptmasse des gelben Dotters — der Nahrungsdotter des Vogeleies, von der Furchung nicht betroffen wird. Auch erhält das Vogelei keine Zottenhaut.

§. 259. *Die Anlage des Embryos und die Keimblätter.*

(Hierzu Tafel XXV, Fig. 1 bis 4.)

Nach beendeter Furchung rücken die Dotterkügelchen mehr an die Peripherie des Eies und häufen sich hier an einer Stelle stärker an, die als Fruchthof (Keimhügel) bezeichnet wird; im ganzen Umkreise des Dotters verdichten sich die Dotterkügelchen zur Keimhaut. Durch diese zentrifugale Bewegung der Dottermasse entsteht im Innern des Eies eine Höhle — die Dotter- oder Keimblasenhöhle, und Dotter und Keimhaut erscheinen als Blase (Keimblase).

Alsbald beginnt eine Spaltung der Keimhaut in ein äusseres Blatt (ectoderma) und ein inneres Blatt (entoderma), welche Spaltung auch im Fruchthofe stattfindet. Im Bereiche des Fruchthofes spaltet sich endlich das innere Blatt der Keimhaut nochmals, wodurch ein mittleres Keimblatt (mesoderma) entsteht.

In dem Fruchthofe, und zwar inmitten seines zentralen helleren Theiles, verschmelzen die drei Keimblätter, wodurch eine etwas erhabene, schildförmige Stelle entsteht: das ist die Anlage des Embryos. An derselben bemerkt man eine längliche, mediane Vertiefung (die Primitivrinne oder Rückenfurche, Tafel XXV, *PR*), die von zwei lateralen Wülsten begrenzt ist — den Rückenwülsten. Im weiteren Verlaufe der Entwicklung wachsen beide Rückenwülste zusammen und umschliessen die Rückenfurche, die dadurch zum Rohre (Medullarrohr, *MR*) wird; an der Bildung des Medullarrohres betheiligt sich bloss das äussere Keimblatt, das nach Abschluss des Rohres sich über demselben hinwegzieht.

Fig. 153.

Schema des Säugethiereies nach der Furchung.

h äusseres Keimblatt, von der Eikapsel umgeben,
d inneres Keimblatt, *F* Fruchthof.

In der Medianlinie der Embryonalanlage entwickelt sich aus dem mittleren Keimblatte, unterhalb des Medullarrohres, ein solider Strang, die Wirbelsaite (chorda dorsalis, *Ch*), welche die Anlage der Wirbelsäule darstellt; zu beiden Seiten der Wirbelsaite und des Medullarrohres entstehen die Urwirbelblätter *(UB)*, und lateralwärts von ihnen die Seitenblätter *(SB)*.

Das innere Keimblatt zieht sich noch ungetheilt unter dem mittleren Keimblatte hinweg und begrenzt die Keimblasenhöhle, die noch weisse Dotterkugeln enthält.

Die drei Keimblätter bilden die Grundlage für die Anlage sämmtlicher Organe des Embryos.

Aus dem äusseren (oberen) Keimblatte, dessen zentraler Theil als Medullarblatt, dessen peripherischer Theil als Hornblatt unterschieden wird, entstehen: die Oberhautgewebe der äusseren Haut, und zwar die Epidermis mit ihren drüsigen Anhängen (Talg-, Milch-, Schweissdrüsen) und dem Horn- und Huf-

gewebe, sowie das Haar; ferner das zentrale Nervensystem und die Sinnesorgane. Mit Hinblick auf diese aus ihm entstehenden Gewebe, heisst das äussere Keimblatt auch das sensorielle Blatt.

Aus dem mittleren Keimblatte entwickeln sich die Bindesubstanzen, die Muskeln, die peripherischen Nerven, die Gefässe, sowie die Harn- und Zeugungsorgane. Der peripherische Theil des mittleren Keimblattes (die sogenannten Seitenblätter) trennt sich sehr bald nach der Anlage des Embryos in zwei Blätter, von denen das äussere oder obere als Hautmuskelblatt *(Hmb)*, das innere oder untere als Darmfaserblatt *(Dfb)* bezeichnet wird; zwischen beiden bildet sich die definitive Leibeshöhle *(Lh)*. Der zentrale Theil des mittleren Keimblattes, welcher aus der Wirbelsaite und den Urwirbelblättern besteht, bildet die Grundlage für die Knorpel, Knochen, Muskeln und Häute der Wirbelsäule, sowie für die Rückenmarknerven.

Das innere (untere) Keimblatt entwickelt sich zum Epithele des Athmungs- und Verdauungsapparates und der dazu gehörigen Drüsen; es wird deshalb auch als Darmdrüsenblatt bezeichnet.

Auf Tafel XXV und XXVI ist die Entwicklung des Hühnchens dargestellt, so weit sie übereinstimmt mit der Entwicklung der höheren Säugethiere. Da die Entwicklung der landwirthschaftlichen Haussäugethiere noch wenig erforscht ist, und namentlich in den ersten Entwicklungsperioden noch unbekannt ist, so können wir auf diese nur durch Analogie schliessen, auf Grund der weit umfassenderen Kenntnisse von der Entwicklungsgeschichte des Hühnchens, des Kaninchens, des Meerschweinchens und des Hundes.

Beide Tafeln zeigen die Keimblätter und die daraus entstandenen Organe in gleichen Farben, und zwar ist das äussere oder obere Keimblatt *(OKb)* gelb, das mittlere Keimblatt *(MKb)* violet, das innere oder untere Keimblatt *(UKb)* grün gedruckt; aus dem mittleren Keimblatte geht hervor das Hautmuskelblatt (*Hmb*, roth) und das Darmfaserblatt (*Dfb*, blau).

Auf Tafel XXV sind die Figuren 1 bis 4 und 6 im Querschnitte, Figur 5 im Längsschnitte dargestellt. Ausser den schon genannten haben die übrigen Buchstaben folgende Bedeutung: *D* Dotter, *Pr* Primitivrinne, *MR* Medullarrohr, *UnG* Urnierengang, *Ch* chorda dorsalis (Wirbelsaite), *UB* Urwirbelblatt, *SB* Seitenblatt, *Ao* Aorta, *Hb* Hornblatt, *Kb* Kopfblatt, *Kk* Kopfkappe, *Lh* Leibeshöhle, *Hh* Herzhöhle, *Hz* Herz. Die Buchstaben auf Tafel XXVI werden in §. 262 erklärt.

§. 260. *Die Bildung der Eihüllen.*

(Hierzu Tafel XXV, Fig. 5 und 6 und Tafel XXVI, Fig. 1.)

Nachdem das mittlere Keimblatt in das äussere Hautmuskelblatt und in das innere Darmfaserblatt sich gespalten hat, schreitet das Hautmuskelblatt im Wachsthume rascher fort als das Darmfaserblatt. Zugleich senkt sich der Embryo mehr nach abwärts, in die Keimblasenhöhle hinein, wobei sich sein Kopftheil stark nach abwärts krümmt. Dadurch entsteht nun rings um den Embryo eine Falte, die am Kopf- und Schwanzende grösser ist; sie wird hier als Kopf- und Schwanzkappe bezeichnet.

Die Kopfkappe entsteht aus dem den Urwirbelblättern entsprechenden Kopfblatte des mittleren Keimblattes (Tafel XXV, Fig. 5); unmittelbar an ihrem Ursprunge weichen die beiden Blätter des mittleren Keimblattes auseinander und umschliessen die Herzhöhle *(Hh)*, in welcher das Herz sich entwickelt. Zur Seite der Herzhöhle vereinigt sich das Hautmuskelblatt wieder mit dem Darmfaserblatte und alle vier Keimblätter verlaufen eine Strecke zusammen, bis Hornblatt und Hautmuskelblatt sich nach aufwärts wenden, um das Kopfende des Embryos kappenartig einzuhüllen.

Die Schwanzkappe entsteht in ähnlicher Weise an dem nach abwärts gekrümmten Schwanzende des Embryos.

Auch an den Seitenwänden des Embryos (siehe Tafel XXVI, Fig. 1, den Querschnitt eines viertägigen Hühnerembryos darstellend) krümmt sich das mittlere Keimblatt nach abwärts und das Hautmuskelblatt trennt sich vom Darmfaserblatte, wodurch zwischen beiden eine Höhlung (die definitive Leibeshöhle, *Lh)* entsteht. Das mit dem Darmdrüsenblatte verbundene Darmfaserblatt (von welchen ersteres den Dotter vollständig umhüllt) umschliesst ebenfalls eine Höhlung (die primäre Leibeshöhle oder Dotterhöhle, *Dh)*, die mit der Keimblasenhöhle durch den Darmdottergang (Fig. 154 und 155 *o*) in Verbindung steht. An der Stelle, wo die vom Darmdrüsen- und Darmfaserblatte umschlossene primäre Leibeshöhle in den Darmdottergang übergeht, wendet sich das mit dem Hornblatte verbundene Hautmuskelblatt nach aufwärts und bildet um den Embryo eine Falte, die über dessen Rücken verwächst und dann bis zum Darmdottergange eine Blase um denselben bildet, die, wie sich aus Vorstehendem ergibt, aus

zwei Blättern besteht: einwärts aus dem Hornblatte, auswärts aus dem Hautmuskelblatte; diese Blase heisst die Schafhaut (amnion, *A m*) und der Hohlraum *(A m H)* derselben füllt sich nach und nach mit einer, von dem Hornblatte abgesonderten serösen Flüssigkeit — dem Fruchtwasser, welches den ganzen Embryo umgibt und zu seinem Schutze gegen äusseren Druck dient. Da das Hornblatt, welches unter der Eikapsel das ganze Ei umgibt, durch die sich aufwärts erhebende Falte des Haut-

Fig. 154.

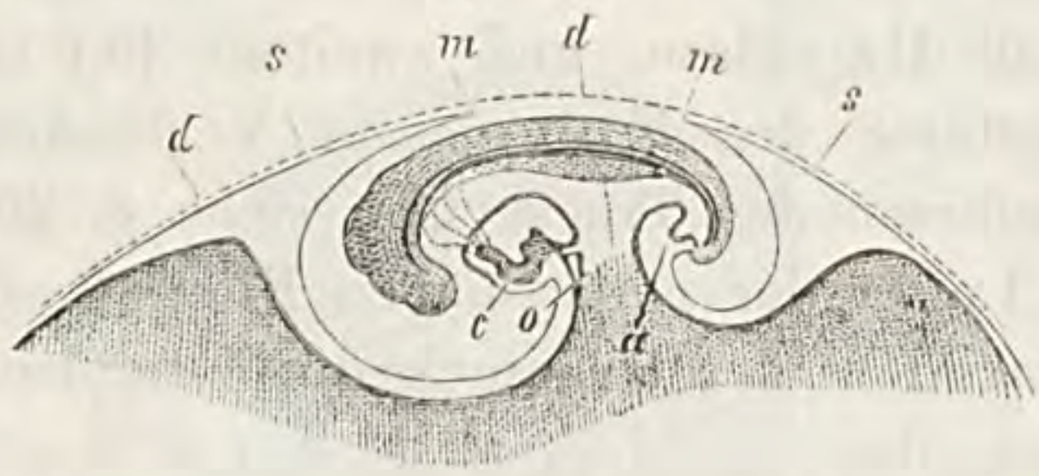
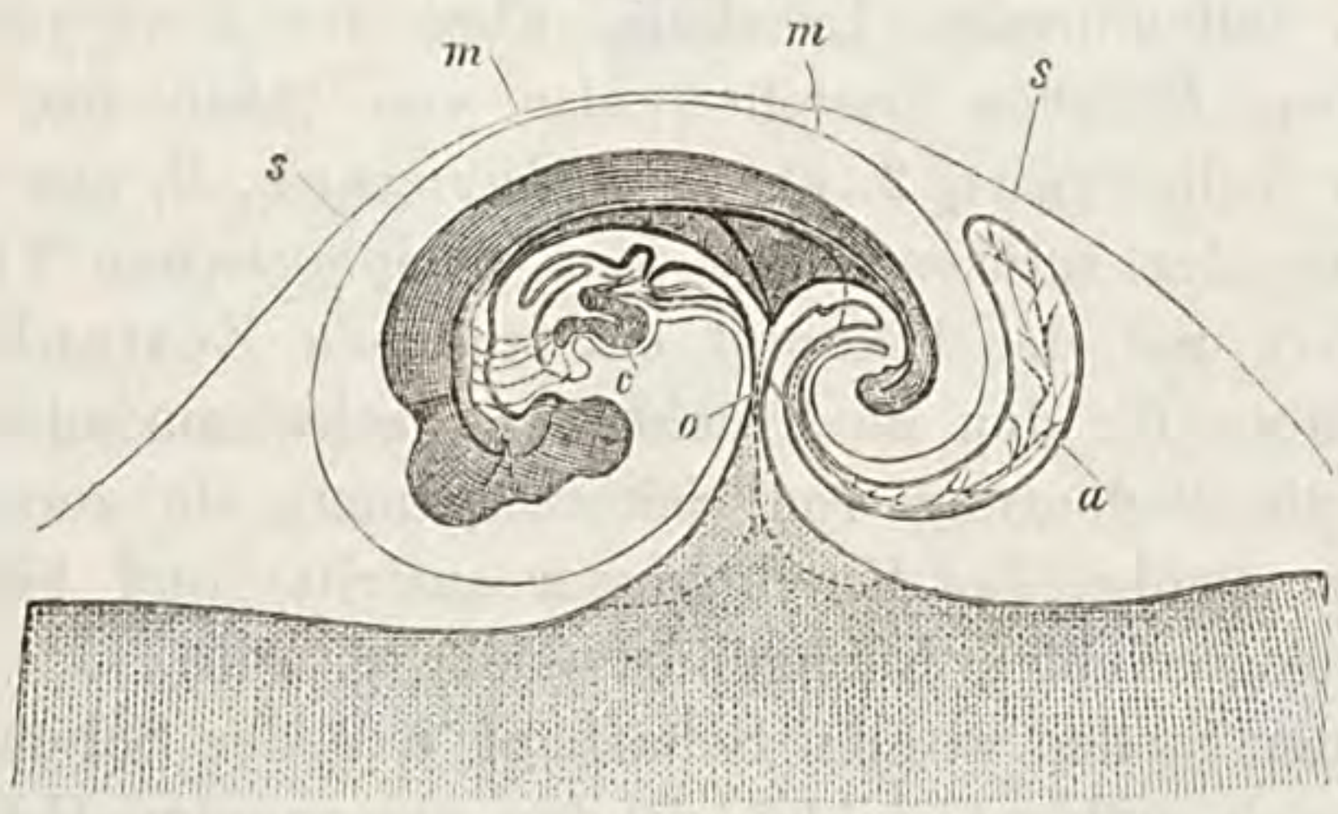


Fig. 155.



Hühnerembryonen aus den ersten Tagen der Entwicklung.
c Herz, *o* Darmdottergang, *m* Schafhaut, *s* seröse Hülle, *d* Eikapsel, *a* Harnsack (allantois).

muskelblattes bis zur Stelle, wo die Schafhautblase sich schliesst, eingestülpt wird, so muss letztere von dem peripherischen Theile des Hornblattes umgeben sein; dieser bildet also eine zweite Blase, welche als seröse Eihülle (Tafel XXVI, Fig. 1, *Hb* und Fig. 154 und 155 *s*) der Schafhaut anliegt. Die seröse Eihülle verwächst endlich mit der Eikapsel, die, nachdem sie ihren zottigen Belag empfangen hat, den Namen Zottenhaut (chorion frondosum) führt; die Zotten derselben treten in Verbindung mit den schlauchförmigen Drüsen, beziehungsweise mit den Warzen des Tragsackes, was später erörtert werden wird.

Nachdem die Schafhautblase sich gebildet hat, stülpt sich aus dem Hintertheile (dem späteren Mastdarme) der definitiven Leibeshöhle, zwischen dem Darmdottergange und dem Schwanzende des Embryos eine von dem Darmfaser- und dem Darmdrüsenblatte gebildete Blase aus (Fig. 154 und 155 *a*), welche in den Hohlraum zwischen der Schafhaut und der serösen Haut, beziehungsweise der Zottenhaut hineinwächst; diese Blase ist der Harnsack (allantois) und sie enthält eine harnähnliche Flüssigkeit (die Allantoisflüssigkeit). Der Harnsack hat eine doppelte Bestimmung: einmal dient er in der ersten Entwicklungsperiode dem Embryo als Harnblase, und zweitens hat er die Aufgabe, die Nabelblutgefässe des Embryos in Verbindung zu bringen mit den Blutgefässen des Tragsackes (siehe §. 261); er ist also gleichsam der Leiter der embryonalen Blutgefässe zur Blutbahn der Mutter. Nachdem der Harnsack die Zottenhaut erreicht hat, verwächst er mit ihr.

Die durch des Embryos Senkung in die Dottermasse und die durch faltenförmige Erhebung über des Embryos Rücken entstandenen Eihüllen bestehen also von innen nach aussen: 1. aus der Schafhaut, 2. aus dem Harnsack, 3. aus der durch Vereinigung der serösen Haut (des peripherischen Theiles des Hornblattes) und der Eikapsel entstandenen Zottenhaut. Die Eihäute haben für den im Fruchtwasser schwimmenden Embryo lediglich die Bedeutung von Schutzorganen; sie zerreissen bei der Geburt (wobei das Fruchtwasser austritt) und bilden einen Theil der sogenannten Nachgeburt (siehe §. 265).

An der Stelle, wo die Schafhaut aus der Seitenwand des Embryos sich umbiegt, bildet sie den sogenannten Hautnabel, welcher den Darmdottergang und den Harnsack umschliesst.

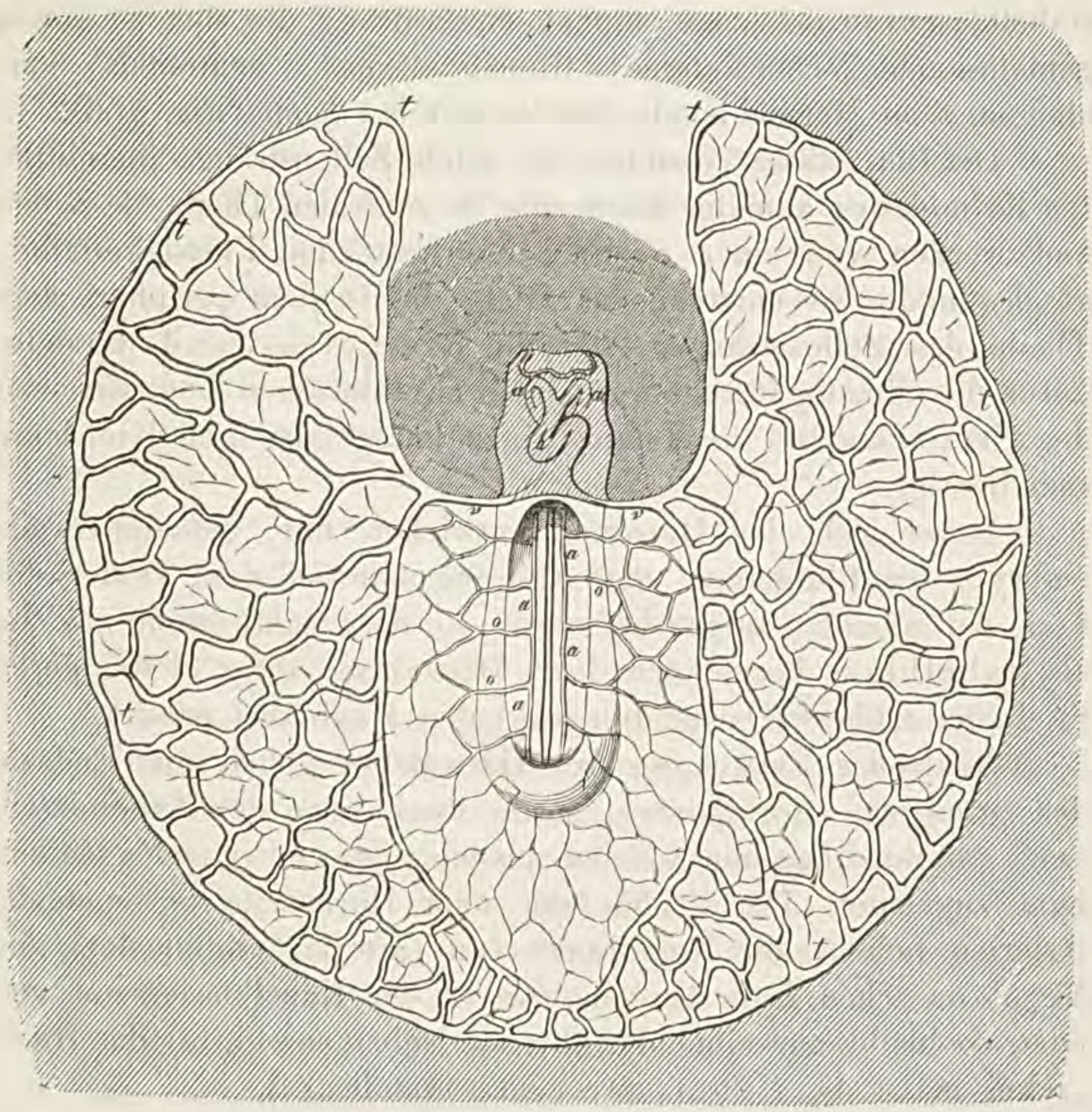
Nachdem sich der Harnsack und der Hautnabel gebildet hat, bezeichnet man die durch den Darmdottergang mit der primären Leibeshöhle verbundene Dotter- oder Keimblase — als Nabelblase.

§. 261. *Die Anlage der Blutgefässe und der embryonale Blutkreislauf.*

Das Herz (Tafel XXV, Fig. 6 *Hz*) entwickelt sich in der Herzhöhle *(Hh)*, d. h. in dem Raume, der durch das Auseinanderweichen des Hautmuskel- und Darmfaserblattes am Kopftheile

des Embryos entsteht (Tafel XXV, Fig. 5 *Hh*). Da sich der Kopftheil des Embryos nach abwärts krümmt, so umschliesst er das vordere Ende der definitiven Leibeshöhle, welches die spätere Brusthöhle umfasst. An dem Darmfaserblatte der unteren

Fig. 156.



Schema des Fruchthofkreislaufes (Ansicht von der Bauchseite des Embryos).
h Herz, *a* primitive Aorten, *o* Nabelblasen, *t* Grenzvene des Fruchthofes, *v* Nabelblasenvenen.

Wand des Vordertheiles der Leibeshöhle entsteht eine in die Herzhöhle vorragende Anschwellung, die sich zum schlauchförmigen Herzen entwickelt, in dem sich erst später die Scheidewände der Kammern und Vorkammern bilden. Der Herzschlauch krümmt sich S-förmig; aus dem vorderen Ende der Krümmung gehen die beiden primitiven Aorten hervor, die sich nach hinten umbiegen und zu beiden Seiten der Wirbelsaite bis zum Schwanz-

ende des Embryos verlaufen. Aus dem Rumpftheile der primitiven Aorten entspringen beiderseits mehrere Aeste (die Nabelblasenarterien, arteriae omphalo-meseraicae), welche sich in dem ganzen Bereiche des Fruchthofes verzweigen; an der Grenze desselben entsteht aus dem Haargefässnetze die Grenzvene (vena terminalis), welche das venöse Blut sammelt und es durch die beiden Nabelblasenvenen (venae omphalo-meseraicae), die sich zu einem gemeinsamen Venenstamme (truncus venosus communis) vereinigen, dem Herzschlauche wieder zuführt (siehe Fig. 156).

Die Blutgefässe entstehen als solide Zellenstränge im mittleren Keimblatte; allmälig lösen sich im zentralen Theile die Zellen und werden von einer reichlicher auftretenden Flüssigkeit fortgeschwemmt; so entsteht das Blut, das in dem peripherischen Theile des Zellenstranges, der die Blutgefässwand darstellt, durch die allmälig stärker werdenden rhythmischen Kontraktionen des Herzschlauches im anfangs noch unregelmässigen Kreislaufe sich bewegt.

Bevor sich der Harnsack entwickelt hat, entnehmen die embryonalen Blutgefässe das Nahrungsmaterial dem Dotter des Eies, der allmälig aufgezehrt wird, so dass schliesslich nur die als Nabelblase bezeichnete leere Dotterblase übrig bleibt, deren Stiel (der frühere Darmdottergang) den Hautnabel passirt.

Nach der Entstehung des Harnsackes gehen die Endäste des primitiven Aortapaares, sowie zwei Aeste der Nabelblasenvene auf ihn über und werden zunächst der embryonalen Zottenhaut zugeleitet. Die beiden mit dem Harnsacke verbundenen Arterien heissen die Nabelarterien (arteriae umbilicales), die Vene (da schon früh der eine Zweig der Nabelblasenvene verödet, so bleibt nur eine blutführende Nabelvene übrig) des Harnsackes heisst die Nabelvene (vena umbilicalis).

Der Stiel der Nabelblase (der frühere Darmdottergang) mit den Nabelblasengefässen, und der Stiel des Harnsackes (urachus) mit den Nabelgefässen, welche Gebilde durch gallertiges Bindegewebe (der sogenannten Wharton'schen Sulze) verbunden sind, bilden zusammen den Nabelstrang (funiculus umbilicalis), der durch den Nabel (umbilicus) in die Bauchhöhle tritt; der Nabel ist begrenzt von dem Theile des Hautmuskelblattes, der sich nach aufwärts in die Schafhaut fortsetzt.

Nachdem der Harnsack die Zottenhaut des Embryos erreicht hat und mit ihm verwachsen ist, senken sich an bestimmten

Stellen die Zotten der Zottenhaut in die schlauchförmigen Drüsen (Schleimbälge) des Tragsackes. Bei der Stute und der Sau bilden sich diese Drüsen im trächtigen Tragsacke neu, zwischen den gewöhnlichen Tragsackdrüsen (Ercolani). Die Wiederkäuer besitzen aber auch im nicht-trächtigen Tragsacke schlauchförmige Schleimbälge, die besonders zahlreich stehen auf der Kuppe der Tragsackwarzen. Bei der Stute und der Sau findet die Verbindung der embryonalen Zottenhaut mit den Schleimbälgen des Tragsackes an zahlreichen Stellen im ganzen Umfange der Zottenhaut statt; bei den Wiederkäuern dagegen hängt die Zottenhaut des Embryos nur mit den Tragsackwarzen zusammen, die sich während der Trächtigkeit vergrössern und deren Schleimbälge die embryonalen Zotten aufnehmen. An den Stellen, wo die Zottenhaut nicht in Verbindung tritt mit dem Tragsacke, bilden sich die Zotten zurück; die übrigen Zotten aber empfangen zahlreiche Aeste der vom Harnsacke der Zottenhaut zugeführten Nabelgefässe, deren Blut in endosmotischen Verkehr tritt mit dem Blute der Mutter, welches die, die embryonalen Zotten umgebenden Schleimbälge umkreist. Ein direkter Verkehr, beziehungsweise ein Ueberfliessen des Blutes aus der Blutbahn der Mutter in die Blutbahn des Embryos, findet nicht statt.

Sobald die Verbindung der embryonalen Zottenhaut mit dem Tragsacke, und der endosmotische Blutverkehr zwischen Mutter und Frucht eingetreten ist, veröden die Blutgefässe der Nabelblase; die Nabelgefässe leiten dann allein das zu- und abfliessende Blut des Embryos und führen ihm atmosphärischen Sauerstoff und Nahrung zu, während sie die im embryonalen Stoffwechsel erzeugten Zersetzungsstoffe und die Kohlensäure abführen.

Die hier behandelten landwirthschaftlichen Haussäugethiere besitzen keinen eigentlichen Mutterkuchen (placenta), wie er den Fleischfressern und dem Menschen eigenthümlich ist. Doch kann man im weiteren Sinne immerhin die zahlreichen Verbindungen zwischen embryonaler Zottenhaut und Tragsack, beziehungsweise Tragsackwarzen, als eben so viele Mutterkuchen bezeichnen.

Nach Ercolani*) findet während der Tragezeit der Säugethiere und des menschlichen Weibes die Bildung neuer drüsiger Organe im Tragsacke statt, in deren Hohlraum die Zotten der embryonalen Zottenhaut sich einsenken. Diese Organe sondern die sogenannte Uterinmilch ab, welche von den, gleichsam die Wurzeln einer Pflanze darstellenden Zotten der embryonalen Zottenhaut aufgesogen

*) Zitirt nach österr. Vierteljahresschr. f. wiss. Veterinärk. XXIX, Anal. 85.

und durch die Nabelvene dem Blutkreislaufe des Embryos zugeführt wird. Nach Ercolani ist es allein die Uterinmilch, welche in ähnlicher Weise den Embryo ernährt, wie die Eutermilch der Mutter den Säugling.

Die von dem trächtigen Tragsacke abgesonderte Milch („Uterinmilch") hat nach der Untersuchung von A. Gamgee*) ein spezifisches Gewicht von 1033, eine alkalische Reaktion und die folgende Zusammensetzung:

Wasser	879·10
feste Theile	120·90
Eiweiss mit Zellen	104·00
Alkalinische Albuminate	1·60
Fett	12·33
anorganische Substanz	3·74

Die Uterinmilch unterscheidet sich hauptsächlich durch Mangel an Käsestoff und Zucker von der Eutermilch.

§. 262. *Der Aufbau des Embryos.*

(Hierzu Tafel XXVI.)

Die drei Keimblätter des Embryos unterscheiden sich durch verschiedenartige Zellen. Das äussere Keimblatt besitzt kleinere und dunklere Zellen als das mittlere Keimblatt, die in beiden mehrfach geschichtet sind. Das innere Keimblatt besteht aus einer einfachen Schicht kleiner länglicher Zellen. Sämmtliche Zellen der Keimblätter enthalten einen Kern und ein körniges Protoplasma. Die ersten Entwicklungsstadien der Keimblätter zeigen die Figuren 157 und 158, welche Querschnitte darstellen durch die Körper von Hühnerembryonen vom zweiten und dritten Tage der Bebrütung. In Fig. 157 ist die Primitivrinne noch offen, in Fig. 158 hat sie sich bereits zum Medullarrohre geschlossen, das später den Zentralkanal des Rückenmarkes und des verlängerten Markes bildet, der sich in letzterem zum vierten Ventrikel erweitert.

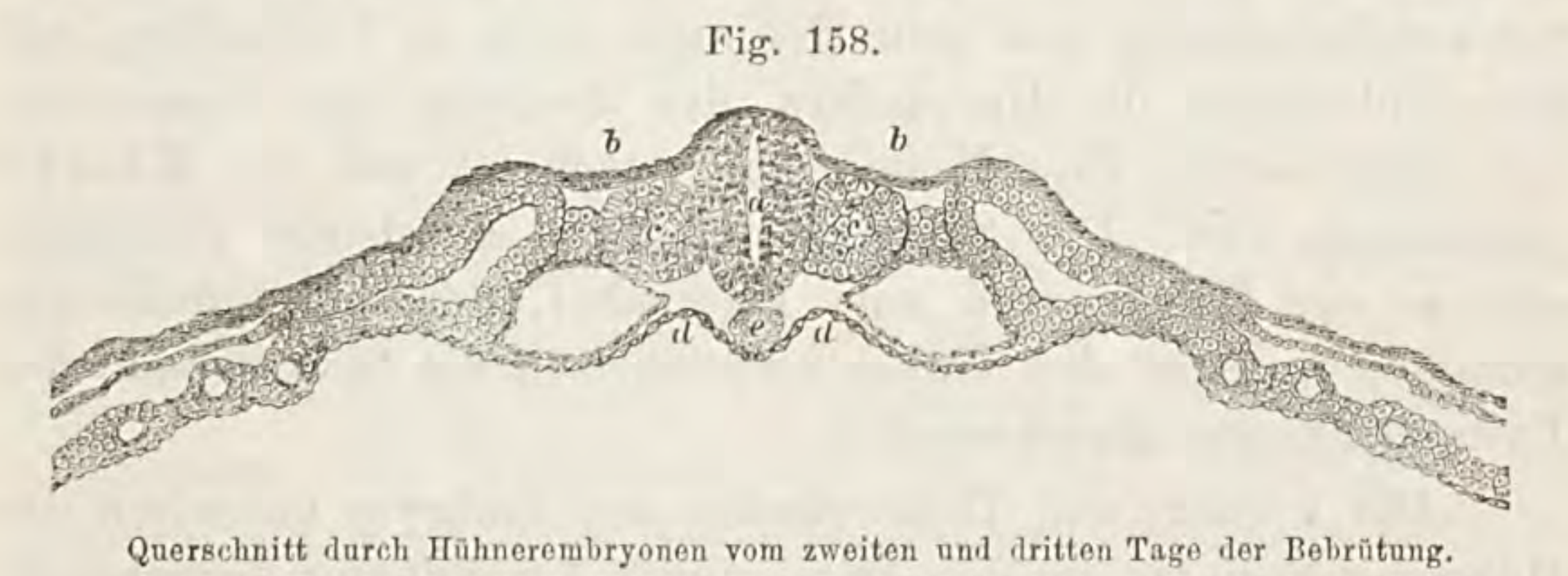
Unter der Primitivrinne, beziehungsweise dem Medullarrohre liegt die aus kleinen rundlichen Zellen bestehende Wirbelsaite, welche in Fig. 157 zu beiden Seiten von den Urwirbeln begrenzt erscheint; diese zeigen sich in Fig. 158 aufwärts gerückt und sie liegen beiderseits dem Medullarrohre an. Lateralwärts der Urwirbel erscheinen rundliche Zellenhaufen (die Anlage der Urnieren), an

*) Zitirt nach Weiss, Physiol. d. Haussäugethiere S. 494.

deren äusseren Umfang die beiden Blätter des mittleren Keimblattes grenzen, von denen das obere (das Hautmuskelblatt) mit dem Hornblatte, das untere (das Darmfaserblatt) mit dem unteren Keimblatte (dem Darmdrüsenblatte) verbunden ist. Unter den Urwirbeln und der Urnierenanlage zeigen sich in Fig. 158 die beiden primitiven Aorten, die sich später (siehe Tafel XXVI, *A o*) zu einem einzigen Aortenstamme vereinigen, der unter der Wirbelsaite zu liegen kommt; lateralwärts der gemeinsamen Aorta und der Wirbelsaite liegen die beiden Kardinalvenen (siehe §. 264). Gerade unter der gemeinsamen Aorta verlängert sich das Darm-

Fig. 157.

Fig. 158.



Querschnitt durch Hühnerembryonen vom zweiten und dritten Tage der Bebrütung.
a Primitivrinne und Medularrohr, *b* äusseres Keimblatt (Hornblatt), *c* Urwirbel, *d* inneres Keimblatt (Darmdrüsenblatt), *e* Wirbelsaite (chorda dorsalis).

faserblatt; es umschliesst mit dem ihm verbundenen Darmdrüsenblatte die Dotterhöhle oder die primäre Leibeshöhle (Tafel XXVI, Fig. 1, *D h*), die sich später zur Darmhöhle (Tafel XXVI, Fig. 2, *D h*), abschliesst. Dieser Abschluss erfolgt bei den Säugethierembryonen verhältnissmässig viel früher als bei den Vogelembryonen, denen die viel grössere Dottermasse (der Nahrungsdotter) bis kurz vor dem Ausschlüpfen zur Nahrung dient. Die Dottermasse (Bildungsdotter) der Säugethierembryonen ist schon nach wenigen Tagen der Entwicklung aufgezehrt. Die stielartige Verlängerung des Darmfaserblattes, welche die Verbindung mit den zentralen Theilen des Embryos erhält, ist das Gekröse (Tafel XXVI, *G*).

In der Nabelgegend, zu beiden Seiten des Gekröses, entwickeln sich aus der Zentralmasse des mittleren Keimblattes die Urnieren (Tafel XXVI, *Un*), die in den als definitive Leibeshöhle bezeichneten Hohlraum vorragen; die Urnieren werden später begrenzt von dem Keimepithele, aus welchem die Geschlechtsdrüse entsteht.

Die definitive Leibeshöhle bildet sich, wie wir aus der früheren Beschreibung wissen, durch das Auseinanderweichen des Hautmuskelblattes und des Darmfaserblattes; sie erhält ihre seitliche Ausdehnung durch die stärkere Krümmung des mit dem Hornblatte verbundenen Hautmuskelblattes. Die Leibeshöhle vereinigt die spätere Brusthöhle und die Bauchhöhle, weshalb sie auch Pleuroperitonealhöhle genannt wird; sie grenzt vorn an die Kopfkrümmung und liegt hier über der Herzhöhle; sie umfasst den Vorderdarm. Der Mitteldarm liegt in der Nabelgegend und er steht mittelst des Darmnabels in Verbindung mit der Dotter- oder Nabelblase. Der Hinterdarm grenzt hinten an die Schwanzkrümmung und sein Hohlraum steht in Verbindung mit dem Hohlraume des Harnsackes, der demnach als Aussackung des Hinterdarmes (des Mastdarmes) erscheint und als Kloake bezeichnet wird. Die Seitenwände der Leibeshöhle verengern sich in der Nabelgegend zum Hautnabel, der den Nabelstrang umfasst; ringsum den Nabel verschmelzen die Seitenwände der Leibeshöhle zur Bauchwand.

Die Vorder- und Hinterglieder des Embryos entstehen (im Hühnerembryo am fünften Tage) durch Ausstülpung, beziehungsweise durch Faltenbildung, aus der Seitenwand der Leibeshöhle (Tafel XXVI, Fig. 2, *E*).

Tafel XXVI enthält die Querschnitte eines Hühnerembryos, und zwar in Fig. 1 von der Nabelgegend eines viertägigen, in Fig. 2 von der Beckengegend eines fünftägigen Embryos. Die Farben der Gebilde entsprechen den in §. 259 bezeichneten Farben der vier Keimblätter, aus welchen sie entstanden sind. Die Buchstaben in beiden Figuren haben folgende Bedeutung: *Mr* Medullarrohr, *Ch* Wirbelsaite, *Ub* Urwirbelblatt, *W* Wirbel (Fig. 2), *Sb* Seitenblatt, *Mb* Muskelblatt, *Hmb* Hautmuskelblatt, *PB* primäre Bauchwand, *Dfb* Darmfaserblatt, *Ddb* Darmdrüsenblatt, *Dh* Darmhöhle, *Lb* Leibeshöhle, *G* Gekröse, *Bw* Bauchwand (Fig. 2), *E* Hinterglied (Fig. 2), *Un* Urniere, umgeben vom Keimepithel, *Ung* Urnierengang (Fig. 2), *Ao* Aorta, *Cv* Kardinalvene, *Am* Schafhaut (Fig. 1), *Amh* Schafhauthöhle (Fig. 1), *Hb* Hornblatt, *Al* Harnsackstiel (Fig. 2).

§. 263. *Die Organbildung des Fötus.**)

Nachdem wir im vorhergehenden Paragraphen die Entstehung der dem Wirbelthiere eigenthümlichen Körperform verfolgt haben, wollen wir nun die Entwicklung der wichtigsten Organe kennen lernen.

An Stelle der Knochen besitzt der Embryo nur Knorpel, d. h. sämmtliche Skeletknochen, mit alleiniger Ausnahme der Deckknochen des Schädels (welche aus Häuten entstehen), sind knorpelig vorgebildet. Die Muskeln, welche die Knochen umgeben, sowie die Lederhaut entstehen gleichzeitig mit den Knochen aus dem mittleren Keimblatte.

Die Entwicklung des **Knorpels** beginnt an der Wirbelsäule, wo die dem mittleren Keimblatte angehörenden Urwirbelblätter in eine Reihe viereckiger Körperchen zerfallen — die Urwirbel. Aus der oberen Schicht derselben entwickeln sich die längs der Wirbelsäule verlaufenden Muskeln, aus der unteren Schicht die knorpeligen Wirbelkörper und die Rückenmarknerven; aus den Wirbelkörpern entstehen die oberen Wirbelbögen, welche den Rückenmarkkanal umwachsen, und die unteren Wirbelbögen (Rippen), welche am vorderen und hinteren Theile der Wirbelsäule unvollständig bleiben, am Brusttheile aber die Brusthöhle umspannen. Die Wirbelsaite wird von den Wirbelkörpern umwachsen und stellt deren Axe dar. Aus dem vordersten Ende der Urwirbelblätter entsteht die Schädelbasis, deren Knorpel später durch die knöchernen Schädelwirbel ersetzt wird. Die Gesichtknochen entwickeln sich mit den zugehörigen Weichtheilen aus den sogenannten Schlundbögen, deren Entstehung unten erklärt wird. Die Gliederknorpel entstehen inmitten der, aus der Seitenwand der Leibeshöhle (aus dem Hautmuskelblatte) auswachsenden Gliederstümpfe. Die Verknöcherung beginnt überall im zweiten Drittel der Tragezeit; zuerst verknöchert der Unterkiefer, zuletzt die Wirbelsäule.

---

*) Der Embryo erhält den Namen „Fötus", nachdem sein Körper vollständig angelegt und der Abschluss der Leibeshöhle bis auf die Nabelöffnung vollendet ist. Die Worte Embryo (von ἔμβρυον) und Fötus (von fetus) haben die gleiche Bedeutung: sie bezeichnen die ungeborene Leibesfrucht, fetus auch die Frucht schlechtweg. Statt Fötus sollte man richtiger Fetus schreiben.

Die **Anlage des Hirnes** geschieht im vorderen, nach abwärts gekrümmten Ende des Medullarrohres, das sich schon früh in drei Blasen abtheilt. Aus der primären Vorderhirnblase bildet sich das Vorderhirn (die Grundlage des Grosshirnes, der Streifenkörper und des Balkens) und das Zwischenhirn (die Grundlage der Sehhügel und der Wandungen des dritten Ventrikels). Aus der primären Mittelhirnblase entstehen die Vierhügel und die Höhlung der Sylvi'schen Wasserleitung. Die primäre Hinterhirnblase wird zum vierten Ventrikel und zu den ihn umgebenden Hirntheilen; durch eine Knickung der Hinterhirnblase bildet sich eine vordere Abtheilung (Hinterhirn) als Grundlage für das Kleinhirn, und eine hintere Abtheilung (Nachhirn) als Grundlage für das verlängerte Mark; durch Verdickung jenes Knickes entsteht der Hirnknoten.

Das Rückenmark entwickelt sich aus der Umgebung des Medullarrohres, das inmitten des Rückenmarkes als Zentralkanal bestehen bleibt.

Die höheren **Sinnesorgane** entwickeln sich aus Ausstülpungen des Hirnes, denen Einstülpungen des Hornblattes entgegenwachsen. Die Entwicklung des Auges beginnt mit der Ausstülpung der Sehnerven aus den Sehhügeln; dieser Ausstülpung entgegen wächst die Linse, als Einstülpung des Hornblattes; der Theil des Sehnerven, der durch die Linse eingestülpt wird und sie kapselförmig umgibt, ist die Nervenhaut des Auges. Das Ohr entsteht durch die Ausstülpung der Gehörnerven aus der primären Hinterhirnblase; dieser Ausstülpung entgegen wächst das Gehörbläschen, als Einstülpung des Hornblattes, welches sich zu den Organen des inneren Ohres entwickelt. Das Geruchorgan bildet sich durch Ausstülpung der Geruchnerven aus der primären Vorderhirnblase und durch Einstülpung des Hornblattes, wodurch das Geruchsepithel entsteht.

Die **Anlage des Verdauungskanales** beginnt mit dem primären Darmrohre, das als eine in der Leibeshöhle am Gekröse aufgehängte Falte des Darmfaser- und des Darmdrüsenblattes erscheint. Durch eine Erweiterung des vor dem Nabel gelegenen Darmtheiles entsteht der Magen, durch dessen Senkung in der linken Bauchhöhle die Krümmung des Gallendarmes sich bildet; durch Ausbuchtungen des mittleren Darmtheiles entstehen die Windungen des Dünndarmes. Die hintere Darmöffnung bildet sich, indem der als Kloake bezeichnete Endtheil des Darmes,

der mit dem Harnsacke in Verbindung steht, in eine entgegenwachsende Einstülpung des Hornblattes durchbricht; später entsteht zwischen der Darmöffnung und dem Darmende des Harnsackes eine Scheidewand — der Damm.

Der vordere Durchbruch des Darmes, beziehungsweise die Bildung der Maulhöhle, erfordert eine besondere Erörterung.

Aus dem hinteren oberen Umfange des Herzens entstehen zu der Zeit, wo die beiden primitiven Aorten sich zu einem Stamme vereinigt haben, drei paarige Aortenbögen und später noch ein vierter, welche im Hautmuskelblatte gegen das Kopfende des Embryos aufsteigen; der vorderste oder oberste Aortenbogen liegt unter der primären Vorderhirnblase. An den Stellen, wo die Aortenbögen verlaufen, verdickt sich die äussere Bedeckung derselben; zwischen den Aortenbögen aber bricht der Vorderdarm nach aussen durch und das Darmdrüsenblatt überzieht die Spalte; man bezeichnet die verdickten Stellen der Aortenbögen als Schlundbögen und die Spalten zwischen denselben als Schlundspalten.

Der erste (vorderste oder oberste) Schlundbogen enthält nach Brücke die Anlage für den Hammer und den Amboss, und ausserdem die Anlage für den Ober- und den Unterkiefer. Er spaltet sich in seinem vorderen Theile in ein oberes und unteres Stück; jenes ist die Anlage für den Oberkiefer und die Gesichtsknochen, dieses die Anlage für den Unterkiefer und die Zunge; zwischen beiden bleibt die Maulspalte offen. Der zweite Schlundbogen enthält die Anlage für den Steigbügel, für den Griffelfortsatz und die hinteren Aeste des Zungenbeines. Der dritte Schlundbogen bildet sich um zu den vorderen Aesten und dem Körper des Zungenbeines. Der vierte Schlundbogen verwächst mit der Haut des Halses. Mit der Umwandlung der Schlundbögen schliessen sich die Schlundspalten, das Hautsystem vereinigt sich nach vorn (unten) und so bildet sich die ganze Gegend des Halses. In ähnlicher Weise schliesst sich die Wand der Brusthöhle unter dem Herzen (Brücke).

Aus dem Vorderdarme entstehen durch Ausstülpung seiner Vorderwand — die Lungen, und zwar bilden sich zuerst die Bronchien und die Luftröhre, später erst die Lungenbläschen. Ebenfalls durch Ausstülpungen des Vorderdarmes entstehen die Speicheldrüsen in der Maulhöhle und die Bauchspeicheldrüse, ferner die Schilddrüse und die Brustdrüse (thymus).

Aus dem Mitteldarme entstehen schon früh zwei hohle zapfenförmige Auswüchse — die primitiven Lebergänge, welche zahlreiche zylinderförmige Aeste abgeben, die sich netzartig unter einander verbinden und sich später verdicken zu soliden, aus Zellen bestehenden Massen — den Leberläppchen. Noch später, etwa gegen Ende des ersten Drittels des embryonalen Lebens, bilden sich durch Aufsaugung der Lebermasse die Gallengänge.

Auch die Milz entwickelt sich aus dem Mitteldarme.

Die Entwicklung der **Harn- und Zeugungsorgane** beginnt mit der Bildung des Harnsackes, der sich aus dem später zum Mastdarme sich entwickelnden Theile des Hinterdarmes ausstülpt. Gegen Ende des ersten Viertels des embryonalen Lebens scheidet sich der Stiel des Harnsackes (der vom Mastdarme zum Nabel verlaufende Theil) in zwei Theile: der mit dem Mastdarme verbundene spindelförmige Theil wird zur Harnblase, der Theil zwischen Harnblase und Nabel verödet und bildet den Harnstrang (urachus) oder das mittlere Aufhängeband der Harnblase (lig. vesicae medium).

In dem Raume, wo der Harnsack in den Mastdarm sich öffnet (die sogenannte Kloake) münden die Ausführungsgänge zweier, neben der Wirbelsäule liegender Drüsen — der Urnieren (Wolff'scher Körper), welche in den Harnsack den Harn absondern; die Ausführungsgänge der Urniere werden später beim männlichen Thiere zum Samenleiter, beim weiblichen Thiere zu den Gartner'schen Gängen (siehe Fig. 146 *h* und §. 252). Die bleibenden Nieren entwickeln sich später oberhalb der Urniere. An dem medialen Umfange der Urniere entstehen aus einer Verdickung ihres Epitheles (des Keimepitheles) die Geschlechtsdrüsen; auf der vorderen Fläche der Urniere bildet sich ein feiner weisser Faden (der Müller'sche Faden), der später hohl wird. Aus den Geschlechtsdrüsen entwickeln sich später die Hoden, oder die Eierstöcke; ein Rest der Urnieren bleibt als Nebenhoden, oder Nebeneierstock bestehen. Die Müller'schen Fäden beider Seiten treten in ihrem Verlaufe nach hinten-unten zu einem gemeinschaftlichen Gange zusammen, der zwischen den Ausführungsgängen der Urnieren in die Kloake mündet. Der Theil des Müller'schen Fadens, der mit der Urniere verbunden ist, wird später beim weiblichen Thiere zum Eileiter; beim männlichen Thiere erhält sich davon nur ein gestieltes Bläschen

(die Morgagni'sche Hydatide) zwischen dem Nebenhoden und dem Samenleiter. An der Stelle, wo sich die beiden Müller'schen Fäden vereinigen, bildet sich beim weiblichen Thiere der Tragsack und die Scheide, beim männlichen Thiere die Vorsteherdrüse und das mittlere Samenbläschen (der sogenannte männliche Uterus).

Am unteren äusseren Umfange der fötalen Kloake, in welche der Hinterdarm und die Ausführungsgänge der Harn- und Geschlechtsorgane gemeinsam münden, bildet sich das Geschlechtsglied, das am unteren Umfange eine Rinne trägt und beiderseits in die, die Kloake umgebenden Geschlechtsfalten übergeht. Bei weiterer Entwicklung wird bei den Säugethieren die Kloake durch eine horizontal verlaufende Scheidewand getrennt, wodurch eine untere Abtheilung: die Harn- und Geschlechtsbucht (sinus urogenitalis) und eine obere Abtheilung: der Mastdarm entsteht. Das Geschlechtsglied wird entweder zur Ruthe, oder zum Kitzler; aus den Geschlechtsfalten bilden sich beim männlichen Thiere die Hodenfalten (welche sich in der Medianlinie später zum Hodensacke vereinigen), beim weiblichen Thiere die Schamlippen. Bei dem männlichen Thiere schliesst sich die untere Rinne der Ruthe; letztere umfasst die Geschlechtsbucht, welche inmitten der Ruthe den gemeinschaftlichen Kanal für den Harn und den Samen bildet.

Die Hoden verlassen gegen Ende der fötalen Entwicklung die Bauchhöhle und sie senken sich durch den weiten Leistenkanal in den Hodensack; die Bauchfellfalte, welche die Hoden in der Bauchhöhle umgibt, wird durch die Senkung des Hodens in den Hodensack ausgestülpt und sie bildet dessen besondere Scheidenhaut; in gleicher Weise folgt die Querbinde des Bauches dem herabsteigenden Hodenpaare und sie bildet deren gemeinschaftliche Scheidenhaut.

Da die Entwicklung der Gewebe schon im ersten Abschnitte dieses Werkes behandelt ist, so dürfen wir an dieser Stelle davon absehen.

§. 264. *Der fötale Blutkreislauf (Nabelkreislauf).*

Nachdem sich der ursprünglich einfache Herzschlauch mit seinem unteren venösen Ende nach aufwärts gekrümmt hat, wodurch der arterielle Theil nach abwärts rückt und die S-Form des Herzens entsteht, kann man an demselben drei sich abwechselnd

kontrahirende Abtheilungen unterscheiden: den Venensack, die Kammer und die Aortenzwiebel. Später entsteht in der Längsaxe des Herzens eine Scheidewand, welche die Kammer vollständig in eine linke (arterielle) und eine rechte (venöse) Hälfte trennt, während in der Scheidewand des Venensackes (durch welche eine linke und eine rechte Vorkammer abgetheilt wird) eine Oeffnung bleibt — das eirunde Loch (foramen ovale). Aus der Aortenzwiebel entspringen die schon erwähnten Aortenbögen, welche paarweise in den Schlundbögen verlaufen; aus dem ersten (vorderen) Bogen entstehen die Drosselarterien; der zweite Aortenbogen bildet links den bleibenden Aortenbogen (der in die hintere Aorta übergeht), rechts die Armkopfarterie (truncus anonymus) und die rechte Achselarterie; die linke Hälfte des dritten Aortenbogens bildet die Lungenarterie, und ein Theil desselben verbindet diese mit der zur hinteren Aorta umgewandelten linken Hälfte des zweiten Aortenbogens; diese Verbindung zwischen der Lungenarterie und der hinteren Aorta ist der Botalli'sche Gang; die rechte Hälfte des dritten Aortenbogens schwindet.

Das Blut, welches anfangs aus dem Fruchthofe und der Nabelblase durch die Nabelblasenvenen zurückfliesst, wird durch den gemeinsamen Venengang (ductus venosus communis) in den Venensack des Herzens geführt; das Venenblut des embryonalen Körpers gelangt durch die beiden oberen und unteren Kardinalvenen in den Venensack des Herzens; aus der rechten oberen Kardinalvene entwickelt sich die vordere Hohlvene, die linke obere Kardinalvene verödet; aus den unteren Kardinalvenen entstehen: die unpaarige Vene (vena azygos), und die halbunpaarige Vene (vena hemiazygos). Die rechte Nabelblasenvene schwindet bald.

Nachdem der Harnsack mit der embryonalen Zottenhaut in Verbindung getreten ist, führen anfangs zwei Nabelvenen (von denen die rechte bald verödet) das in den Mutterkuchen mit Sauerstoff beladene Blut in den gemeinsamen Venengang. Aus letzterem entwickelt sich die hintere Hohlvene, welche das Blut aus dem Hinterkörper zum Herzen führt. Als Zweig der Nabelblasenvene entsteht die Mittelfellvene (vena mesenterica), welche das Blut aus dem Darme aufnimmt.

Die sogleich nach der Anlage des Herzens sich entwickelnde Leber umwächst die übrig gebliebene linke Nabelblasenvene und die übrig gebliebene linke Nabelvene, die in der Leber mit der

Nabelblasenvene in Verbindung tritt; ausserdem gibt letztere Aeste an die Leber ab. Nachdem die Nabelvene ihren Verbindungsast zur Nabelblasenvene in der Leber abgegeben hat, ergiesst sie sich gemeinschaftlich mit der hinteren Hohlvene in den gemeinschaftlichen Venengang, der nach kurzem Verlaufe in den Venensack des Herzens mündet. Das Stück der Nabelvene zwischen der Leber und dem gemeinschaftlichen Venengange wird der Aranzi'sche Gang (ductus venosus Arantii) genannt.

Das Stück der Nabelblasenvene, das nach Abzweigung der Leberäste dem Herzen zunächst liegt, schwindet vollständig, und ihr Blut ergiesst sich alsdann durch die Lebervenen in die hintere Hohlvene. Allmälig verödet auch der übrige Theil der Nabelblasenvene und ihr früher gebildeter Nebenast — die Mittelfellvene, tritt an ihre Stelle; sie führt das Blut aus den Darmvenen zur Leber, in welche sie als Pfortader eintritt. Die Leberäste der früheren Nabelblasenvene werden zu Aesten der Pfortader. Das durch die Pfortader in die Leber eintretende Blut der Mittelfellvene und das der Nabelvene wird durch die Lebervene der hinteren Hohlvene zugeführt.

Während des fötalen Lebens ist die Nabelvene das Hauptblutgefäss und die Pfortader erscheint als ihr Hauptast; nach der Geburt aber verödet die Nabelvene vollständig, und ihre Leberäste werden alsdann zu Nebenästen der Pfortader, der das Blut der Darmvenen mittelst der Mittelfellvene zugeführt wird.

Die beiden Nabelarterien veröden nach der Geburt ebenfalls, und sie bilden alsdann den Vordertheil der Seitenbänder der Harnblase (ligamenta vesicalia lateralia).

Der Nabelkreislauf geschieht nun in folgender Weise.

Die mit dem Harnsacke verbundene unpaare Nabelvene führt das in den sogenannten Mutterkuchen mit Sauerstoff beladene und hellroth gewordene Blut theils direkt durch den Aranzi'schen Gang, theils durch die in die hintere Hohlvene einmündenden Leberäste in den gemeinsamen Venengang der rechten Vorkammer des Herzens. Aus der rechten Vorkammer fliesst das Blut durch das eirunde Loch in die linke Vorkammer, von hier in die linke Kammer und in die vordere Aorta, aus welcher es die Drosselarterien in den Kopf, die Achselarterien in die Vorderglieder führen. Das mit Kohlensäure beladene und dunkelroth gewordene Blut dieser Theile gelangt durch die vordere Hohlvene in die rechte Vorkammer und in die rechte Kammer; von hier fliesst

das Blut durch die Lungenarterie kleinstentheils in die Lunge, grösstentheils aber durch den Botalli'schen Gang, welcher die Lungenarterie mit der hinteren Aorta verbindet, in letztere; das venöse Blut der Aorta gelangt endlich durch die beiden Darmbeinarterien in die ihre Fortsetzung bildenden Nabelarterien, die es den Mutterkuchen zuführen, in denen es seine Kohlensäure gegen den Sauerstoff des Mutterblutes austauscht und aus letzterem auf endosmotischem Wege Nahrungsmaterial empfängt. Die Nabelgefässe vermitteln also zugleich die Athmung und die Ernährung des Fötus, und sie führen dessen Zersetzungsprodukte ab.

§. 265. *Die Tragezeit und die Geburt.*

Die Tragezeit dauert bei grösseren Thieren verschiedener Art im Allgemeinen länger, als bei kleineren Thieren. Es dauert ferner die Entwicklung männlicher Thiere etwas länger, als die von weiblichen Thieren. Die Dauer der Trächtigkeit ist ausserdem abhängig von der Rasse, und zwar tragen frühreife Thiere kürzere Zeit als spätreife Thiere; die fötale Entwicklung der sogenannten Kulturrassen ist daher im Allgemeinen früher beendet, als die von sogenannten Naturrassen. Endlich tragen zum ersten Male trächtige, sowie wohlgenährte Thiere etwas längere Zeit.*)

*) Bei Schafen habe ich das Gegentheil beobachtet (siehe meine „Beitr. z. landw. Thierzucht" Leipzig 1871 S. 99); die mehrgebärenden Schafe meiner Schäferei (zu Pogarth in Preuss. Schlesien) trugen durchschnittlich um einen Tag länger, als die erstgebärenden Zutreter. Die Tragezeit meiner frühreifen Southdown-Merinoschafe war um drei bis vier Tage kürzer, als die meiner spätreifen Merinoschafe. Nach H. v. Nathusius tragen die reinblütigen Southdownschafe durchschnittlich um sechs Tage weniger als die reinblütigen Merinoschafe. Nach meiner Beobachtung tragen die Schafe den männlichen Fötus durchschnittlich um einen Tag länger, als den weiblichen Fötus. Zwillingsfrüchte werden von den Schafen etwas kürzere Zeit getragen als Einzelfrüchte.

Nach G. Wilhelm (Fühling's landw. Zeitg. 1869, S. 361 und 461) tragen durchschnittlich: Lavantthaler Kühe 289·9 Tage, Ungarische Kühe 285·8 Tage, Shorthorn Kühe 282 Tage, Holländer Kühe 277·6 Tage; die durchschnittliche Tragezeit aus den 262 von Wilhelm beobachteten Fällen betrug 282·7 Tage. Bei Schafen beobachtete Wilhelm eine durchschnittliche Tragezeit (in 193 Fällen) von 147·2 Tagen, und zwar bei Merinos 148·7 Tage, bei Southdowns 145·7 Tage, bei Kreuzungen von Southdowns und ungarischen Bauernschafen 146·8 Tage. Auch Wilhelm's Beobachtungen ergaben (gegenüber dem Durchschnitte) eine etwas längere Tragezeit für Bocklämmer und eine etwas kürzere Tragezeit für Zwillingslämmer.

Die mittlere Tragezeit dauert:

bei Pferdestuten: $48^1/_2$ Wochen oder 340 Tage; die Extreme*) liegen zwischen 307 und 419 Tagen;

bei Eselsstuten ist die Trächtigkeitsdauer gewöhnlich etwas länger als bei Pferdestuten;

bei Kühen: $40^1/_2$ Wochen oder 285 Tage; die Extreme liegen zwischen 210 und 331 Tagen;**)

bei Schafen und Ziegen: fast 22 Wochen oder 150 Tage; die Extreme liegen zwischen 139 und 161 Tagen;

bei Säuen: etwa 17 Wochen oder 120 Tage; die Extreme liegen zwischen 109 und 133 Tagen.

Der Beginn der Trächtigkeit ist gewöhnlich daran zu erkennen, dass nach einer fruchtbaren Paarung die Brunst nicht wiederkehrt und das männliche Thier zur Paarung nicht mehr zugelassen wird. In der ersten Hälfte der Trächtigkeit ist das Dasein einer Frucht schwer festzustellen. Dagegen bietet die zweite Hälfte der Tragezeit mehrere Kennzeichen: der Bauch ist ausser der Futterzeit stärker gewölbt; in der rechten Flanke und am Bauche vor dem Euter kann die Lage des Fötus und dessen Bewegung gefühlt werden; der Herzschlag des Fötus ist durch das angelegte Ohr, oder durch ein Hörrohr an der vor dem Euter gelegenen Bauchwand wahrzunehmen. Gegen das Ende der Tragezeit bewegen sich die trächtigen Thiere schwerfälliger, die Athmung wird erschwert, die Lende sinkt etwas ein, die Schamlippen erschlaffen und die Scheidenöffnung erweitert sich; endlich schwillt das Euter an.

Wenn der Fötus seine Entwicklung im Tragsacke vollendet und einen bestimmten Umfang erreicht hat, so wirkt er durch diesen reizend auf die Wände des Tragsackes, die Muskelfasern des letzteren ziehen sich zusammen und treiben den Fötus durch den sich öffnenden Tragsackmund in die Scheide. Damit beginnt die Geburt.

---

*) Ich theile hier nur die Extreme mit, die mir durch glaubwürdige Schriften und aus eigener Erfahrung bekannt sind.

**) Durch eine briefliche Mittheilung des Freiherrn Krafft v. Crailsheim in Oberbaiern erfahre ich, dass eine seiner Kühe 1 Jahr und 6 Tage getragen hatte. Das Kalb mit Wasserkopf und sehr stark entwickelten Knochen musste zerstückelt herausgebracht werden und konnte nach der Angabe des genannten Herrn erst zwei bis drei Tage vorher gestorben sein. Die Kuh blieb am Leben.

Die Verkürzung der Tragsackmuskeln sind dem Thiere mehr oder weniger schmerzhaft; die durch die austreibende Thätigkeit der Tragsackmuskeln bedingten Empfindungen werden Wehen (dolores) genannt, und man unterscheidet vorbereitende, austreibende und Nach-Wehen.

Während der vorbereitenden Wehen wird der Tragsackmund durch die blasenförmig vorgetriebenen, mit Fruchtwasser erfüllten Eihäute geöffnet. Gewöhnlich treten mit der Eihautblase der Kopf und die Vorderfüsse des Fötus in den Tragsackmund. Durch die fortdauernde Verkürzung der Tragsackmuskeln kommt die Eihautblase zum Platzen, das Fruchtwasser fliesst ab und Kopf und Vorderfüsse des Fötus passiren den Tragsackmund; damit beginnen die austreibenden Wehen, welche den Fötus in die Scheide treiben und durch die weitklaffenden Schamlippen zu Tage fördern. Die landwirthschaftlichen Hausthiere gebären gewöhnlich stehend; der Fötus gleitet am Nabelstrange zu Boden, wobei dieser abreisst. Gebärt das Thier im Liegen, so zerreisst der Nabelstrang bei dem bald nach dem Gebären erfolgenden Aufstehen des Mutterthieres. Das neugeborene Junge befriedigt sein Athmungsbedürfniss zunächst durch Schreien, wobei die Lungen ausgedehnt werden; das ganze Blut der rechten Herzkammer strömt dann durch die Lungenarterie zur Lunge, und der Botalli'sche Gang verödet.

Kurze Zeit nach der Geburt der Frucht bewirken die Nachwehen die Austreibung der sogenannten Nachgeburt; dieselbe besteht aus dem Reste des Nabelstranges und aus den fötalen Eihäuten, deren Zotten sich aus den Tragsackbälgen (Tragsackwarzen) loslösen.

Das von dem sogenannten Fötusschleim (vernix caseosa) bedeckte Junge (das von der Mutter durch Ablecken gereinigt wird) steht bald nach der Geburt auf und es bekundet sein Nahrungsbedürfniss durch Suchen nach dem Euter der Mutter.

§. 266. *Die Säugezeit und der Mechanismus des Saugens.*

Die erste Nahrung des Jungen ist die Milch der Mutter, und die naturgemässe Dauer der Säugezeit erstreckt sich bis zum vollständigen Ausbruche des Milchzahngebisses (siehe §. 78), d. h. beim Pferde mindestens bis zum sechsten Monate, bei den

Wiederkäuern bis zur vierten Lebenswoche, beim Schweine bis zur zehnten Lebenswoche. Im landwirthschaftlichen Betriebe wird die naturgemässe Säugezeit bei den Pferden und Schweinen gewöhnlich abgekürzt, bei den Schafen und Ziegen verlängert, während die Kuhkälber, wenn sie überhaupt gesäugt werden, drei bis vier Wochen saugen.

Die erste Milch (die sogenannte Biessmilch, colostrum) ist wegen ihres Eiweissreichthumes besonders nahrhaft für das Junge und es ist daher sehr fehlerhaft, wenn sie demselben entzogen wird, was aus Unkenntniss ihrer Wirkung, oder aus Vorurtheil Seitens des Viehhalters zuweilen geschieht.

Die ernährende Wirkung der Milch ergibt sich aus deren chemischen Zusammensetzung (siehe §. 256).

Der Mechanismus des Saugens erklärt sich aus der von Joh. Mezger*) festgestellten Thatsache: dass im ruhenden Zustande der Unterkiefer durch Luftdruck gegen den Oberkiefer gepresst wird; der hermetische Abschluss der geschlossenen Maulhöhle vom Athmungswege geschieht durch die Zunge in der Weise: dass ihre Spitze etwas nach vorn und oben geht und die Zungenwurzel sich zu beiden Seiten etwas hebt, wobei sie sich den hinteren Zähnen und den entsprechenden Theilen des Oberkiefers anpasst. Den dadurch entstehenden luftverdünnten Raum bezeichnet F. C. Donders**) als Saugraum. Wird über die Zunge ein fremder Körper in diesen Saugraum hineingeführt, dann wird er nach hinten gezogen, und ist er durchbohrt, so kann dadurch Flüssigkeit in den Saugraum gelangen. Die Vergrösserung des Saugraumes entsteht nach Donders durch aktives Zurückziehen der Zungenwurzel, was an der äusseren Schwellung über dem Zungenbeine wahrzunehmen ist. Das ist die Hauptsache beim Mechanismus des Saugens.

Die eingesogene Milch gelangt in den Magen (bei Wiederkäuern in den Labmagen) des jungen Thieres, wo ihr Käsestoff gerinnt. Die Gerinnung des Käsestoffes im Labmagen wird in der ersten Lebenszeit nur durch die Säure des Magensaftes bewirkt, da dieser nach den Untersuchungen von Olof Hammarsten,***) anfangs weder Pepsin noch Lab besitzt. Die eigentliche Eiweissverdauung findet in der ersten Lebenszeit des saugenden Thieres im Gallendarme statt, wo der Saft der Bauchspeicheldrüse die geronnenen Eiweisskörper löst;

---

*) Arch. f. Physiol. X, 89. **) Ebendaselbst X, 91.

***) „Beitr. z. Anat. u. Physiol. als Festgabe für Karl Ludwig“, Leipzig 1874, S. 116.

wahrscheinlich werden letztere aber auch von dem Alkali der Darmflüssigkeit gelöst und aufgesogen. Der Magensaft des saugenden Thieres hat nach Hammarsten eine doppelte Aufgabe: erstens wird die Milch von dem Magensafte koagulirt; dadurch wird der Käsestoff im Magen zurückgehalten, und der Darm, welcher in dieser Weise nur allmälig kleinere Mengen von Käsestoff erhält, gewinnt Zeit, denselben zu verdauen. Zweitens wird der Käsestoff von dem Magensafte wirklich verdaut. Die Fähigkeit des Magensaftes die Milch zum Gerinnen zu bringen, kam allen von Hammarsten bisher untersuchten Thieren (Rind, Hund, Katze, Kaninchen) schon unmittelbar nach der Geburt zu; die Fähigkeit den Käsestoff zu verdauen, beziehungsweise zu lösen, besitzt der Magen nicht in gleichem Alter bei allen Thieren. Nach Hammarsten findet sich beim Rinde eine Pepsinverdauung schon unmittelbar nach der Geburt; beim Kaninchen tritt sie etwas später auf, und beim Hunde scheint sie — nach dem gefundenen Pepsingehalte zu urtheilen — erst etwa in der dritten Lebenswoche vorhanden zu sein.

FÜNFTES BUCH.

Die Theorie der Thierzucht.

ZEHNTER ABSCHNITT.

Die Beurtheilung der äusseren Körperform der landwirthschaftlichen Hausthiere.

Dreissigstes Kapitel.

Allgemeine Proportionslehre.

§. 267. *Aufgabe und Bedeutung der Proportionslehre.*

Die Aufgabe der Proportionslehre ist die Erforschung und Erkenntniss der Grössenverhältnisse, in welchen die einzelnen Theile des Körpers unter sich und zum Ganzen stehen. Beschränken wir hier die Anwendung der Proportionslehre auf den Thierkörper, so können wir die Grössenverhältnisse der Körpertheile unter sich und zum Ganzen in Beziehung bringen zu den Leistungen des Thierkörpers, oder seiner Theile. Diese Beziehung haben wir bereits kennen gelernt aus der Mechanik der Apparate des Thierkörpers; besonders deutlich ergibt sich diese Beziehung aus der Mechanik des Bewegungsapparates (siehe das neunzehnte Kapitel dieses Buches).

Wir können also, auf Grund unserer Erkenntniss von der Mechanik der Apparate des Thierkörpers, den Satz feststellen: dass die Grössenverhältnisse der Körpertheile in einer bestimmten Beziehung stehen zu ihren Leistungen. Wenn wir in einer grossen Zahl von Fällen die Grösse der thierischen Leistungen vergleichen mit den Grössenverhältnissen, beziehungsweise mit den Proportionen der Körpertheile, so können wir auf Grund dieser Erfahrung: das für eine bestimmte Leistung zweckmässigste Grössenverhältniss der Körpertheile festsetzen. Handelt es sich z. B. um die Erkenntniss der für die Geschwindigkeitsleistung

des Pferdes zweckmässigsten Grössenverhältnisse seiner Körpertheile, so können wir aus den Maassen der einzelnen Körpertheile zahlreicher Pferde, welche sich durch Geschwindigkeitsleistung ausgezeichnet haben, jene Grössenverhältnisse ableiten.

Da der Werth eines Hausthieres hauptsächlich bedingt ist durch die Grösse seiner Leistungen, so könnten wir den Werth irgend eines Individuums ja leicht beurtheilen, wenn wir seine Leistungen uns vor Augen führen lassen. Das ist aber nur bei dem kleinsten Theile der thierischen Leistungen möglich. Wir können an einem uns vorgeführten mageren Individuum nicht sofort erkennen, ob es im Falle der Mastung sich durch reichliche Fettablagerung auszeichnen wird; wir können im Voraus nicht wissen, ob ein uns vorgeführtes männliches Zuchtthier milchreiche, oder mastfähige Nachkommen zeugen wird u. s. w. Wir können also die zukünftigen Leistungen eines Individuums in der Gegenwart nicht erkennen, was unter gewissen Umständen offenbar sehr wichtig sein kann (z. B. beim Ankaufe von Thieren oder bei der Zuchtwahl), wenn wir nicht durch Schlüsse aus der Erfahrung unser Urtheil bestimmen lassen. Die Beurtheilung der nicht sofort sichtbaren Leistungsfähigkeit eines Thieres aber stützt sich vorwiegend auf die Beurtheilung seiner Körperform, d. h. auf die bewusste oder unbewusste Vergleichung der Grössenverhältnisse seiner Körpertheile. Es gibt Thierkenner, welche mit einem Blicke die künftigen Leistungen mancher Thiere aus ihrer Körperform ziemlich richtig beurtheilen, ohne sich der Vergleichung der Grössenverhältnisse bewusst zu werden. Ein so rasches Urtheil lässt sich aber nicht in allen Fällen und jedenfalls nur nach grosser Uebung gewinnen.

Es ist aber einleuchtend, dass die Wissenschaft, wenn sie in zahlreichen und genau beobachteten Fällen die Beziehungen von Leistung und Grössenverhältniss der Körpertheile bestimmt, sie zu der Feststellung eines Gesetzes gelangen muss, welches die Beziehungen von Leistung und Grössenverhältniss der Körpertheile zum Ausdrucke bringt. Wenn man zu einer direkt beobachteten Leistung das Grössenverhältniss der ihr entsprechenden Körpertheile in Beziehung bringen kann, so lässt sich umgekehrt (vorausgesetzt, dass jene Beziehung aus einer grossen Zahl genau beobachteter Fälle festgestellt ist) auch aus der Bestimmung des Grössenverhältnisses der Körpertheile — die Leistung derselben beurtheilen, beziehungsweise vorhersagen.

Die Bedeutung der Proportionslehre für die Beurtheilung der Leistungsfähigkeit unserer Hausthiere, ergibt sich also aus vorstehender Betrachtung von selbst. Wie weit aber die Proportionslehre in der Verfolgung ihrer Aufgabe gekommen ist, ob und wie sie diese Aufgabe wissenschaftlich begründet hat, das wollen wir im nächsten Paragraphen in Betracht ziehen.

Die Aufgabe und die Bedeutung der Proportionslehre ist hier nur beschränkt worden auf die Beurtheilung der Leistung aus der Körperform, beziehungsweise aus den Grössenverhältnissen der Körpertheile; ich will aber nicht unerwähnt lassen, dass der Proportionslehre ausser jener vorwiegend praktischen Aufgabe auch eine künstlerische zukommt: nämlich die Beurtheilung der Schönheit, beziehungsweise der Harmonie der Körpertheile. In vielen Fällen kommt die Schönheit in Beziehung auf künstlerische Vollendung, und die Zweckmässigkeit in Beziehung auf vollendete Leistung, in den Grössenverhältnissen einer Körperform übereinstimmend zum Ausdrucke; aber in anderen Fällen decken sich Schönheit und Zweckmässigkeit nicht (wie z. B. in den vollendeten Mastformen), und deshalb richte ich, mit Rücksicht auf das praktische Ziel dieses Buches, mein Augenmerk vorwiegend auf die Zweckmässigkeit der Körperform unserer Hausthiere (mit Beziehung auf die Leistung), wobei ich aber keineswegs den Schönheitsstandpunkt der Beurtheilung ganz ausser Acht lassen will. Das mir vorgesteckte Ziel aber gebietet mir: die Schönheit und Harmonie der Hausthierformen ihrer Zweckmässigkeit unterzuordnen; deshalb habe ich die Aufgabe und Bedeutung der Proportionslehre in oben bezeichneter Weise beschränkt.

§. 268. *Uebersicht über die bisherigen Arbeiten auf dem Gebiete der Proportionslehre.*

Die Proportionslehre diente bisher vorwiegend der Kunst, und zwar als Hilfsmittel zur Beurtheilung der Grössenverhältnisse der menschlichen Formen.

Schon die alten Aegypter kannten bestimmte Maassverhältnisse für die menschliche Gestalt, und den alten Griechen lehrte Polyklet die Regeln der Kunst zur Darstellung menschlicher Formen. Aber erst Lionardo da Vinci und Albrecht Dürer schufen die Grundlagen zu einer wissenschaftlichen Proportionslehre, ebenfalls mit ausschliesslicher Geltung für die Form des Menschen. Die Proportionslehre Albrecht Dürer's*) stützt

*) Sie erschien 1528 unter dem Titel: „Hierinn sind begriffen vier Bücher von menschlicher Proportion, durch Albrechten Dürer von Nürerberg erfunden und beschriben, zu nutz allen denen, so zu diser Kunst lieb tragen". Die Benutzung dieses seltenen Buches verdanke ich der Bibliothek der k. k. Akademie der bildenden Künste in Wien.

sich auf genaue Messungen männlicher und weiblicher Körper. Als Maass für das Bild nimmt Dürer die Längslinie vom Scheitel bis zur Sohle, die er in fünfzig oder hundert Theile theilt, so viel er deren bedarf; diese Theile trägt er auf ein Richtscheit neben jene Längslinie und setzt sie alle oben mit dem einen Ende der Scheitelhöhe gleich und bezeichnet sie alle mit ihren Ziffern. „Und durch disen weg", sagt Dürer, „werden aus den wenigsten zalen die lengern teil, und aus den meinsten zalen die kurtzern teil. Also ist von der gantzen lenge der halbe teil 2. der dritteil 3. der vierteil 4. etc." Auf diese Weise bestimmte Dürer jeden Körpertheil des Menschen als Bruchtheil der gleichmässig eingetheilten Scheitelsohlenlinie. Auf dieser Linie stellte Dürer dann drei Längenverhältnisse fest.*)

Im Anschlusse an Dürer hat in neuerer Zeit J. J. Trost**) ebenfalls die Längslinie des Körpers als Grundmaass angenommen und diese Linie in 600 gleiche Theile getheilt.

Abweichend von Dürer nahm C. G. Carus***) das Drittheil der freien Wirbelsäule als „organisches Modul" für die menschliche Gestalt an.

---

*) „So ich nun den leib des bildes nach der lenge biss zu end der huft gemessen hab, wil ich nachfolgend das kny glid an seinem ort stellen, und wirdet das bild also dreyerley ungleicher lenge geben, nemlich der leyb von der höhe der halssgrublein, biss zu end der hufft ist erst und lengst; die ander von end der huft biss mitten in das kny ist kurtzer; die drit aus mitten des knies biss zu end des schinbeins ist die aller kurtiest, dann die hindern glider sollen lenger und stercker sein, dann die vordern, wie das in den mennschen zu merken ist. Den leib nym ich hie für ein langes teil, wiewol von vil stucken versamelt, doch unzertrent und mechtig gnug die andern glyder zu bewegen. Dise drey lengen sollen sich vergleichlich gegen einander halten, also wie sich des leibs lenge gegen den öbern bein helt, also soll sich die lenge des öbern beins gegen der lenge des schinbeins halten; doch brauch ich das nit in allen bildern" (a. a. O. Seite 6).

**) „Die Proportionslehre Dürer's." Wien 1859, und „Proportionslehre mit einem Kanon der Längen-, Breiten- und Profilmaasse aller Theile des menschlichen Körpers." Wien, 1866.

***) Carus stützt die Annahme seines „Urmaasses" auf folgende Erwägungen: „Ganz so nämlich wie irgend ein grosser Kunstbau sein Grundmaass enthält, wie jede Säule ihren Modul hat, nach welcher Stärke und Höhe, Capitäl und Fuss bestimmt werden, so fühlte man wohl seit lange, dass auch die menschliche Gestalt ein solches Grundmaass enthalten, nach solchem organischen Modul von innen und aussen konstruirt und entwickelt sein müsse, und es handelt sich nur um dessen glückliches Auffinden. So lange man nun hier auf gut Glück suchte, ohne von der Fackel der physiologischen Entwicklungsgeschichte erleuchtet zu

Diese „Grundmaasse“ haben zwar eine natürliche Grundlage, aber die weitere Eintheilung hat etwas Willkürliches; es gibt durchaus keinen zwingenden Grund für die Annahme von Carus: dass das „organische Modul“ gerade ein Dritttheil der frei beweglichen Wirbelsäule sein muss; *) ebensowenig ist einzusehen, warum die Längslinie des Menschen gerade in 600 Theile eingetheilt werden muss, wie Trost es thut, um zu seinem Modul zu gelangen.

Für die rein anatomische Betrachtung des menschlichen Körpers, hat die Proportionslehre von C. Schmidt **) eine gewisse Berechtigung; sein Grundgesetz lautet: „Die Stütz- und Mittelpunkte der Bewegung (Drehungspunkte) und die diese Punkte verbindenden geraden Linien sind die an sich unveränderlichen Grundlagen aller Formenverhältnisse“; für die Beurtheilung lebender Formen ist dieses Grundgesetz jedoch kaum anwendbar.

Einen allgemeineren Standpunkt nimmt die Proportionslehre von A. Zeising ***) ein, insofern sein „morphologisches Grundgesetz“ nicht bloss für den menschlichen Körper, sondern auch für den Thier- und Pflanzenkörper, ja für alle Körper der Natur und Kunst anwendbar ist. Zeising geht von dem Grundsatze aus: dass, „wenn die Eintheilung eines Ganzen in ungleiche Theile

---

sein, konnte man sich wohl keines grossen Resultates versehen, so bald man aber diese wirklich zum Führer verwandte, liess sich die Erreichung des gehofften Zieles wohl erwarten, und diese Erwartung hat in solchen Forschungen mich denn auch in keiner Weise betrogen. In Folge vielfältiger Vergleichungen und Untersuchungen, bei welchen ich stets von dem Grundgedanken ausging, dass das Urgebilde der gesammten Gliederung des Leibes, welches kein anderes ist und sein kann als die Wirbelsäule, auch das Urmaass dieser Gliederung enthalten müsse, hat sich mir nämlich ergeben, dass, wenn man die aus vierundzwanzig beweglichen Wirbeln gebildete freie Wirbelsäule, seiner geraden Länge nach in drei gleiche Theile theilt, in einem solchen Dritttheil ein wirkliches und natürliches Urmaass, der organische Modul, wahrhaft gegeben und dargestellt ist.“ („Symbolik der menschlichen Gestalt.“ Leipzig, 1853. S. 52.)

*) Carus stützt die Dreitheilung der freien Wirbelsäule des Erwachsenen auf den Umstand, dass in der Länge derselben die Länge der freien Wirbelsäule des Neugeborenen genau dreimal enthalten ist; demnach ist also eigentlich diese das „organische Modul“.

**) „Proportionsschlüssel“. Stuttgart, 1849.

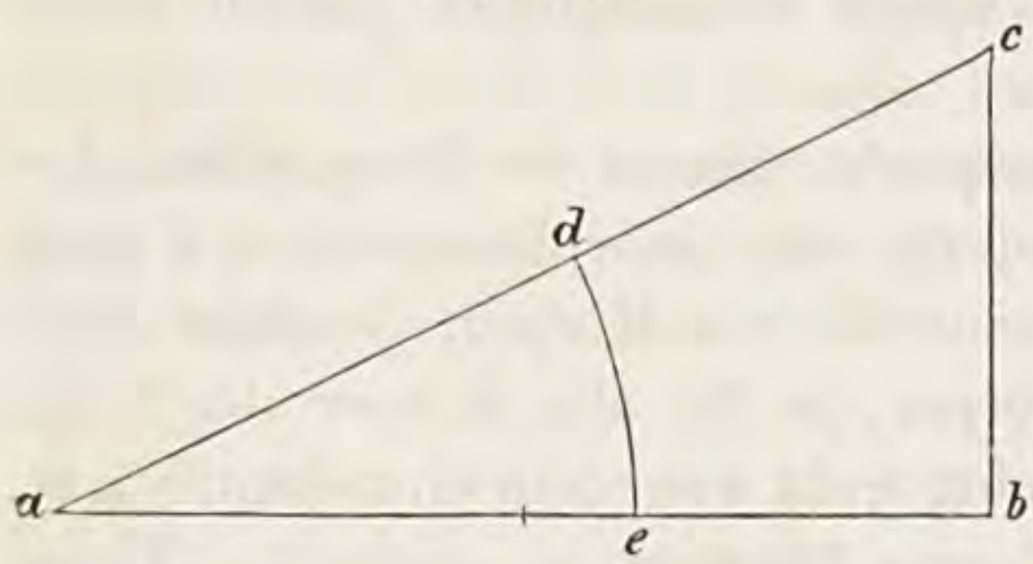
***) „Neue Lehre von den Proportionen des menschlichen Körpers, aus einem bisher unerkannt gebliebenen, die ganze Natur und Kunst durchdringenden morphologischen Grundgesetze entwickelt u. s. w.“ Leipzig, 1854.

als proportional erscheinen soll, so muss sich der kleinere Theil zum grösseren rücksichtlich seines Maasses ebenso verhalten, wie der grössere zum Ganzen; oder in umgekehrter Ordnung: das Ganze muss zum grösseren Theil in demselben Verhältniss stehen, wie der grössere Theil zum kleineren".

Ein solches Verhältniss findet man auf geometrischem Wege durch die Theilung einer gegebenen graden Linie mittelst des sogenannten goldenen Schnittes.

Der goldene Schnitt wird in folgender Weise ausgeführt. Die gegebene Linie ab (Fig. 159) wird halbirt, die Hälfte als Perpendikel cb auf b errichtet, die Hypothenuse ca gezogen und auf dieser ebenfalls $\frac{1}{2}\,ab = cd$ abgetheilt; wird endlich der übrigbleibende Theil der Linie ca, nämlich da, in den Zirkel genommen und von a aus die Linie ab in e abgetheilt, so dass $ae = da$ wird, so bezeichnet der Durchschnittspunkt e den goldenen Schnitt der Linie ab, und es ist $be : ea = ea : ab$; die Linie be heisst der Minor, die Linie ea der Major des goldenen Schnittes, und es verhält sich demnach der Minor zum Major des goldenen Schnittes, wie der Major zur ganzen durch den goldenen Schnitt getheilten Linie.

Fig. 159.



Zeising nimmt für den menschlichen Körper die mediane Linie vom Scheitel bis zur Sohle als Grundlinie an, die er durch den goldenen Schnitt theilt; der Theilungspunkt fällt bei normalen und schönen menschlichen Gestalten in den Nabel, und die grade Linie vom Scheitel bis zum Nabel ist der Minor, die Linie vom Nabel bis zur Sohle der Major des goldenen Schnittes. Zeising unterwirft dann den Minor und den Major noch ferneren Theilungen durch den goldenen Schnitt und er kommt so zu einer grossen Zahl von Theilungslinien, welche den in einem Parallelogramme eingestellten menschlichen Körper quer und längs theilen und sämmtliche Körpertheile unter sich und zur Grundlinie in ein bestimmtes Verhältniss bringen, das den Theilstücken des goldenen Schnittes entspricht.

Indem Zeising ferner für die Scheitel-Sohlenlinie die Zahl 1000 annahm, kam er durch fortgesetzte Ausführung des goldenen

Schnittes zu folgenden Zahlenreihen, von denen immer die drei zunächst zusammenstehenden den Verhältnissen des goldenen Schnittes (ganze Linie, Major und Minor) entsprechen.

1000·0000000	21·2862373
618·0339887	13·1556158
381·9660113	8·1306215
236·0679774	5·0249943
145·8980339	3·1056272
90·1699435	1·9193671
55·7280904	1·1862601
34·4418531	0·7331070

Aus den Ergebnissen des goldenen Schnittes, dem Zeising sowohl lebende Menschen, wie antike, die Menschengestalt darstellende Skulpturen in grosser Zahl unterzogen hat, stellen sich ganz überraschende Verhältnisse zwischen den einzelnen Körperabschnitten und dem Ganzen heraus, so dass die Anwendung des goldenen Schnittes auf die Formenverhältnisse des menschlichen Körpers ganz unzweifelhaft eine grosse wissenschaftliche und praktische Bedeutung hat. In neuester Zeit ist das System des goldenen Schnittes, zur Beurtheilung der menschlichen Normalgestalt, durch J. Bochenek*) noch weiter ausgebildet worden.

Auf die von Zeising versuchte Anwendung des goldenen Schnittes auf die Grössenverhältnisse der Pflanzen, der Krystalle, der Bauwerke, der Musik u. s. w. will ich hier nicht eingehen; dagegen wollen wir Zeising's Versuch, die Grössenverhältnisse des Thierkörpers durch den goldenen Schnitt zu bestimmen, etwas näher in Betracht ziehen.

Zeising theilt auch die Scheitel-Sohlenlinie längs der Vorderbeine des Pferdes durch den goldenen Schnitt, und die Kopf-Schwanzlinie ebenfalls, in ähnlicher Weise wie beim Menschen. Aber Zeising unterlässt es, die Normalstellung des Kopfes zu bezeichnen, und weil er das nicht thut, so ist seine Eintheilung der Axen des Pferdekörpers nach dem goldenen Schnitte rein willkürlich. Je nach der Stellung des Kopfes treffen die Linien des goldenen Schnittes bald hierhin, bald dorthin, so dass irgend welche Normen in den Formverhältnissen des Pferdekörpers sich aus Zeising's Proportionslehre nicht erkennen lassen. Ebensowenig brauchbar ist Zeising's Proportionslehre für die Beurtheilung des

*) „Die männliche und weibliche Normalgestalt nach einem neuen System." Berlin, 1875.

Rinderkörpers, bei welchem ebenfalls die Kopf-Schwanzlinie als Grundlinie benutzt ist. Kurz, die Proportionslehre Zeising's zeigt für die Körperform unserer Hausthiere wenig Verständniss, wenngleich sein Versuch, den goldenen Schnitt auch auf die Hausthierformen anzuwenden, alle Anerkennung verdient.

Mit mehr Verständniss hat F. Roloff*) den goldenen Schnitt für die Beurtheilung der Grössenverhältnisse des Pferdes verwendet. Roloff benutzt als Grundlinie für die Theilung durch den goldenen Schnitt — die Bug-Gesässlinie, d. h. die Linie, welche die beiden, vor der Bugspitze und hinter dem Gesässhöcker errichteten Perpendikel verbindet. Roloff begnügt sich mit der einfachen Theilung der Bug-Gesässlinie und er verwendet den Minor und den Major derselben als Normalmaass für gewisse Grössenverhältnisse des Pferdekörpers. So soll z. B. dem Minor dieser Grundlinie gleich sein: die Länge des Kopfes, die Länge des Vorderhalses, die Bug-Widerristlinie, die Linie zwischen Hinterknie und Schwanzwurzel, die Höhe des Fersenbeinhöckers u. s. w.; dem Major soll gleichen: die Höhe der Bugspitze, die Höhe des Hinterknies u. s. w. Ferner behauptet Roloff, dass das im goldenen Schnitte der Bug-Gesässbeinlinie errichtete Perpendikel „die richtig angelegte Schwerlinie des normalen Pferdekörpers" sei, und „dass der vor dem Perpendikel befindliche Theil dem dahinter liegenden Theile gleichwiegend erscheint". Diese Behauptung Roloff's aber ist nicht richtig, was sich aus den auf Seite 298 erwähnten Versuchen Baucher's ergibt.

In ähnlicher Weise wie Roloff für das Pferd, habe ich**) die Anwendung des goldenen Schnittes zur Beurtheilung der Grössenverhältnisse des Rinderkörpers versucht. Ich fand dem Minor der Bug-Gesässlinie gleich: die Höhe des Ellenbogenhöckers, die Linie vom Rückenwinkel des Schulterblattes bis zum lateralen Hüfthöcker; dem halben Minor gleich: die Höhe des Hakenbeines; dem halben Major gleich: die Länge des Kopfes vom Hinterrande des Stirnbeines bis zum Vorderrande des Zwischenkiefers, die Länge des Nackens vom Hinterrande

*) „Die Beurtheilungslehre des Pferdes und des Zugochsen." Halle, 1870. S. 14. — Auffällig ist es, dass Roloff die vorausgegangenen Arbeiten Zeising's gar nicht erwähnt. Ich war darum früher der Meinung, dass Roloff zuerst den goldenen Schnitt zur Beurtheilung der Pferdeform benutzt habe, was (wie ich mich erst später überzeugt habe) nicht der Fall ist.

**) „Die Rinderrassen Mittel-Europa's." Wien, 1876. S. 25.

des Stirnbeines bis zum Dornfortsatze des ersten Rückenwirbels, die Länge der Schulter, die Länge der Kruppe, die Breite der Hüfte u. s. w.

Ganz abweichend von Roloff und mir, aber schon vor uns beiden, hat H. Settegast*) die Grössenverhältnisse des Hausthierkörpers zu bestimmen versucht. Settegast konstruirt um den Körperrumpf ein Parallelogramm, indem er eine wagrechte Linie durch die Mitte des Widerristes nach der Schwanzwurzel und parallel zu ihr eine zweite vom Ellenbogen nach dem Hintertheile zieht; er verbindet diese Parallelen durch Senkrechte, welche vorn die Bugspitze und hinten den Gesässhöcker berühren. Settegast theilt dieses Parallelogramm ferner in drei Rechtecke, indem er an der Stelle, wo (hinten) die Schulter aufhört und von dem Punkte, wo die Hüfte (der laterale Hüfthöcker) liegt, Senkrechte nach der Grundlinie zieht. Die harmonische Gestalt soll sich nach Settegast um so ausgeprägter darstellen, je mehr sich die so konstruirten drei Rechtecke der Kongruenz nähern. Zur Gewinnung eines Normalmaasses theilt Settegast die Bug-Gesässlinie in vierundzwanzig gleiche Theile und er beansprucht in „harmonischen" Thierkörpern für jedes Rechteck (in der Längslinie) je acht Theile, beziehungsweise ein Drittel der Bug-Gesässlinie. Das vordere Rechteck soll in „harmonischen" Thierkörpern den Vordertheil (die Schultergegend) einschliessen, das mittlere Rechteck den Mitteltheil (die Rippenflanken und die Weiche) und das hintere Rechteck den Hintertheil (die Hüftgegend).

Settegast nennt das für eine harmonische Gestalt wünschenswertheste Verhältniss die $^8/_8$-Form, und er macht darauf aufmerksam, dass das mittlere Rechteck nicht leicht zu kurz, das vordere und das hintere Rechteck aber niemals zu lang sein können. In dem Maasse, als eine Verkürzung der letzteren stattfindet, tritt eine die Tauglichkeit des Thieres vermindernde Entfernung von der harmonischen Gestalt ein; sie wird jedoch nach Settegast kaum schon beeinträchtigt, wenn das Vordertheil = 7, das Hintertheil = 8 und demgemäss das Mitteltheil = 9 Maasseinheiten umfasst. Settegast bezeichnet dieses Verhältniss als $^7/_8$-Form und er erachtet sie der $^8/_8$-Form für die meisten Gebrauchszwecke des Thieres noch als gleichwerthig. Weiter gehende Abweichungen von diesen durch die Symmetrie im Bau

*) „Die Thierzucht." Breslau, 1872. 3. Aufl., S. 225 u. f.

gezogenen Normen lassen nach Settegast die harmonische Gestalt mehr und mehr zurücktreten.

Die Proportionslehre von Settegast huldigt vorzugsweise der Idee des Schönen und des Harmonischen, und sie hat für den Künstler unzweifelhaft einen hohen Werth. Aber der ideale Charakter dieser Proportionslehre steht nicht im Einklange mit den Anforderungen der Zweckmässigkeit, die der Thierzüchter an die Körperformen der Hausthiere stellt. Die Formen eines Rennpferdes und eines Windhundes, die im vollen Einklange stehen mit ihrer Leistungsfähigkeit, weichen sehr weit ab von der idealen Parallelogrammform der Settegast'schen Theorie. Ja, ich glaube auf Grund zahlreicher von mir ausgeführter Messungen behaupten zu dürfen: dass die $^8/_8$-Form an Hausthieren niemals vorkommt, und dass selbst die $^7/_8$-Form sehr selten ist, und sich nur an den Mastformen englischer Rinder, Schafe und Schweine findet.

H. v. Nathusius*) erklärt die Aufstellung allgemein gültiger Normen für alle unsere Hausthiere nicht nur für unmöglich und überflüssig, sondern geradezu für schädlich, weil das Verständniss der Form dadurch erschwert und die Beobachtung von denjenigen Unterschieden abgezogen wird, welche von grösster Wichtigkeit sind.

Im vollständigen Gegensatze zu den bisher erörterten Systemen der Proportionslehre, stehen die sogenannten Pointssysteme. Sie lassen die Grössenverhältnisse der Körperform ganz ausser Acht und sie beschränken sich lediglich auf die Beurtheilung der Zweckmässigkeit der Körperform.

Unter dem auf englischen Thierschauen gebrauchten Worte „Points" versteht man die Werthmale (Werthskalen) der einzelnen Körpertheile mit Rücksicht auf ihren Gebrauchszweck, beziehungsweise auf den Gebrauchszweck des ganzen Thieres. Der Beurtheiler oder der Preisrichter bezeichnet die Körpertheile, auf deren Beurtheilung es ankommt, mit höheren oder niederen Zahlen, je nachdem sie einer als zweckmässig erkannten Form mehr oder minder entsprechen. Die grössere oder geringere Summe aller Werthmale entscheidet über die höhere oder geringere Bepreisung, beziehungsweise Nicht-Bepreisung eines Thieres. Bei

*) „Vorträge über Viehzucht und Rassenkenntniss." Berlin, 1872. I. 71.

der Anwendung der Pointssysteme, (deren es eine grosse Zahl*) gibt) kommt es vor Allem an auf die Urtheilsfähigkeit des Preisrichters und auf die Erkenntniss der, irgend einem Gebrauchszwecke entsprechenden Normalform des Körpers. Solche Normalformen aber können selbstverständlich nur aus einer grossen Zahl von Körpermessungen abgeleitet werden, die aber in der That keinem der zahlreichen Pointssysteme zu Grunde liegen. Es fehlt also allen Pointssystemen die auf die Beurtheilung der Grössenverhältnisse der Körpertheile gestützte wissenschaftliche Grundlage. An Stelle derselben enthalten die für die Bepreisung auf Thierschauen bestehenden Vorschriften mehr oder minder umfassende Beschreibungen: wie die, gewissen Gebrauchszwecken des Thieres entsprechenden Körpertheile beschaffen sein sollen, und je nachdem dieser Vorschrift mehr oder minder genügt wird, erhalten die zu beurtheilenden Thiere höhere oder niedere, oder keine Preise. Trotzdem fast alle Länder, in welchen der Thierzucht eine sorgfältige Pflege zugewendet wird, ihre Pointssysteme besitzen, so finden diese thatsächlich doch selten Anwendung; man begnügt sich in der Regel mit dem, vom Pointssysteme ganz unabhängigen Urtheile vertrauenswürdiger Preisrichter.

Eine übersichtliche Darstellung der bisher üblichen Pointssysteme hat kürzlich R. Behmer**) gegeben, der auch selbst ein neues Pointssystem aufgestellt hat, das aber ebenso wenig zu gebrauchen ist, wie alle übrigen, weil demselben die Begründung einer Normalform für die verschiedenartigen Gebrauchszwecke fehlt.

Behmer verwirft in seinem Buche das Verfahren: die einzelnen Werthmale der Thiere zu addiren und daraus den Durchschnitt zu ziehen. Anstatt dessen will Behmer sämmtliche Werthmale multipliziren und aus dem Produkte die der Anzahl der Faktoren entsprechende Wurzel ziehen. Das Additionsverfahren ist, wie Behmer richtig bemerkt, fehlerhaft, aber es beruht auf einem Uebereinkommen. Das Multiplikationsverfahren Behmer's aber hat gar keinen Sinn

---

*) Unter den zahlreichen Pointssystemen halte ich das von Settegast als das verhältnissmässig beste und vollständigste. Settegast hat, einschliesslich der Berücksichtigung des Stammbaumes von Vater und Mutter, 55 verschiedene Körpereigenschaften der Berücksichtigung der Preisrichter empfohlen, die mehr oder weniger vollständig (je nach der Art und dem Geschlechte der Thiere) der Beurtheilung zu unterziehen sind. Jede zu beurtheilende Eigenschaft des Thieres wird durch eine Zahl (wobei 1 die niedrigste, und meistens 3 die höchste Stufe bildet) bezeichnet; die Summe aller Werthmalzahlen ist bei ausgezeichneten Thieren = 100 (a. a. O. 350).

**) „Das landwirthschaftliche Prämiirungswesen von Thieren und Maschinen." Berlin, 1877.

und führt zu einer komplizirten Zahlen-Spielerei. Behmer hat bei Aufstellung seines „neuen Pointssystemes“ ganz vergessen: dass man verschiedene Einheiten nicht multipliziren kann. Man kann die Qualitäten der verschiedenen Körpertheile, also z. B. die Qualität einer Schulter nicht multipliziren mit der Qualität einer Hüfte, oder die Qualität des Kopfes mit der Qualität des Beines. Man kann auch verschiedene Qualitäten, beziehungsweise verschiedene Einheiten, nicht addiren, denn was ist die Summe von 3 Schulter und 4 Hüfte, die Zahlen als Ausdruck der Qualität genommen?

Behmer hat durch seine Schrift sich das Verdienst erworben: das ganze Bepreisungsverfahren nach Points *ad absurdum* geführt zu haben; aber sein eigenes „neues Pointssystem“ entbehrt einer vernünftigen Begründung und es ist das unbrauchbarste von allen.

§. 269. *Ziel und Methode einer neuen Proportionslehre der Hausthiere.*

Da keines der bisher betrachteten Systeme zur Beurtheilung der Körperform der Hausthiere als wissenschaftlich begründet und praktisch brauchbar bezeichnet werden kann, so erscheint es geboten einer besser begründeten und brauchbareren Proportionslehre der Hausthiere die Wege zu bahnen.

Ich will hier versuchen, das Ziel und die Methode einer neuen Proportionslehre der Hausthiere kurz zu bezeichnen.

Das Ziel der Proportionslehre, in Anwendung auf die Körperform der Hausthiere, ist die Feststellung bestimmter Beziehungen zwischen den Grössenverhältnissen der Körpertheile und dem Gebrauchszwecke der Thiere. Bei Beurtheilung der Körperform eines Hausthieres, muss man sich zuerst des Gebrauchszweckes klar sein, dem das Thier dienen soll. In manchen Fällen kommt ein einziger Gebrauchszweck nicht in Frage, sondern ein Thier soll zweien oder mehreren Gebrauchszwecken dienen. Eine Anpassung der Körperform an mehrere Gebrauchszwecke ist indessen in den wenigsten Fällen möglich; ein Pferd kann z. B. zugleich als Ackerpferd und als schweres Kutschenpferd benutzt werden, eine Milchkuh kann zugleich Arbeitsdienste leisten; aber niemals kann ein Lastpferd zugleich als Rennpferd, ein Fleischschaf zur Erzeugung feiner Wolle, eine Mastkuh zur Erzeugung reichlicher Milch verwendet werden. Unzweifelhaft sind die Leistungen eines Thieres um so vollkommener, je einseitiger sie sind, d. h. je mehr ihre Körperform einem einzigen Gebrauchszwecke angepasst ist. Sobald dieser bestimmt ist, gilt es: für die ihm entsprechenden Leistungen des Thierkörpers die günstigsten mechanischen

Bedingungen festzustellen. Diese aber sind abhängig von gewissen Grössenverhältnissen der Körpertheile zu einander und zum Ganzen.

Es wäre wohl möglich: durch einfache Deduktion aus den morphologischen und physiologischen Thatsachen — die Beziehung zwischen Körperform und Leistung festzustellen. Man könnte z. B. sagen: zur Leistung grösster Geschwindigkeit beim Pferde ist eine möglichst grosse Hubhöhe der Muskeln erforderlich, beim Renner kommt hauptsächlich die Thätigkeit der Beuge- und Streckmuskeln der Beine, sowie der Athmungsmuskeln in Frage, folglich müssen diese Muskeln in ihrer Längsaxe möglichst entwickelt sein; zur Erfüllung dieses Zweckes gehören lange Knochen an den Beinen, lange Rippen, gut entwickelte Lungen u. s. w. Auf diese Weise könnte man durch Feststellung aller für die grösste Geschwindigkeitsleistung des Pferdes erforderlichen mechanischen Bedingungen zu einer Norm gelangen, mit welcher in jedem Falle die Körperform des zu beurtheilenden Pferdes zu vergleichen wäre.

Ich glaube aber, dass auf diesem Wege der Deduktion, nach dem gegenwärtigen Standpunkte der morphologischen und physiologischen Wissenschaft, noch nicht alle Verhältnisse der Körperform erklärt werden können. Die Erfahrung lehrt: dass, wenn die für einen bestimmten Gebrauchszweck günstigste Entwicklung gewisser Körpertheile die Norm überschreitet, andere Körpertheile, welche für den gleichen Gebrauchszweck weniger in Verwendung kommen, hinter der Norm zurückbleiben. Das Grössenverhältniss der mehr und der minder gebrauchten Körpertheile, sowie deren Abweichung von der normalen Form zu bestimmen, ist aber sehr schwierig und erfordert zahlreiche Messungen. Wenn wir aber damit den Weg der Induktion betreten, so scheint es mir viel einfacher zu sein: das ganze Verfahren der Formbeurtheilung des Thierkörpers induktiv zu begründen. Wir müssen demnach mittelst zahlreicher Messungen und Durchschnittsberechnungen für jede Thierart eine Normalform feststellen, und für die verschiedenartigen Gebrauchszwecke die gesetzmässigen Abweichungen von der Normalform bestimmen. Es erscheint auf den ersten Blick einfacher: für jeden Gebrauchszweck eine Normalform zu bestimmen; das ist aber allgemein nicht durchführbar, weil viele Hausthiere mehreren Gebrauchszwecken entsprechen, und eine grosse Zahl von Land-

wirthen, mit vollkommener wirthschaftlicher Berechtigung, Hausthiere für mehrseitigen Gebrauch züchten und halten.

Zur Feststellung einer Normalform für jede Hausthierart aber gelangen wir nur durch zahlreichste Messungen (die nach Hunderttausenden zählen müssen) gewisser, die äussere Form bestimmender Körpertheile. Haben wir eine solche Norm gefunden, dann gilt es die gesetzmässigen Abweichungen für bestimmte Gebrauchszwecke festzustellen, was ebenfalls nur durch zahlreichste Messungen, vermöge des Gesetzes der grossen Zahlen möglich ist.

So lange wir die Normalform und die gesetzmässigen Abweichungen von derselben für bestimmte Gebrauchszwecke nicht festgestellt haben, müssen wir — wenn wir nicht einer unbewussten, gleichsam instinktiven Eingebung folgen wollen — unser Urtheil über die Körperform unserer Hausthiere, mit Rücksicht auf Harmonie und Gebrauchszweck, freilich noch auf das eine oder das andere jener früher erwähnten Systeme der Proportionslehre stützen. Ich will im folgenden Kapitel versuchen: die Grundsätze zur Beurtheilung der Körperform landwirthschaftlicher Hausthiere, mit Rücksicht auf bestimmte Gebrauchszwecke, durch Anwendung des goldenen Schnittes darzustellen.

Einunddreissigstes Kapitel.

Grundsätze der besonderen Proportionslehre für die landwirthschaftlichen Hausthiere.

§. 270. *Der Einfluss der Kultur auf die Körperform der landwirthschaftlichen Hausthiere.*

Der Mensch formt den Körper seiner Hausthiere nach seinen wirthschaftlichen Zwecken. Dazu stehen ihm drei Mittel zu Gebote: 1. die Zuchtwahl, 2. die Ernährung, 3. die Muskelübung.

1. Die Zuchtwahl stützt sich auf das Vererbungsvermögen. Der Thierzüchter kann diejenigen Eigenschaften seiner Zuchtthiere, welche durch den Einfluss der Kultur erworben sind und gewissen Gebrauchszwecken entsprechen, durch Vererbung

in ihren Nachkommen erhalten und steigern. Den Einfluss der Zuchtwahl auf die Körperform der landwirthschaftlichen Hausthiere werden wir im nächsten Abschnitte eingehender in Betracht ziehen.

2. Durch Beeinflussung der Ernährung können wir die Entwicklung jugendlicher Thiere beschleunigen, oder zurückhalten. Im ersten Falle werden frühreife, im anderen Falle spätreife Thiere erzogen.

Die Frühreife kennzeichnet sich durch früheres Erscheinen der Ersatzzähne, durch vorzeitige Verwachsung der Epiphysen mit den Diaphysen der Knochen (wodurch das Längenwachsthum derselben beschränkt wird), durch vorwiegende Entwicklung der Fleisch- und Fetttheile des Rumpfes.

Wie schon früher erwähnt (Seite 625) fand A. Sanson in den Knochen frühreifer Thiere einen höheren Gehalt an Mineralstoffen und einen minderen Gehalt an organischer Substanz, woraus sich die grössere Dichtigkeit und das höhere spezifische Gewicht frühreifer Knochen ergibt. Nach dem vorzeitigen Abschlusse des Längenwachsthumes frühreifer Knochen, erfordert der Stoffwechsel derselben ferner nur eine sehr geringe Summe von Ernährungsmaterial zu seiner Erhaltung, und die bisher von den Knochen in Anspruch genommenen Bildungsstoffe stehen alsdann den übrigen, noch wachsenden Geweben und Organen des Thierkörpers zu Gebote. Da nach Sanson die Frühreife hauptsächlich bedingt ist durch die Ernährung mit an Calciumphosphat reichen Körnern, so kommt (bei fortgesetzter gleicher Ernährung) das Calciumphosphat, nach Abschluss des Knochenwachsthumes, hauptsächlich den Muskeln zu Gute, die, im Verhältniss zu den übrigen Geweben und Organen, sich stärker entwickeln.

Bei allen frühreifen Thieren bleibt die Entwicklung der Lungen (im Verhältnisse zur Entwicklung des Gesammtkörpers) zurück. Diese Thatsache ist zuerst von Emil Baudement*) festgestellt worden; er hat 102 Ochsen, welche auf den Fettviehausstellungen zu Poissy prämiirt waren, gemessen, lebend gewogen und nach dem Schlachten das Verhältniss der einzelnen Theile durch Gewicht festgestellt; unter Anderen fand er an Ochsen

*) Nach H. v. Nathusius i. d. Zeitschr. d. landw. Zentral-Vereines d. Prov. Sachsen. 1862. S. 257. Das Original stand mir nicht zu Gebote.

der Garonnais-Limousiner, der Normand- und der Shorthorn-Angus-Rasse die in der folgenden Tabelle zusammengestellten Zahlen (in Meter und Kilo).

Tabelle LVIII. Entwicklung der Lunge bei spätreifen und frühreifen Ochsen.

Rasse	Alter	Durchschnittl. Brustumfang *) in Meter	Gewicht der Lungen	Lebendgewicht	Gewicht der 4 Viertel	Auf 100 Lebendgewicht kamen Schlachtgewicht	Talg	Verhältn. des Lungengewichtes zum Lebendgewicht
Garonnais-Limousin	3 J. 11 M.	2·57	6·40	915	545	59·56	101	1 : 143
Normand	5 „ 3 „	2·97	5·80	1250	804	64·36	73	1 : 216
Shorthorn-Angus . .	4 „ 8 „	3·01	3·85	1210	875	72·31	55	1 : 314

Der Shorthorn-Angusochse gehört einer frühreifen, die andern beiden einer spätreifen Rasse an. Auffallend ist der grössere Brustumfang des frühreifen Ochsen bei kleinerer Lunge. Aus den Baudement'schen Beobachtungen und aus seinen eigenen Erfahrungen zieht Nathusius unter Anderen folgende Schlüsse:

1. Die Lungen nehmen zwar im Allgemeinen mit Zunahme des Brustumfanges auch an Volum zu; aber keineswegs steht die Zunahme der Lungen im Verhältnisse zu der Entwicklung des Brustumfanges.

2. Bei gleichem Lebendgewichte sind die Lungen um so voluminöser, je grösser und je jünger das Thier ist.

3. Bei ziemlich gleich alten Thieren und unter sonst vergleichbaren Umständen, ist gewöhnlich das absolute Gewicht und beständig das relative Gewicht der Lungen, im Vergleiche zum Lebendgewicht, geringer bei grösserem Brustumfange und grösser bei kleinerem Brustumfange.

4. Diejenigen Thiere besitzen die kleinsten Lungen, welche sich durch erlangtes Gewicht, Mastzustand, Ertragsfähigkeit, Frühreife, Entwicklung des Brustumfanges am meisten auszeichnen.

5. Wenn man die funktionelle Leistung nach der Entwicklung der Organe, welche dieselben vermitteln, abmisst, so gelangt man zu der Annahme: dass die Respirationsthätigkeit eine geringere ist

*) Der durchschnittliche Brustumfang wurde berechnet aus dem durch Messung gefundenen graden und schiefen Brustumfang.

bei den Thieren, welche vorzugsweise an Gewicht zunehmen, welche dies zugleich leichter, schneller, sicherer, vollständiger und mit grösserem wirthschaftlichen Vortheile thun.

6. Die Eigenthümlichkeiten der Gestalt und der Leistungsfähigkeit der Thiere entstehen wesentlich aus der Art der Ernährung und der Aufzucht von der Geburt an; es kommt hauptsächlich darauf an, bis zu welchem Grade sie in der früheren Lebensperiode befähigt worden sind, sich auszubilden, und zwar in der Richtung, welche durch die erkannten Gesetze der Entwicklungsgeschichte des thierischen Körpers bedingt ist, nach welchen zuerst der Rumpf und danach erst die Glieder wachsen.

Ueber die Form des Brustkastens bei Schafen hat F. Roloff*) Untersuchungen ausgeführt; er fand: dass die sogenannten Fettschafe, unter Anderen die Southdowns, gegenüber den Rassen, die sich schlecht füttern und sehr schwer mästen (den friesischen, Bergamasker Schafen u. s. w.) ein sehr kurzes Brustbein und eine geringe Brusthöhe besitzen**).

Der Beschaffenheit des Brustkastens entspricht nach Roloff auch die Grösse und die Form der Lungen. Diese, sowie das Herz sind bei Fettschafen kleiner, als bei den fettarmen Rassen.

---

*) Zeitschr. d. landw. Zentral-Vereines d. Prov. Sachsen. 1870. S. 178.

**) Bei den Southdowns fand Roloff das Brustbein von der Spitze bis zur Ansatzstelle des Schaufelknorpels geradeüber gemessen 19·5 bis 20·5 Zm., bei den anderen Rassen 24·5 bis 28·2 Zm. lang. Im Verhältnisse zur Körperlänge ist das Brustbein bei Southdowns, verglichen mit den mageren Rassen, 3 bis 4 Zm. zu kurz. In Folge dessen zeigt sich nach Roloff bei den Southdowns und anderen Fettschafen auch die anatomische Abweichung, dass sie nur sieben wahre Rippen haben, und zwar gelangt die siebente nur noch bei starker Krümmung an das Brustbein heran. Die Brustwirbelsäule hat im Verhältnisse zur Länge des ganzen Thieres, verglichen mit den übrigen Rassen, die richtige Länge.

Bei den Messungen am knöchernen Brustkasten stellte sich heraus, dass der Raum im Lichten zwischen dem ersten Rippenpaare bei den Southdowns 1·0 bis 1·5 Zm. weniger beträgt, als bei Marschschafen und Bergamaskern. Der Umfang des trockenen Brustkastens hinter den Schultern ist im Verhältnisse zur Länge des Körpers bei den Fettschafen geringer, als bei den anscheinend schmalbrüstigen Rassen; die grösste Höhe des Brustraumes (die senkrechte Entfernung des hinteren Brustbeinendes von der Wirbelsäule,) beträgt bei ersteren nur 18 bis 20 Zm., bei letzteren 23·5 bis 25·0 Zm. Der Brustkasten der Fettschafe besitzt eine stark ausgeprägte Keilform; er ist hinten, so weit er Baucheingeweide umschliesst, weit und er wird nach vorn, über dem eigentlichen Brustraume, sehr eng.

Auch die Erweiterungsfähigkeit des Brustkastens ist bei den Fettschafen geringer und sie sind nach Roloff zu recht tiefem und gutem Athmen nicht befähigt.

Im Anschlusse an die Roloff'schen Untersuchungen hat G. Kögel*) Messungen an dem knöchernen Brustkasten von verschiedenen Hausthieren und von Hirschen ausgeführt. Das Ergebniss dieser Messungen zeigt nebenstehende Tabelle LIX.

Im Brustkasten frischgeschlachteter Merinos (7 Stück) und Southdowns (4 Stück) fand Kögel folgende, durchschnittlich berechneten Verhältnisse:

	Merinos	Southdowns
1. Länge der Rücken- und Lendenwirbelsäule = 100 zur Brustbeinlänge	46·7	41·9
2. Länge der Rückenwirbelsäule = 100 zur Brustbeinlänge	71·8	67·6
3. Länge vom ersten zum vorletzten Rückenwirbel = 100 zur Brustbeinlänge	81·7	86·1
4. Länge vom ersten zum vorletzten Rückenwirbel = 100 zum senkrechten Abstande des Brustbeinendes von der Wirbelsäule	84·4	79·1
5. Brustbeinlänge = 100 zum senkrechten Abstande des Brustbeinendes von der Wirbelsäule	104·3	92·5

Die Wägungen der Lungen und Herzen von sieben Merino- und vier Southdownschafen ergaben im Durchschnitte auf 1 Kilo Lebendgewicht berechnet: bei den Merinos 11·6 Grm. Lunge und 4·1 Grm. Herz; bei den Southdowns 8·2 Grm. Lunge und 3·3 Grm. Herz.

Wurden die Lungen der Merinos und Southdowns in Wasser getaucht, so betrug das Volum des verdrängten Wassers durch die erschlaffte Lunge, berechnet auf 1 Kilo Lebendgewicht: bei Merinos 35·0 Kzm., bei Southdowns 22·6 Kzm.; das Volum des verdrängten Wassers durch die aufgeblasene Lunge betrug auf 1 Kilo Lebendgewicht: bei Merinos 88·8 Kzm., bei Southdowns 57·9 Kzm. Das Volum der Lunge von Merinoschafen war also bedeutend grösser, als das von Southdownschafen, welche sich vor jenen auszeichnen durch Frühreife und grössere Mastfähigkeit.

Dass die verschiedenartige Form des Brustkastens eine Folge der verschiedenartigen Ernährung ist, ergibt sich aus einem Versuche von Wollny**) an zwei Ziegen von einem Wurfe, von

*) Fühling's landw. Zeitung, 1872. S. 801.

**) Landw. Jahrb. v. Nathusius und Thiel. II. 214.

Tabelle LIX. Maassverhältnisse am knöchernen Brustkorbe einiger Haus- und Jagdthiere (in Zentimeter).

Thierart	Länge der Rücken- und Lendenwirbelsäule = 100 zur Brustbeinlänge	Länge der Rückenwirbelsäule = 100 zur Brustbeinlänge	Raum zwischen letzten wahren Rippen bei Knorpelansatz = 100 zur Entfernung der Rippenpaare.			Raum zwischen letzten wahren Rippen in Mitte der Rippenlänge = 100 zur Entfernung der Rippenpaare			Entfernung von dem Ansatze der letzten wahren Rippen bis zum vorletzten Rückenwirbel = 100 zur Brustbeinlänge	Entfernung vom Ansatze der letzten wahren Rippen, bis zum vorletzten Rückenwirbel = 100 zum senkrechten Abstande des oberen Brustbeinendes von der Wirbelsäule.	Brustbeinlänge = 100 zum Abstande des Brustbeinendes von der Wirbelsäule.
			1. vom obern Drittel	3.	4.	1. vom obern Drittel	3.	4.			
Southdownschaf	38·8	69·5	28·0	44·0	52·0	27·2	49·5	57·5	80·0	88·4	87·7
Frankenschaf	36·0	56·4	40·8	52·1	65·2	30·3	48·3	63·2	70·0	64·4	91·6
Zackelschaf	41·1	65·0	37·3	46·6	45·7	33·1	51·2	60·0	74·2	89·3	96·6
Marschschaf	43·0	70·9	28·5	37·4	44·8	27·6	45·2	54·2	81·9	77·1	94·1
Haidschnucke	42·1	72·5	38·8	50·0	61·1	32·4	52·7	72·2	83·7	81·3	97·2
Bergamaskerschaf	43·1	68·8	27·6	49·5	62·0	32·0	50·5	55·5	85·4	81·8	90·6
Fettschwanzschaf	42·1	72·5	48·0	48·0	48·0	31·1	48·0	60·3	79·3	83·4	83·4
Schafziege	34·2	55·9	46·0	52·8	60·6	29·9	51·0	62·0	65·1	80·6	122·5
Hausziege, männlich	42·7	71·0	22·4	23·5	31·0	22·1	37·3	55·7	76·1	76·3	100·0
„ weiblich	40·4	76·0	28·3	37·5	37·5	25·1	42·2	53·3	106·7	89·8	84·2
Thibetziege	41·9	65·0	30·0	21·5	26·1	24·3	37·7	50·3	75·4	66·8	89·0
Lama	40·0	66·6	53·1	32·8	39·0	35·4	54·1	76·0	110·4	79·7	72·2
Dammhirsch	41·9	68·0	28·7	32·3	38·1	21·0	33·1	46·6	81·6	98·4	120·5
Edelhirsch	48·0	75·8	21·9	31·2	38·8	26·8	38·4	52·0	114·2	98·0	85·8
Elenn	53·0	82·0	45·6	60·0	65·7	33·1	47·9	58·6	91·5	92·2	100·3
Chinesisches Schwein	35·0	48·5	26·2	47·5	64·7	21·9	50·8	63·0	56·0	70·0	125·5
Hausschwein	34·8	47·7	33·3	45·8	55·0	25·0	53·1	68·0	63·4	54·3	96·9
„	33·0	51·7	26·2	41·4	51·3	25·3	53·1	67·7	56·0	63·0	99·4
Maskenschwein	34·9	51·2	33·0	42·0	62·0	23·9	50·0	71·0	65·4	68·5	100·5

denen die eine (die Milchziege) beinahe neun Monate nur mit Kuhmilch, die andere (die Futterziege) ebenso lange nur mit vegetabilischer Nahrung ernährt wurde. Obgleich die Milchziege kräftiger entwickelt und um 2·4 Kilo schwerer war als die Futterziege, war der Brustraum der Milchziege entschieden kleiner; ihre Rippen waren ganz flach, während bei der Futterziege die Rippen in verhältnissmässig weitem Bogen aus der Wirbelsäule entsprangen und sich ebenso an das Brustbein ansetzten. Die Messungen am Skelet ergaben, dass die Länge der Rippen und ihr Abstand von einander (1. bis 7. Rippe) bei der Futterziege grösser war, als bei der Milchziege. Nichtsdestoweniger war die Länge des Brustbeines und der Abstand desselben von der Rückenwirbelsäule entschieden grösser als bei jener, wie die von Wollny angegebenen Maasse beweisen. Nach Wollny ist demnach die Grösse des Brustraumes wenigstens nicht immer abhängig von der Länge des Brustbeines und von der Höhe des Brustkastens, sondern ebensowohl von der Wölbung, beziehungsweise von der Länge der den Brustraum bildenden Rippenpaare.

Dieses Ergebniss der Wollny'schen Untersuchung stimmt überein mit der von Sanson festgestellten Thatsache: dass frühreife Thiere kürzere Knochen haben als spätreife Thiere.

Der Einfluss der Ernährung auf die Form des Magens und des Darmkanales bei wiederkäuenden Hausthieren ist zuerst von mir*) durch mehrere Versuche festgestellt worden, aus denen sich ergibt:

1. Dass das prozentische Verhältniss zwischen Lebend- und Schlachtgewicht im umgekehrten Verhältnisse steht zur Entwicklung, beziehungsweise zum Maassinhalte des ganzen Magens; d. h. das Schlachtgewicht (Fleischgewicht) des jugendlichen Thieres ist grösser bei kleinerem Magen, beziehungsweise bei geringerem Rauminhalte desselben.

2. Dass das Verhältniss des Schlachtgewichtes um so grösser ist, je kleiner die Maassdifferenz ist zwischen Pansen und Haube einerseits und Psalter und Labmagen andererseits.

Die entscheidende Grösse für diese Verhältnisse ist die Entwicklung des Labmagens. Je mehr diese gefördert wird durch

*) Journ. f. Landw. 1865. 448. „Beiträge zur landw. Thierzucht." Leipzig. 1871. S. 230. „Untersuchungen über den Magen der wiederkauenden Hausthiere." Berlin, 1872, S. 19.

möglichst lange Ernährung mit Milch, oder mit dieser ähnlichen, intensiv nährenden Futtermitteln, um so mehr entwickelt sich der Rumpf, und um so grösser wird das Schlacht- oder Fleischgewicht. Bei allen neugeborenen und bei jugendlichen Wiederkäuern, ist das Grössenverhältniss zwischen Labmagen und Pansen das kleinste. Je mehr also durch intensiv nährende Futtermittel (Milch, Tränken von Leinsamen und Leinkuchen, Malzkeime u. dgl.) der Labmagen und dessen Grössenverhältniss zum Pansen auf den Jugendzustand des Thieres erhalten wird, desto rascher und für den Viehhalter vortheilhafter ist in der Regel die Entwicklung des jungen Thieres. Die Frühreife unserer wiederkauenden Hausthiere ist also hauptsächlich bedingt durch die raschere Entwicklung des Labmagens, beziehungsweise durch die zurückgehaltene Entwicklung der drei ersten Magenabtheilungen.

Die Ergebnisse meiner Untersuchungen wurden durch Wollny*) vollkommen bestätigt; er konnte (in Folge der rein animalischen Ernährung seiner Milchziege, und der rein vegetabilischen Ernährung seiner Futterziege) auch eine theilweise Veränderung der Gestalt an seinen Versuchsthieren nachweisen; die Milchziege zeichnete sich vor der Futterziege aus durch grössere Breite der Brust und Kruppe, durch kräftigere Gliedmassen, muskulöseren Hals, massiger Haarentwicklung u. s. w. Besonders deutlich treten die schon oben bezeichneten Unterschiede in dem Baue des Knochengerüstes hervor.

Den Einfluss der Ernährung auf die Form des Schädels, hat H. v. Nathusius**) an Schweinen festgestellt; er beobachtete ein etwa zwei Monate altes Ferkel, welches bald nach dem Entwöhnen durch mangelhafte Verdauung auffällig war. Bis dahin war es gesund gewesen; es wurde von da an bis zum Alter von neunzehn Monaten ununterbrochen beobachtet, es wurde ihm dieselbe Nahrung gereicht wie den übrigen Thieren; es verzehrte dieselbe zwar, aber es zeigte fortwährend eine mangelhafte Verdauung. Als das Thier neunzehn Monate alt war, zeichnete es sich durch einen langen, schmalen, relativ sehr grossen Kopf aus, es war mager, schmal, hochbeinig. Jetzt wurde es getödtet und der Schädel präparirt. Bei der Untersuchung ergaben sich

*) a. a. O. S. 213.

**) „Vorstudien für Geschichte und Zucht der Hausthiere, zunächst am Schweineschädel.“ Berlin, 1864. S. 99.

viele Narben in der innern Magenhaut und einige eiternde Geschwüre am Magen, als Ursache seiner schlechten Verdauung. Nathusius nimmt an, dass die durch krankhafte Zustände bewirkte schlechte Ernährung in ihrer Wirkung gleich ist einer nicht genügenden Ernährung des gesunden Thieres (was sich übrigens bestreiten lässt).

Um nun den Schädel dieses schlecht ernährten Thieres mit dem eines gut ernährten zu vergleichen, wählte Nathusius von drei geschlachteten Schweinen derselben Zucht (welche bis dahin gut, aber keineswegs reichlich ernährt waren) einen Schädel aus, welcher mit dem des schlecht ernährten ganz genau in derselben Zahnperiode stand. Beide hier verglichenen Thiere waren von demselben Vater, die Mütter beider waren rechte Schwestern; beide waren weiblich, aber das schlecht ernährte Thier war um mehrere Wochen älter. Die Unterschiede in den Maassen beider Schädel zeigt folgende Tabelle in Millimeter.

Längenmaasse:	gut ernährt	schlecht ernährt
Entfernung zwischen Hinterhauptloch und Pflugschar	53	45
Achse zwischen Schnauze und Hinterhauptloch	266	268
„ „ Gaumen „ „	89	83
„ „ „ „ Schnauze	178	186
Backenzahntheil des Gaumens	126	132
Schneidezahntheil des Gaumens	52	54
Länge der Nasenbeine	130	139
„ von der Nasenwurzel bis Hinterhauptkamm	135	132
Achse zwischen Nasenspitze und „	263·5	270
Breitenmaasse:		
Grösster Durchmesser des Jochbogens	161	149
„ „ der Stirne	105	99
„ „ „ Oberkiefer bei Präm. I.	64	61·5
Grösste Höhe des auf dem Unterkiefer ruhenden Kopfes . . .	214	189
„ „ der Jochbogen	41	34·5

Aus allen diesen Maassen erkennt man: dass bei dem schlecht ernährten Thiere der Schädel in allen Gesichtstheilen das Längenmaass der Norm überschritten hatte, während alle Breitenmaasse vom Schädel des gut ernährten Thieres grösser waren, als die des schlecht ernährten. Bei letzterem war auch der Schmelzüberzug der Zähne sehr dünn und wenig faltig geworden, und alle Nebenhöcker und Warzen waren schwach

entwickelt; am ersten Backenzahne war sogar kaum eine Spur davon vorhanden.

In meiner früheren Schweinezucht zu Pogarth liess ich ein in der Entwicklung zurückgebliebenes, sonst aber gesundes, 48 Tage altes englisches Ferkel schlachten, welches nur 2·5 Kilo wog; alle seine Organe waren normal, der Magen war gesund, aber sein Raummaass betrug bloss 23 Kzm. Ein zum Vergleiche geschlachtetes, viel besser ernährtes Ferkel der gleichen Zucht, das 42 Tage alt war und 4·66 Kilo wog, hatte einen Magen von 232 Kzm. Raummaass. Das in Folge seines kleineren Magens schlechter ernährte Ferkel war, wie in dem Falle von Nathusius, verhältnissmässig hochbeinig und langköpfig, und es liess kaum noch die den englischen Schweinerassen eigenthümliche Körperform erkennen.

3. Die Muskelübung wirkt in der Weise auf die Form des Thierkörpers, dass die Knochentheile, an welchen die häufiger gebrauchten und kräftiger entwickelten Muskeln verlaufen, grösser, beziehungsweise länger oder breiter werden, je nach dem Verlaufe der mit den Knochen verbundenen Muskeln. Die Beeinflussung der Knochentheile und damit der ganzen Körperform, kann selbstverständlich nur während des Zeitraumes stattfinden, in welchem das Knochenwachsthum noch nicht abgeschlossen ist. Während dieser Zeit aber werden nicht nur die Grössenverhältnisse, sondern auch die Lagenverhältnisse der einzelnen Körpertheile (z. B. die Stellung der Schulter und der Hüfte, die Winkelstellung der Gelenke u. s. w.) wesentlich durch Muskelübung beeinflusst.

Der grosse Einfluss der Vererbung auf die Körperform der Hausthiere dürfte hauptsächlich wohl der, durch Muskelübung erworbenen Anpassung zu danken sein; wir erkennen dies unter Anderem aus der verschiedenartigen Körperform des englischen Vollblutpferdes (Rennpferdes), und des arabischen Pferdes, die beide nahe verwandt sind. Durch die äusserste Anspannung der Gliedermuskeln und durch die fortwährende systematische Muskelübung bei sehr intensiver Ernährung (was die Aufgabe des sogenannten Training ist), ist aus der harmonischen Musterform des orientalischen Pferdes ein hochbeiniges, im Rumpfe langgestrecktes Thier geworden, dessen Form für den Gebrauch zum Rennen sehr zweckmässig erscheint, denn im Zustande des Training ist es eher einem Hirsche, als einem gewöhnlichen Pferde ähnlich.

Den Einfluss der Muskelübung auf die Schädelform bei Schweinen hat H. von Nathusius*) nachgewiesen, er erklärt die aufgestülpte Schnauze und die nach vorn geneigte Hinterhauptschuppe, sowie die eingeknickte Profillinie des Schädels der hochkultivirten Schweine, aus der verminderten Wirkung der Muskeln des Rüssels und des Nackens, weil das Kulturschwein nicht nöthig hat seine Nahrung zu erwerben mit Hilfe des Rüssels; es braucht nicht in der Erde zu wühlen und Kessel zu graben, um seine Ernährung und seine Wohnung zu sichern. Dagegen ist die Profillinie des Wildschweinkopfes fast gerade, in Folge des Gebrauches der stark entwickelten Rüssel- und Nackenmuskeln, von denen jene die Schnauzenspitze nach abwärts, diese die Hinterhauptsschuppe nach hinten ziehen; dadurch wird die Profillinie des Kopfes gleichsam ausgereckt und grade gerichtet.

Durch Ernährung und Muskelübung werden also die Körperformen der Hausthiere den wirthschaftlichen Zwecken des Menschen angepasst. Die Ernährung wirkt in manchen Fällen zusammen mit vermehrtem Muskelgebrauche; dadurch entsteht z. B. die Körperform des Rennpferdes. In anderen Fällen wirkt die Ernährung im Vereine mit vermindertem Muskelgebrauche; dadurch entstehen z. B. die Mastformen der Hausthiere.

§. 271. *Die Proportionen des Pferdes.*

(Hierzu Tafel XXVII bis XXX.)

Die Linie, welche die auf der Standfläche eines Pferdes errichteten beiden Perpendikel (*a* und *u* in Fig. 160 und 161 **), die vorn der Bugspitze, hinten dem Gesässhöcker des Pferdes anliegen, verbindet, nenne ich die Grundlinie des Pferdes. Wenn die Grundlinie durch den goldenen Schnitt mehrfach getheilt wird, und auf den Theilpunkten Perpendikel errichtet werden, die auf der Rückenlinie des Pferdes endigen, so werden folgende Körpertheile des Pferdes durchschnitten oder berührt.

---

*) a. a. O. S. 103.

**) Fig. 160 ist der nach einer Photographie entworfene Umriss der arabischen Vollblutstute „Schagya X—2“ aus Mezöhegyes; Fig. 161 ist der nach einem Oelgemälde von A. Zampis entworfene Umriss der englischen Vollblutstute „Kincsem“ vom Cambuscan aus der Waternymphe.

Fig. 160.

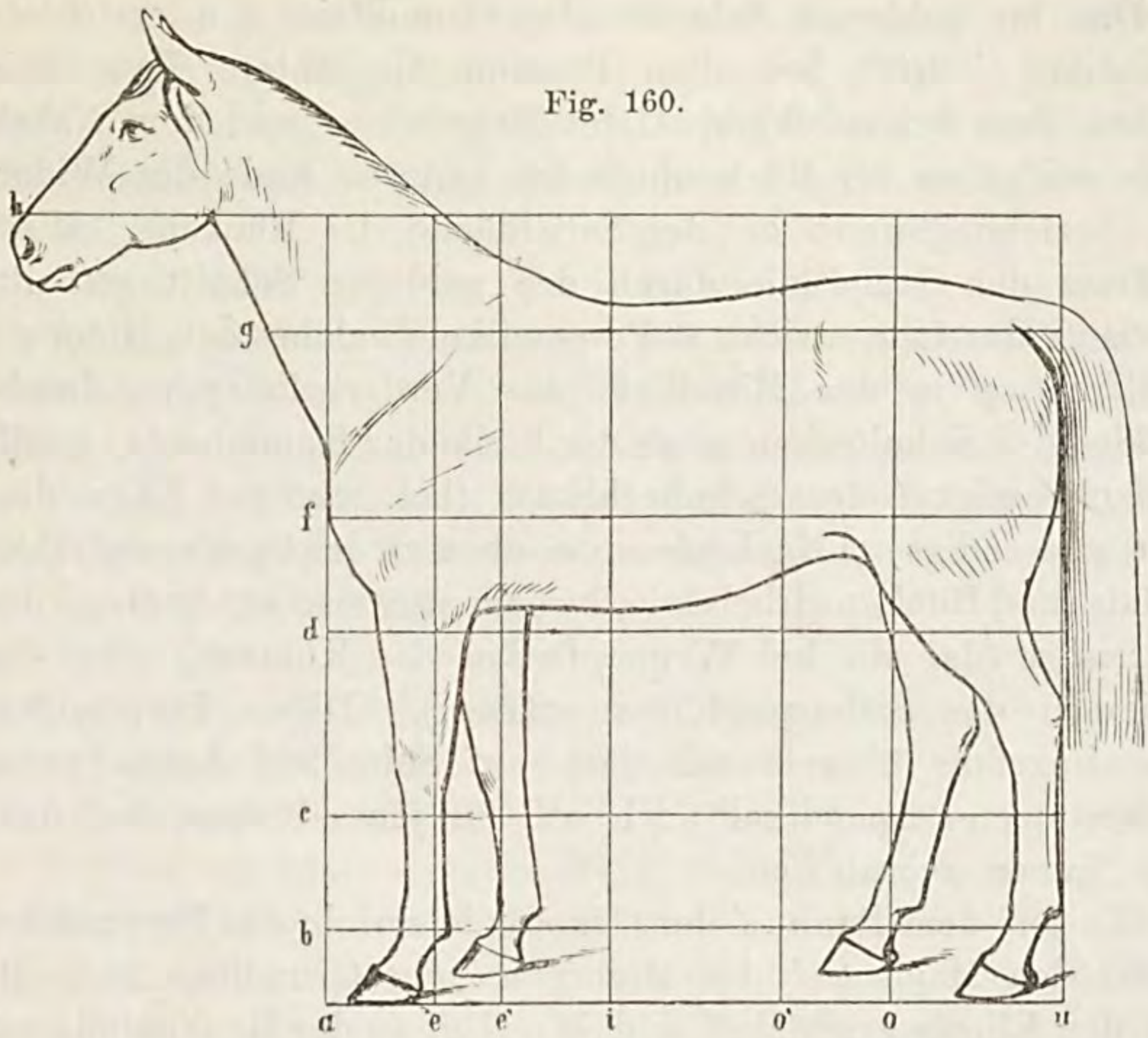
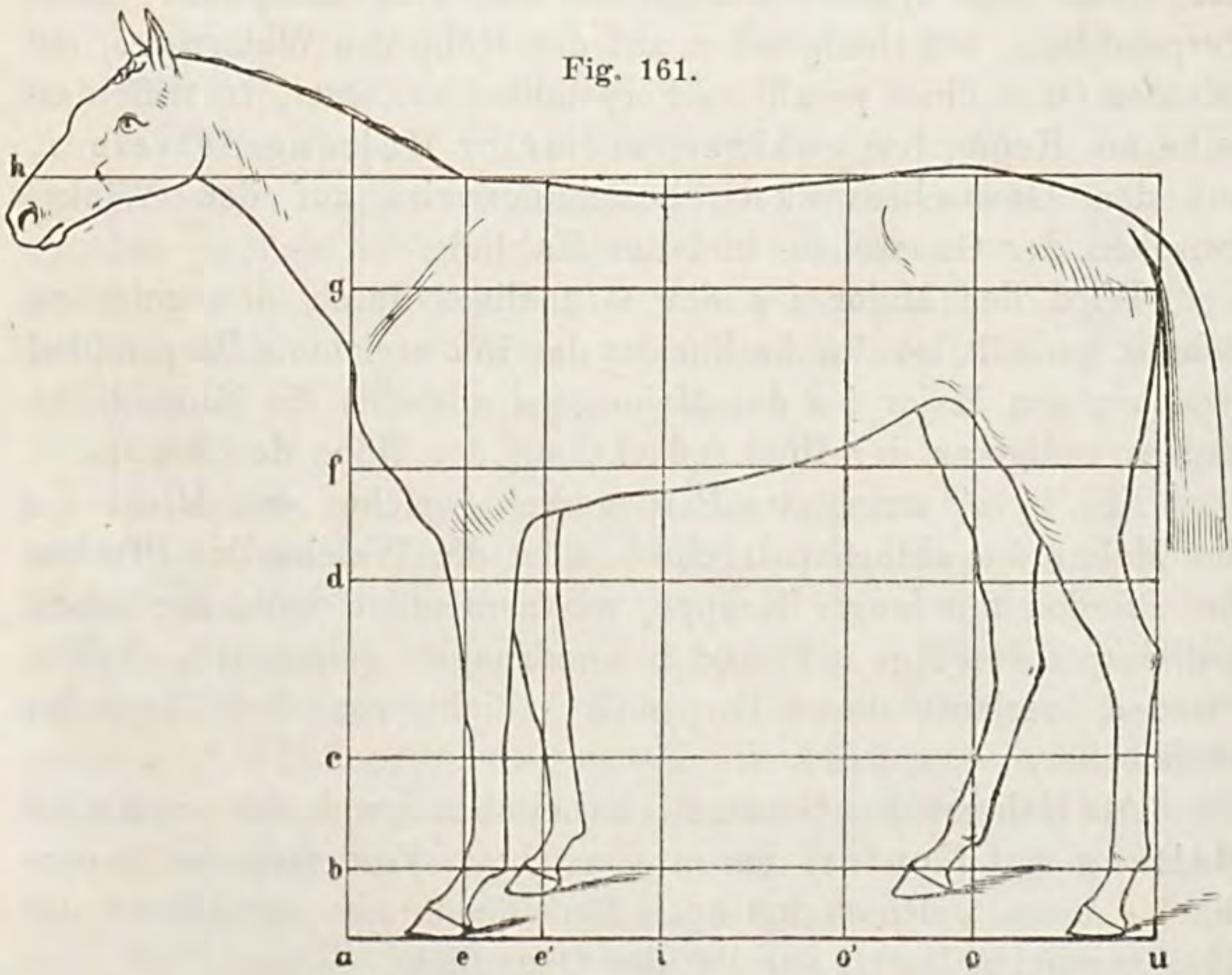


Fig. 161.



Das im goldenen Schnitte der Grundlinie *a u* errichtete Perpendikel *i* trifft bei allen Pferden die untere Bauchlinie zwischen dem Schaufelknorpel des Brustbeines und dem Nabel, und es endigt an der Rückenlinie am hinteren Ende des Widerristes, beziehungsweise an der Sattelfläche des Rückens. Wird der Minor der Grundlinie durch den goldenen Schnitt getheilt, so verläuft das in *e* errichtete Perpendikel (welches den Minor *a e* abtheilt) etwa in der Mittellinie des Vorderbeines; es durchschneidet den Schulterkamm an der Stelle der Kammbeule, streift den Nackenwinkel des Schulterblattes (bei schräger Lage desselben) und endigt am Nackenkamme, etwa an der Grenze zwischen der Hals- und Rückenwirbelsäule, beziehungsweise am Anfange des Widerristes (da, wo bei Wagenpferden das Kummet, oder der Halsriemen des Sielengeschirres aufliegt). Dieses Perpendikel stimmt ungefähr überein mit dem auf Seite 296 bezeichneten „Vorderstützen-Perpendikel"; ich will für jenes Perpendikel denselben Namen gebrauchen.

Ein auf dem Punkt *e'* der Grundlinie errichtetes Perpendikel (welches den Major *a e'* des Minors *a i* der Grundlinie abtheilt) streift den Ellenbogenhöcker und es endigt an der Rückenlinie auf der Höhe des Widerristes. Wird auf dem Endpunkt dieses Perpendikels, beziehungsweise auf der Höhe des Widerristes, ein mit der Grundlinie paralleles Perpendikel errichtet, so trifft dasselbe am Kopfe, bei ruhiger, normaler Haltung desselben, auf den Ganaschenwinkel, beziehungsweise auf den Winkel zwischen der Ganaschen- und der Halslinie.

Wird der Major *i u* der Grundlinie durch den goldenen Schnitt getheilt, so durchschneidet das in *o* errichtete Perpendikel (welches den Major *i o* des Majors *i u* abtheilt) die Kniescheibe und es endigt an der Rückenfläche auf der Höhe der Kruppe.

Ein in *o'* errichtetes Perpendikel (welches den Minor *i o* des Majors *i u* abtheilt) durchschneidet die Weiche des Pferdes. Bei Pferden mit langer Kruppe, wie namentlich beim englischen Vollblutpferde (Fig. 161) und bei gedrungen gebauten norischen Pferden, verläuft dieses Perpendikel dicht vor dem lateralen Hüfthöcker.

Als Höhenmaass benutze ich (bei oben erwähnter normaler Haltung des Kopfes) das in *e* errichtete Vorderstützen-Perpendikel *e h*, an welchem ich noch fünf Theilungen vornehme; die Theilungslinien laufen parallel der Grundlinie.

Das im goldenen Schnitte der Linie *e h* errichtete Perpendikel trifft bei *f* die Bugspitze, und die Linie *a f* (gleich dem Major von *e h*) ist ungefähr gleich dem Major der Grundlinie *a u*. Bei dem englischen Vollblutpferde liegt die Bugspitze stets höher als bei *f*.

Den Major *a f* des Vorderstützen-Perpendikels theile ich durch den goldenen Schnitt, und das auf *c* errichtete Perpendikel (welches den Minor *a c* abtheilt) durchschneidet das Vorderkniegelenk etwas unterhalb des Hakenbeines und es trifft das Hinterbein etwas unterhalb des Wadenbeinkopfes. Bei englischen Vollblutpferden liegt das Hakenbein (os carpi accessorium) etwas höher, als bei den übrigen Pferderassen.

Wird die Linie *a c* durch den goldenen Schnitt getheilt und in *b* ein Perpendikel (welches den Minor *a b* abtheilt) errichtet, so trifft dieses am Vorder- und Hinterbeine in das Gelenk zwischen Mittelfuss und Fesselbein.

Wird die Linie *c f* (der Major von *a f*) durch den goldenen Schnitt getheilt und in *d* ein Perpendikel errichtet (welches den Major *c d* abtheilt), so berührt dieses die untere Bauchfläche und es trifft den Hinterrand des Unterschenkels etwas unterhalb der Stelle, wo der Kopf vom Oberschenkelmuskel des Fersenbeines (musc. gastrocnemius) zwischen den Bäuchen des lateralen und medialen Kreuzsitzbeinmuskels (musc. biceps femoris et semitendinosus) herauskommt. Der Theil dieses Perpendikels, welcher den Unterarm sagittal durchschneidet, ist bei normal gebauten Pferden doppelt so gross, wie der Theil des Perpendikels *c*, welcher das Vorderkniegelenk sagittal durchschneidet. Der Theil des Perpendikels *d*, welcher den Unterschenkel sagittal durchschneidet ist bei normal gebauten Pferden dreimal so gross, als der Theil des Perpendikels *c*, welcher den Hinter-Mittelfuss sagittal durchschneidet; bei englischen Vollblutpferden ist jener Theil des Perpendikels *d* nur etwa $2^1/_2$ Mal grösser, als der den Hinter-Mittelfuss sagittal durchschneidende Theil des Perpendikels *c*.

Bei Hengsten der norischen und anderer europäischer Pferderassen, fällt das Perpendikel *d* mit der unteren Bauchlinie zusammen; bei Stuten, welche schon geboren haben, steht die untere Bauchlinie etwas tiefer, und bei Hengsten und Stuten der arabischen und der englischen Vollblutrasse steht sie höher als das Perpendikel *d;* bei Pferden der letztgenannten Rasse, welche sich im Training, beziehungsweise in Rennkonstitution befinden,

erhebt sich die untere Bauchlinie über das Perpendikel *d* um die Höhe der Vorderröhre (entsprechend der Linie *b c*).

Wird endlich der Minor *f h* des Vorderstützen-Perpendikels *a h* durch den goldenen Schnitt getheilt und in *g* ein Perpendikel errichtet (welches den Major *f g* abtheilt), so entspricht dieses ungefähr dem Verlaufe der Bauchlinie der Rückenwirbelsäule und es trifft nach hinten auf den unteren Umfang des Afters; beim norischen Pferde liegt dieses Perpendikel höher, beim englischen Vollblutpferde aber liegt es tiefer als die Bauchlinie der Rückenwirbelsäule.

Die normale Kopflänge des Pferdes entspricht dem Minor *f h* des Vorderstützen-Perpendikels*). Etwa von gleicher Grösse ist die Höhe des Fersenbeinhöckers vom Boden; beim norischen Pferde ist diese Höhe stets kleiner, beim englischen Vollblutpferde stets grösser als jener Minor. Von fast gleicher Grösse wie der Minor *f h*, beziehungsweise wie die Kopflänge, ist die Länge der Kruppe, gemessen in der geraden Linie vom lateralen Hüfthöcker bis zum Gesässhöcker; bei schweren Lastpferden fand ich auch die Brustbreite (die gerade Linie zwischen den beiderseitigen lateralen Rollfortsätzen des Oberarmbeines) gleich dem Minor des Vorderstützen-Perpendikels.

Die hier erörterten Proportionen des Pferdekörpers sind das Ergebniss mehrerer Messungen**) an lebenden Pferden und an guten Abbildungen. Die Messungen waren bisher nicht zahlreich genug, um daraus eine Normalform des Pferdes ableiten zu können. Zu diesem Zwecke müssten hunderttausende von Messungen vorgenommen und eben so viele Schemas des goldenen Schnittes angelegt werden. Wenn wir aus zahlreichen Messungen und Zeichnungen eine ideale Normalform des Pferdes gewonnen haben, so handelt es sich darum die gesetzmässigen Abweichungen von der Normalform für jeden Gebrauchszweck zu bestimmen. Ich habe in vorstehender Erörterung der Proportionen einige solcher Abweichungen bezeichnet; die gesetzmässige Begründung aller, den verschiedenartigen Gebrauchszwecken entsprechenden Abweichungen, ist eine Aufgabe der Zukunft. Vorläufig aber müssen wir uns begnügen mit der Erkenntniss der für die verschiedenartigen Leistungen des Pferdes zweckmässigsten Körperform, in soweit sich diese ableiten lässt aus der Mechanik des Bewegungsapparates. Die für die Zugleistung und die Tragleistung des Pferdes in Betracht kommenden Formen habe ich in §. 144 und 145 erörtert.

Zur Veranschaulichung der diesen Leistungen entsprechenden Formen gebe ich hierzu die Abbildungen eines Pinzgauer und eines Norfolker Pferdes. Tafel XXVII stellt dar den Pinzgauer-Dunkelfuchshengst Damask, 8 Jahre alt; Tafel XXVIII den Norfolk-Rapphengst Wold Ranger, im 5. Lebensjahre; beide Hengste gehören

*) Beim englischen Vollblutpferde ist die Kopflänge stets kürzer.

**) Ein Schema für diese Messungen ist in §. 284 mitgetheilt.

dem k. k. Hengstendepot Stadl in Oberösterreich an und sind dort von mir gemessen und von Herrn J. Varone gezeichnet worden. Tafel XXIX zeigt beide Hengste von vorn, Tafel XXX beide von hinten. Die geraden Linien auf den Abbildungen sind bloss zur besseren Vergleichung der Formen gezogen, und sie beziehen sich nicht auf das Schema des goldenen Schnittes. Die auf Tafel XXVIII mit Buchstaben bezeichneten Linien bedeuten: *a* die Bugspitzenlinie, *b* die Widerristlinie, die bei *b'* dem Ellenbogenhöcker anliegt und bei *c* dem Hakenbeine gegenüber steht, das in halber Höhe des Ellenbogenhöckers liegt; *d* ist die Bug-Widerristlinie, *e* die Hüft- und Kreuzlinie, *f* das Gesäss-Perpendikel, welches dem knöchernen Gesässhöcker anliegt und bei *g* dem Fersenbeinhöcker gegenüber steht; *h* ist die Kruppenlinie, welche der Längsaxe des Hüftbeines entspricht.

Die Abbildungen verhalten sich zur natürlichen Grösse etwa wie 1 : 14·5; die Widerristhöhe des Norfolkers betrug (mit dem Stabe gemessen) 149 Zm., die des Pinzgauers 161 Zm., die Länge der Bug-Gesässlinie betrug beim Norfolker 159 Zm., beim Pinzgauer 185 Zm., die Höhe der Bugspitze bei jenem 102 Zm., bei diesem 107 Zm.; die Mittheilung der übrigen Maasse, die mit der Zeichnung übereinstimmen, erspare ich mir. Der Kopf des Norfolkers ist im Verhältnisse zu den Proportionen des Rumpfes entschieden zu klein, die Zeichnung aber gibt das natürliche Verhältniss richtig wieder.

Die Unterschiede zwischen beiden Pferden, welche die Formen eines schweren Lastpferdes und eines leichten bis mittelschweren Reitpferdes darstellen, geben die Zeichnungen so augenfällig wieder, dass eine weitere Beschreibung überflüssig ist. Beim Pinzgauer tritt das Ueberwiegen der todten Masse und das schwerere Gewicht im Vordertheile deutlich hervor; auffallend bei ihm ist auch die kräftige Entwickelung der Kruppen- und der Hosenmuskeln, der tiefe Schwanzansatz und die Breite der Sprunggelenke, sowie die Breite der Brust und der Kruppe.

§. 272. *Die Proportionen des Rindes.*

(Hierzu Tafel XXXI bis XXXIV.)

Das auf dem goldenen Schnitt*) der Bug-Gesässlinie errichtete Perpendikel *i* (Fig. 162 und 163**) fällt bei allen Hausrindern zwischen den Schaufelknorpel des Brustbeines und den

*) Die Bezeichnung der auf den Theilungen des goldenen Schnittes errichteten Perpendikel beim Rinde, Schweine und Schafe, ist die gleiche wie beim Pferde. Die auf der Grundlinie errichteten Perpendikel sind mit Vokalen, die auf dem Vorderstützen-Perpendikel errichteten Perpendikel mit Konsonanten bezeichnet. Beim Rindvieh habe ich bisher nur an Kühen den goldenen Schnitt angewendet. In diesem Paragraphen verstehe ich unter „Milchvieh" die vorzugsweise zur Milchproduktion und zur Erzeugung von Milchvieh benützten Kühe; unter „Fleischvieh" die zur Erzeugung von Mastvieh benützten Kühe.

**) Fig. 162 ist der Umriss einer Shorthorn-Kuh aus der Zucht des Herrn Th. Crisp zu Butley-Abbey in England; Fig. 163 ist der Umriss der Holländer Kuh „Bielina" aus der Zucht des Herrn R. von Donat auf Chmiellowitz in Preuss. Schlesien, beide nach Photographien.

Nabel. Das Vorderstützen-Perpendikel *e h* trifft auf die Höhe des Widerristes. Das auf *e'* (dem Major *a e'* vom Minor der Grundlinie) errichtete Perpendikel liegt beim Fleischvieh (Fig. 162) dem Ellenbogenhöcker dicht an, beim Milchvieh gewöhnlich um die Grösse eines halben bis ganzen Rinderfusses (= *a b*) hinter demselben; in weiterer Verlängerung berührt dieses Perpendikel den Rückenwinkel des Schulterblattes.

Das auf *o* errichtete Perpendikel (welches den Major *i o* vom Major der Grundlinie abtheilt) durchschneidet die Kniescheibe und es endigt auf der Höhe des Kreuzbeines. Das auf *o'* errichtete Perpendikel (welches den Minor *i o'* vom Major der Grundlinie abtheilt) durchschneidet beim Milchvieh die Weiche, beziehungsweise die Hungergrube, beim Fleischvieh berührt es den lateralen Hüfthöcker.

Bei normaler Haltung des Kopfes (die der folgenden Messung zu Grunde liegt) trifft das durch *h* (dem Endpunkte des Vorderstützen-Perpendikels) gelegte Perpendikel auf den hinteren oberen Rand des Stirnbeines.

Das auf dem Major *a f* des Vorderstützen-Perpendikels errichtete Perpendikel durchschneidet bei allen Kühen die Bugspitze und es trifft das Hinterbein beim Milchvieh am Fersenbeinhöcker; beim Fleischvieh liegt der Fersenbeinhöcker tiefer. Das auf dem Minor *a d* des Vorderstützen-Perpendikels errichtete Perpendikel bildet die Bauchtangente; bei ausgezeichnetem Fleischvieh (z. B. bei Shorthorns) liegt die untere Bauchlinie meistens tiefer, bei ausgezeichneten Milchkühen liegt meistens der Brusttheil der unteren Bauchlinie höher, als jene Bauchtangente; bei allen guten Milchkühen hängt das Euter über die Bauchtangente nach abwärts.

Das auf dem Major *a c* der Linie *a d* (dem Minor des Vorderstützen-Perpendikels) errichtete Perpendikel durchschneidet das Vorderkniegelenk in der Höhe des Hakenbeines und es trifft das Hinterbein unter dem Wadenbeinkopfe (wie beim Pferde).

Das auf dem Minor *a b* der Linie *a c* errichtete Perpendikel durchschneidet am Hinter- und Vorderbeine das Gelenk zwischen Mittelfuss und Fesselbein.

Das auf dem Major *f g* der Linie *f h* (dem Minor des Vorderstützen-Perpendikels) errichtete Perpendikel bezeichnet die Bauchlinie der Rückenwirbelsäule und es trifft das Gesäss-

Perpendikel etwa am Gesässhöcker; seine Verlängerung nach vorn durchschneidet (bei normaler Haltung des Kopfes) die Augenhöhle.

Die Kopflänge ist bei allen Kühen gleich dem Minor *f h* des Vorderstützen-Perpendikels; bei Milchkühen ist dieser Minor

Fig. 162.

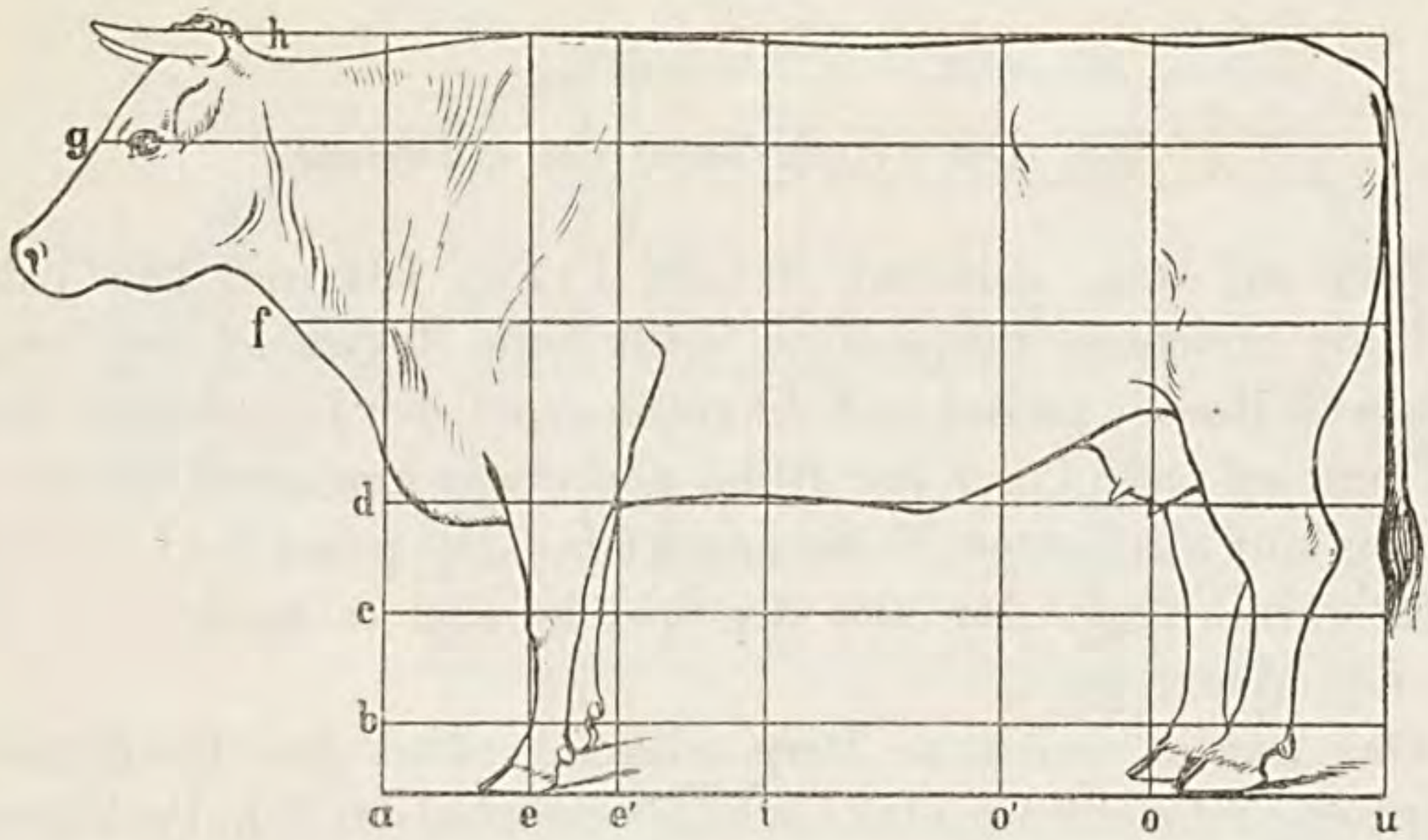
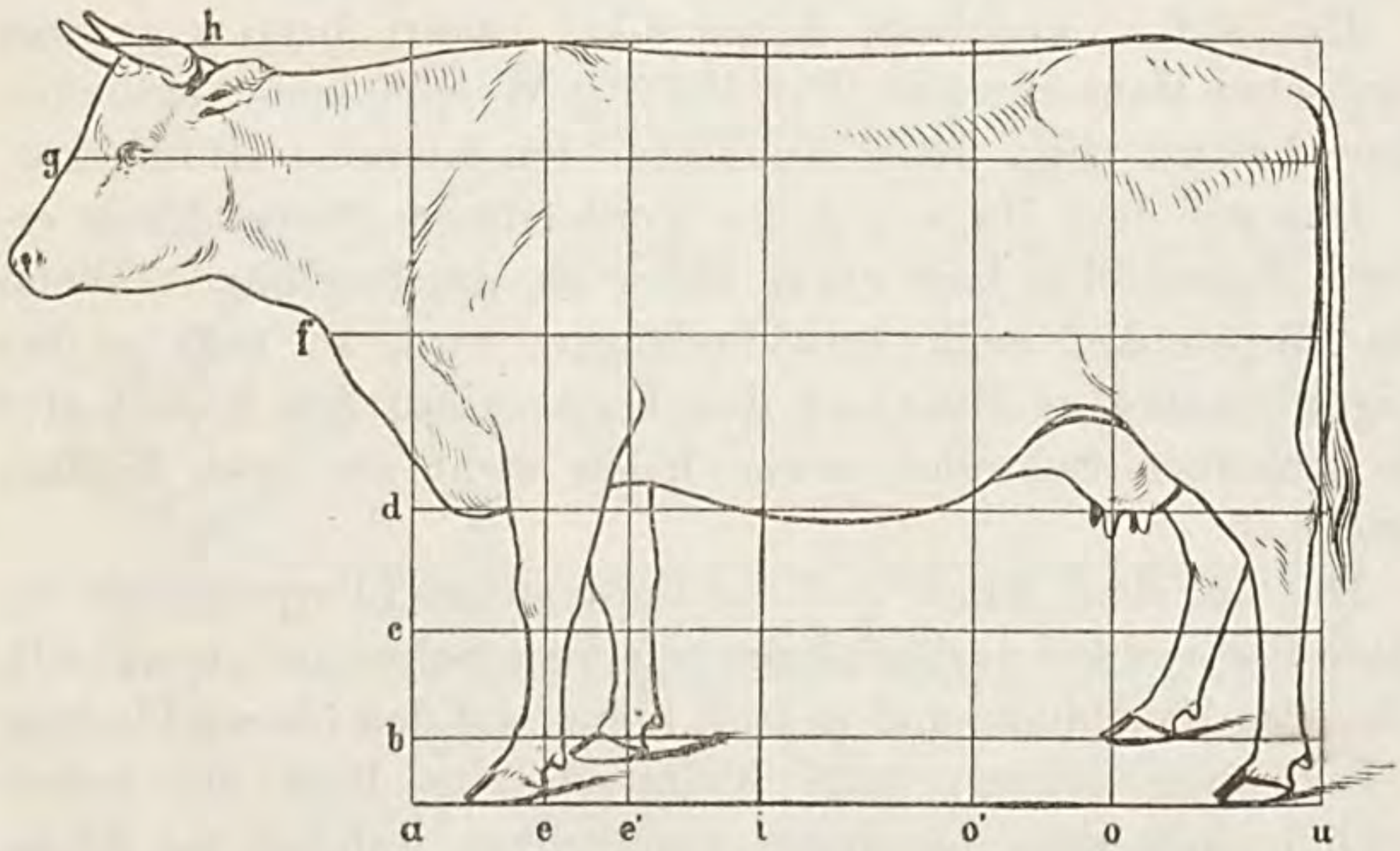


Fig. 163.



auch gleich der Höhe des Fersenbeinhöckers, bei Fleischkühen aber ist diese Höhe geringer als jener Minor.

Tafel XXXI stellt eine auf der Innsbrucker Landesthierschau 1877 gemessene und gezeichnete Duxer Kuh dar; Tafel XXXII eine Oberinnthaler Kuh von dort, die sich durch Milchreichthum ausgezeichnet hatte. Tafel XXXIII zeigt

diese beiden Kühe von vorn, Tafel XXXIV von hinten, links die Duxer, rechts die Oberinnthaler). Die auf diesen Tafeln gezogenen Linien haben dieselbe Bedeutung wie auf Tafel XXVII bis XXX.

Die Formen der Duxer Kuh veranschaulichen uns den Typus des Fleischviehes, die Formen der Oberinnthaler Kuh den Typus des Milchviehes (entsprechend der kurzhornigen Alpenrasse). Ich glaube, dass die Tafeln keiner weiteren Erklärung bedürfen.

§. 273. *Die Proportionen des Schweines.*

Das auf dem goldenen Schnitt *i* (Fig. 164 und 165*) der Grundlinie errichtete Perpendikel trifft beim Schweine (wie beim Pferde und Rinde) zwischen Schaufelknorpel des Brustbeines und Nabel und es endigt auf der Höhe des etwas konvexen Rückens.

Das auf *e* errichtete Vorderstützen-Perpendikel verläuft am Unterarme längs der Axe der Speiche und es endigt auf der Höhe des Widerristes.

Das auf *e'* errichtete Perpendikel berührt den Ellenbogenhöcker und es durchschneidet den Rückenwinkel des Schulterblattes.

Das auf *o* errichtete Perpendikel durchschneidet das Hinterkniegelenk und es endigt auf der Höhe der Kruppe.

Das auf *o'* errichtete Perpendikel passirt beim gemeinen europäischen Hausschweine (Fig. 164) die Weiche, beim englischen Kulturschweine (Fig. 165) berührt es den lateralen Hüfthöcker.

Das auf dem Major *a f* des Vorderstützen-Perpendikels errichtete Perpendikel liegt etwas höher als die Bugspitze. Wenn dieses Perpendikel nach vorn verlängert wird, so trifft es bei ruhiger normaler Haltung des Kopfes auf den Rüssel, der beim gemeinen Schweine etwas höher steht als beim Kulturschweine.

Das auf dem Minor *a d* des Vorderstützen-Perpendikels errichtete Perpendikel verläuft beim gemeinen Schweine unterhalb der unteren Bauchlinie, und es trifft hinten auf den oberen Umfang des Fersenbeinhöckers; beim Kulturschweine liegt die untere Bauchlinie stets tiefer als dieses Perpendikel, welches das Ellenbogengelenk durchschneidet und in seiner Verlängerung nach vorn den unteren Rand des Unterkiefers (bei ruhiger Haltung des

*) Fig. 164 ist der Umriss eines gemeinen europäischen Hausschweines; Fig. 165 ist der Umriss eines englischen Yorkshireschweines (nach Nathusius' Wandtafeln).

Kopfes) berührt; bei dem gemeinen Schweine steht der Kopf (bei ruhiger Haltung) stets höher.

Das auf dem Major *a c* des Vorderstützen-Minors errichtete Perpendikel durchschneidet das untere Ende des Unterarmes,

Fig. 164.

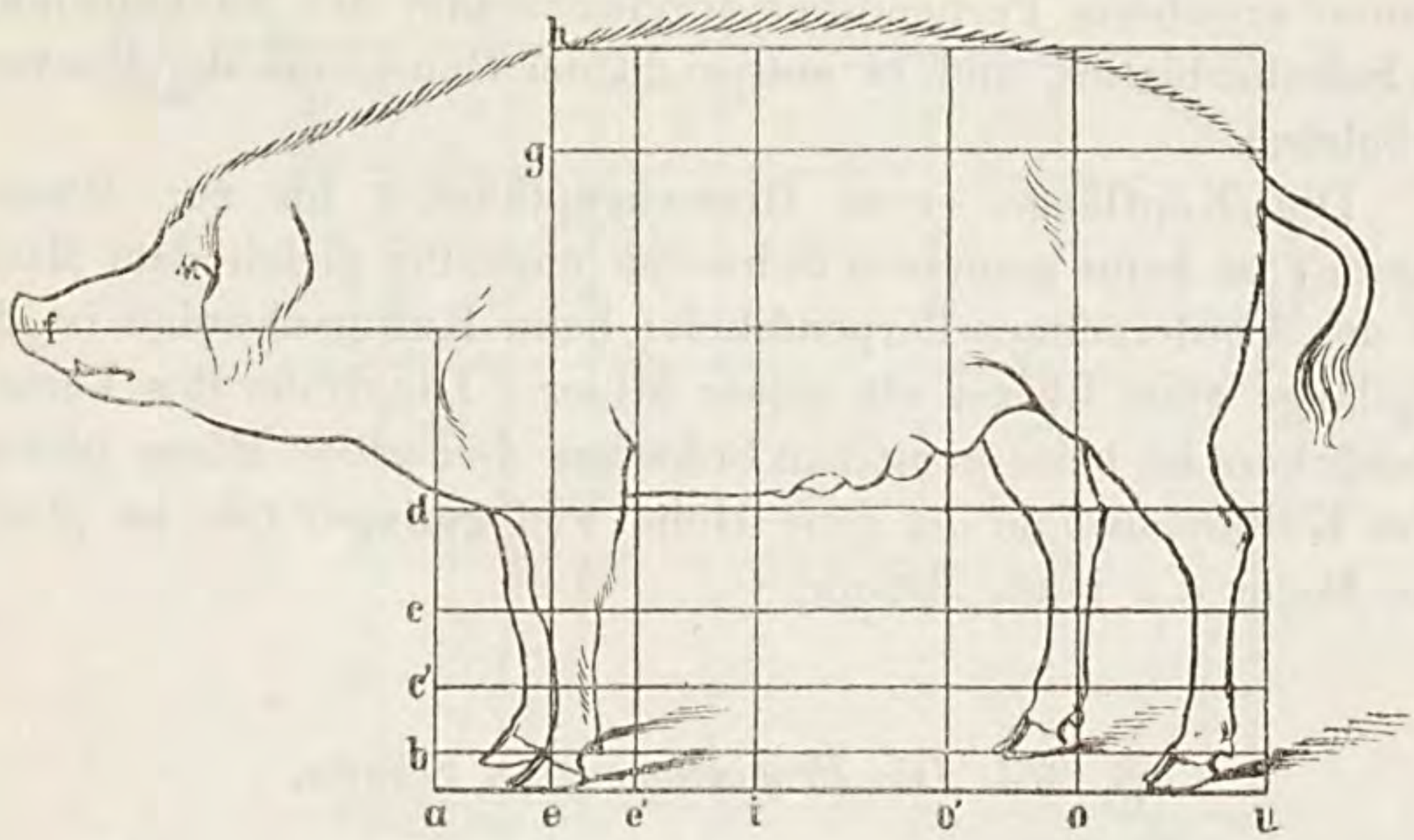
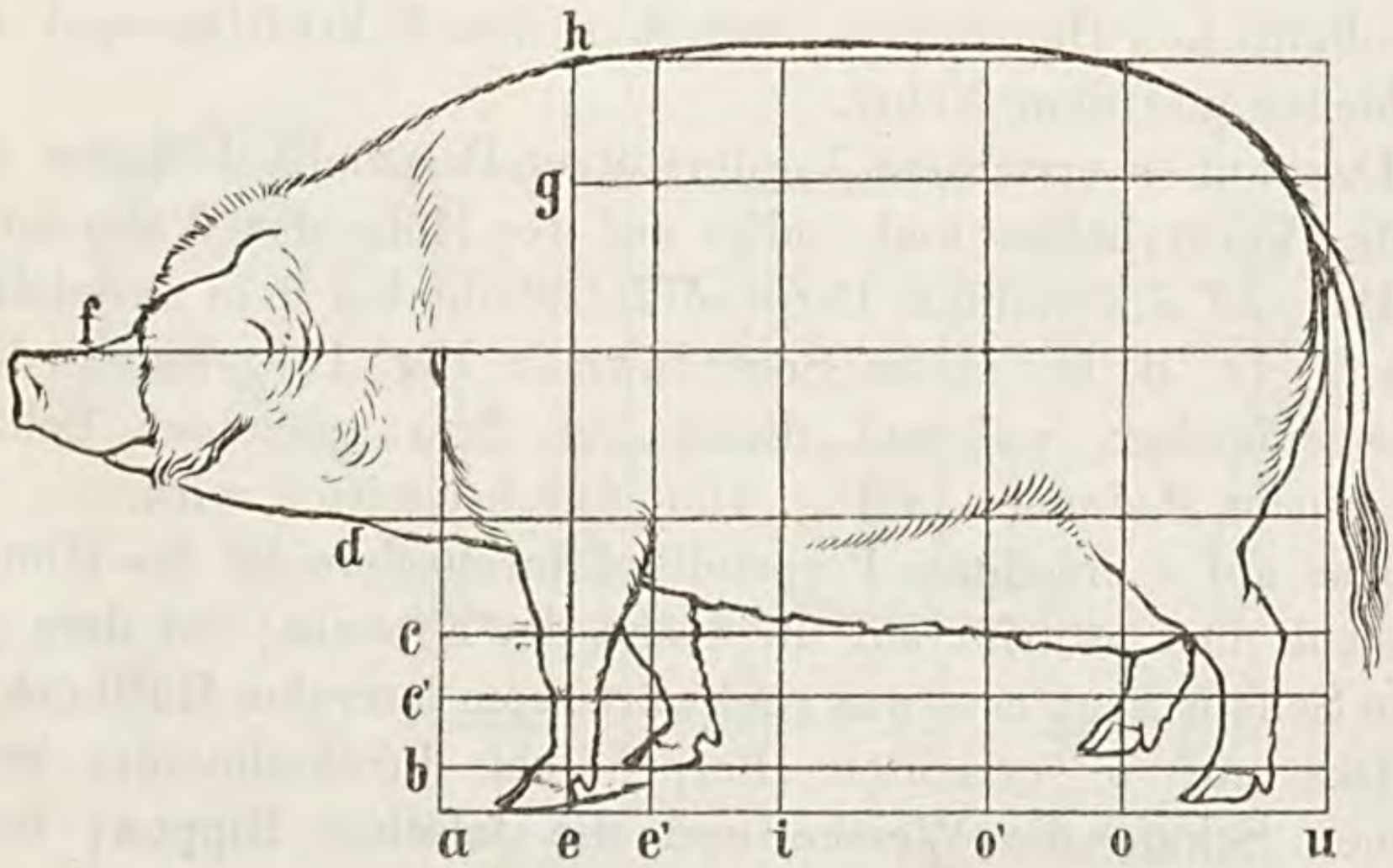


Fig. 165.



oberhalb des Kniegelenkes; beim gemeinen Schweine durchschneidet es den Hintermittelfuss; beim Kulturschweine bildet dieses Perpendikel die Bauchtangente und es endigt hinten an der Spitze des Fersenbeinhöckers. Das Vorderkniegelenk

wird beim Kulturschweine durchschnitten von dem auf dem Minor *a c'* der Linie *a d* errichteten Perpendikel.

Das auf dem Minor *a b* der Linie *a c'* errichtete Perpendikel geht durch das Gelenk zwischen dem Mittelfusse und dem ersten Zehengliede, und es durchschneidet die Afterzehe.

Das auf dem Major *f g* der Linie *f h* (des Vorderstützen-Minors) errichtete Perpendikel durchschneidet den Nackenwinkel des Schulterblattes, und es entspricht der Bauchlinie der Rückenwirbelsäule.

Die Kopflänge (vom Hinterhaupthöcker bis zur Rüsselscheibe) ist beim gemeinen Schweine ungefähr gleich dem Minor *a d* des Vorderstützen-Perpendikels; beim Kulturschweine ist die Kopflänge stets kürzer als dieser Minor. Die Höhe des Fersenbeinhöckers ist beim gemeinen Schweine demselben Minor gleich; beim Kulturschweine ist jene Höhe viel geringer (sie ist gleich dem Major *a c* jenes Minors).

§. 274. *Die Proportionen des Schafes.*

Das auf dem goldenen Schnitt *i* (Fig. 166 und 167*) der Grundlinie errichtete Perpendikel fällt wie bei den übrigen landwirthschaftlichen Hausthieren, zwischen dem Schaufelknorpel des Brustbeines und dem Nabel.

Das auf *e* errichtete Vorderstützen-Perpendikel bildet die Axe des Vorderbeines und endigt auf der Höhe des Widerristes.

Das auf *e'* errichtete Perpendikel bleibt bei dem veredelten Schafe**) (z. B. bei einem Southdown in Fig. 167) hinter dem Ellenbogenhöcker, während dieser bei dem gemeinen Schafe (z. B. einem Paduaner in Fig. 166) durchschnitten wird.

Das auf *o* errichtete Perpendikel durchschneidet das Hinterkniegelenk und es trifft auf die Höhe des Kreuzes; bei dem gemeinen Schafe liegt es etwas rückwärts vom lateralen Hüfthöcker.

Das auf *o'* errichtete Perpendikel durchschneidet beim gemeinen Schafe die Weiche und die falschen Rippen; beim

*) Fig. 166 ist der Umriss eines Paduaner Landschafes; Fig. 167 ist der Umriss eines Southdownbockes, beide nach Photographien.

**) Unter „veredeltem Schaf" verstehe ich die englischen Fleischrassen, unter „gemeinem Schaf" die Landschafe; die Körperverhältnisse der Merinoschafe sind von mir nicht in Betracht gezogen worden.

veredelten Schafe berührt dieses Perpendikel den lateralen Hüfthöcker und es trifft die falschen Rippen nicht.

Fig. 166.

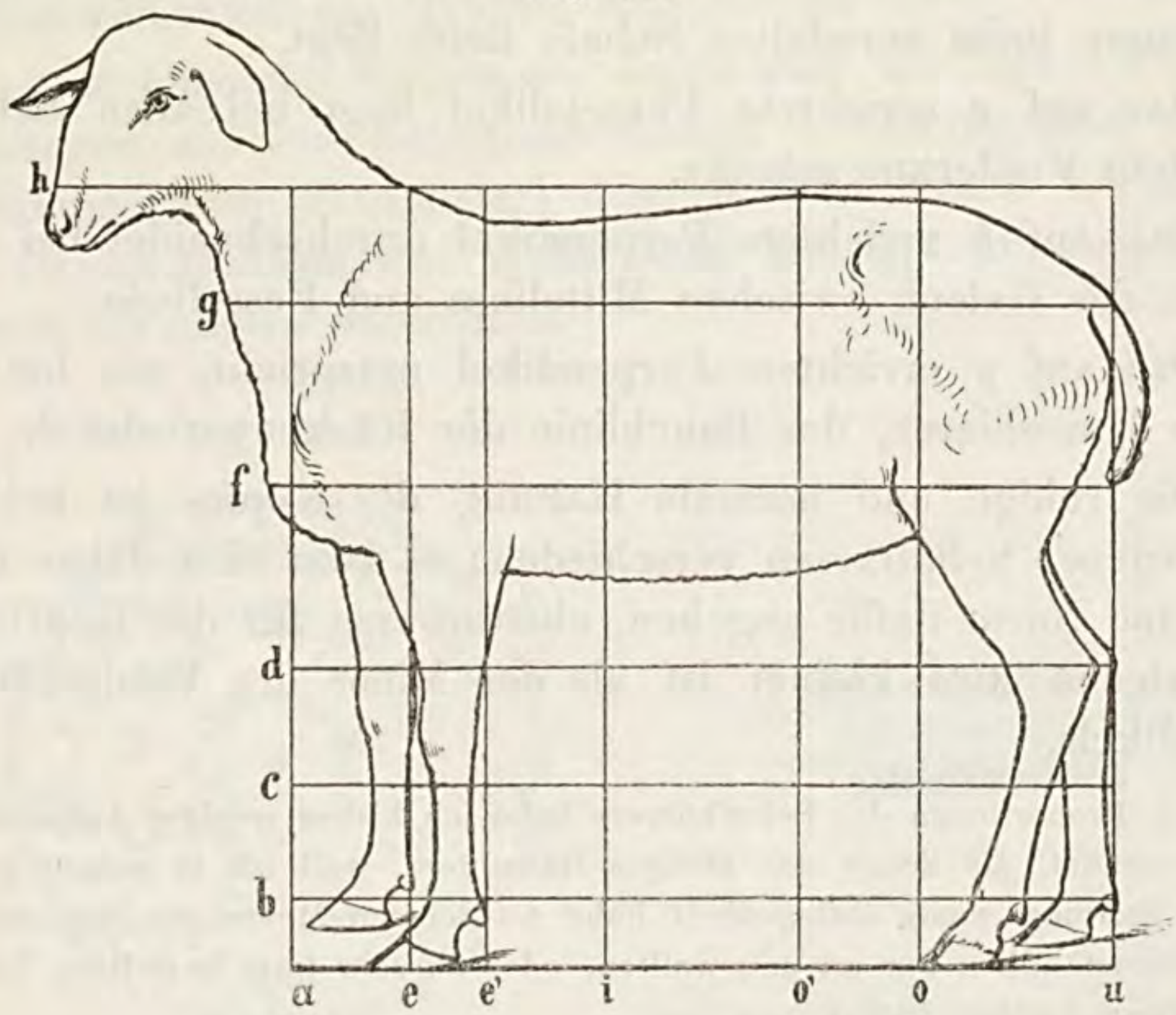
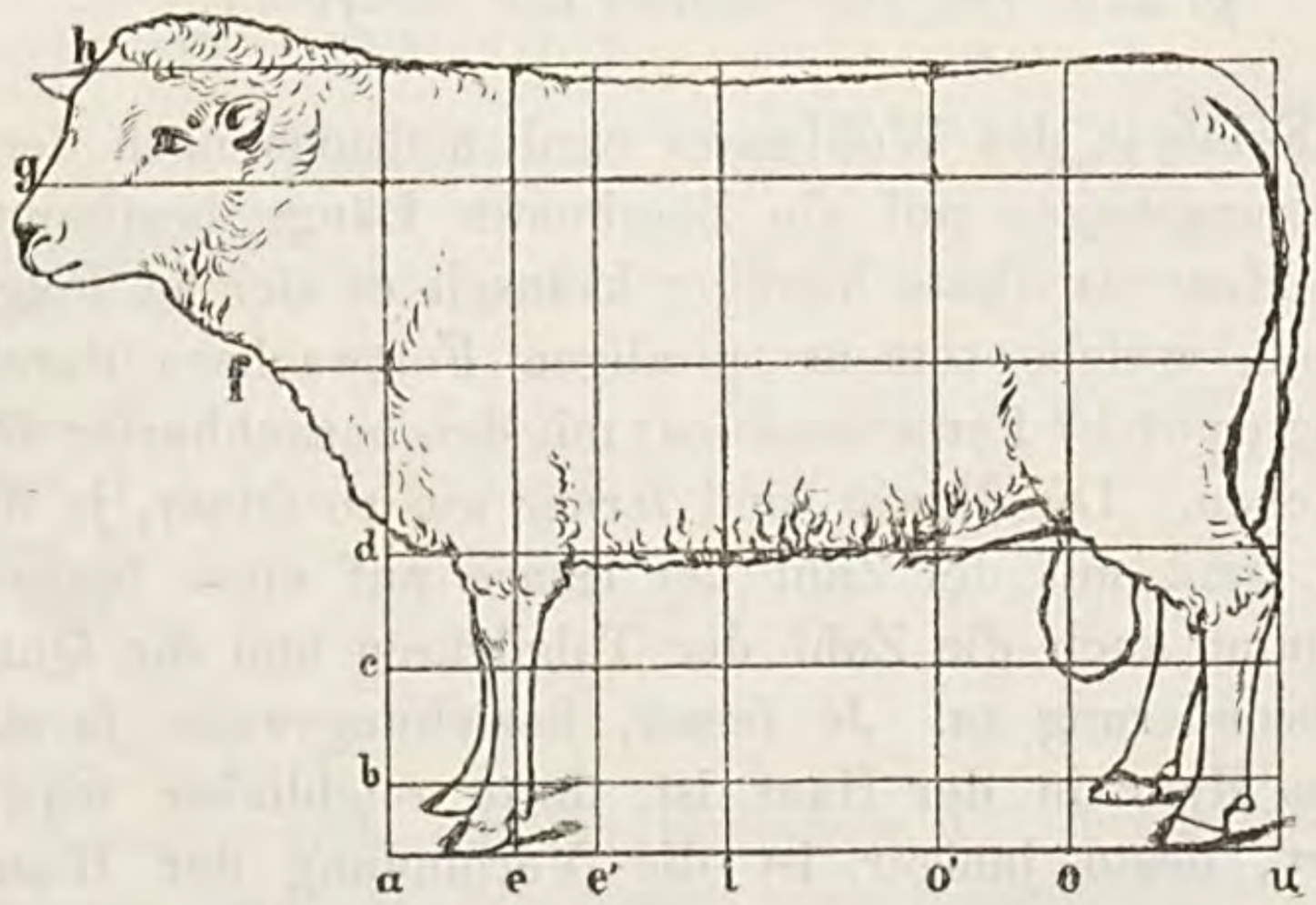


Fig. 167.



Das auf dem Vorderstützen-Perpendikel in *f* errichtete Perpendikel trifft beim veredelten Schafe auf die Bugspitze; beim gemeinen Schafe liegt diese höher als jenes Perpendikel.

Das auf *d* errichtete Perpendikel bildet beim veredelten Schafe die Bauchtangente; beim gemeinen Schafe aber liegt die untere Bauchlinie hoch über jenem Perpendikel, das rückwärts den Fersenbeinhöcker desselben durchschneidet, während der letztere beim veredelten Schafe tiefer liegt.

Das auf *c* errichtete Perpendikel liegt bei allen Schafen unter dem Vorderkniegelenke.

Das auf *b* errichtete Perpendikel durchschneidet bei allen Schafen das Gelenk zwischen Mittelfuss und Fesselbein.

Das auf *g* errichtete Perpendikel entspricht, wie bei den übrigen Hausthieren, der Bauchlinie der Rückenwirbelsäule.

Die ruhige und normale Haltung des Kopfes ist bei den verschiedenen Schafrassen verschieden; es lässt sich daher keine allgemeine Norm dafür angeben, ebensowenig für die Kopflänge, die übrigens stets kleiner ist als der Minor des Vorderstützen-Perpendikels.

Den Proportionen des Schafkörpers habe ich bisher weniger Aufmerksamkeit zugewendet, als denen der übrigen Hausthiere, weil ich in meiner gegenwärtigen Stellung wenig Gelegenheit habe an Schafen Messungen auszuführen, die selbstverständlich nur an unbewollten, oder an sehr kurz bewollten Thieren vorgenommen werden dürfen.

§. 275. *Die Beurtheilung der Schafwolle.*

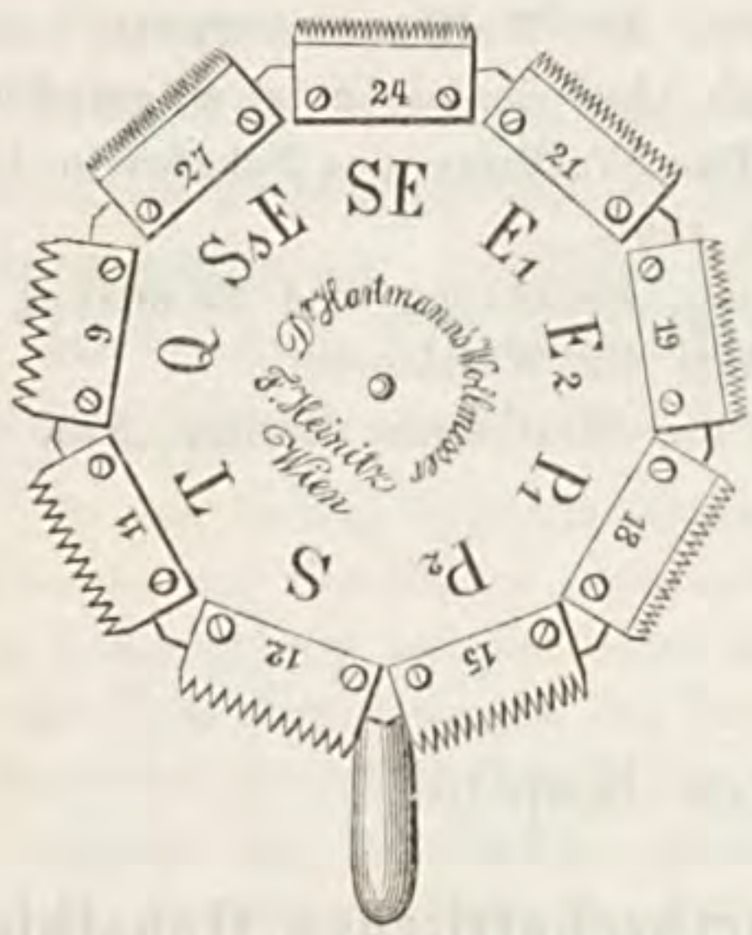
Die Feinheit des Wollhaares wird meistens nach der Zahl der Kräuselungsbogen auf ein Zentimeter Länge bestimmt. Je feiner das Haar ist, desto häufiger kräuselt es sich in Folge der Widerstände, welche seinem spiraligen Fortwachsen durch die Verklebung (mittelst Fettschweisses) mit den benachbarten Haaren entgegenstehen. Die Haare sind ferner um so feiner, je dichter sie stehen, und mit der Zahl der Haare auf einer bestimmten Fläche nimmt auch die Zahl der Talgdrüsen und die Quantität der Talgabsonderung zu. Je feiner, beziehungsweise je dichter gestellt das Haar in der Haut ist, desto reichlicher wird Talg abgesondert, desto inniger ist die Verbindung der Haare zu Strähnchen und zum Stapel.

Für das Messen der Kräuselungsbogen sind verschiedene Wollmesser konstruirt, von denen einer der besten der von Samuel Hartmann in Berlin erfundene ist. Dieser Wollmesser

enthält auf einer Kreisscheibe neun kammförmige Plättchen von je zwei Zentimeter Breite. Die Plättchen haben eine verschiedene Zahl von Zähnen, welche nach zahlreichen Versuchen und daraus gefundenen Mittelzahlen, der Zahl der Kräuselungsbogen von Wollen verschiedener Qualität entsprechen.

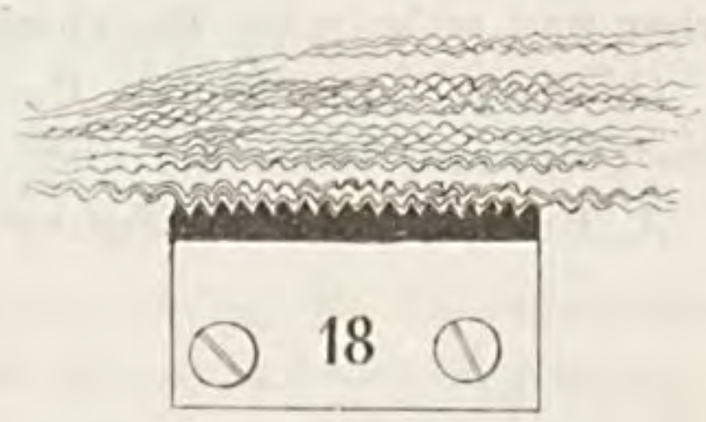
Aus folgender Uebersicht ergibt sich die Zahl der Kräuselungsbogen auf ein Zentimeter Länge, beziehungsweise für die Zahnreihe (zwei Zentimeter) des Hartmann'schen Wollmessers. Die feinste Qualität der Wolle wird als super-super-electa, die gröbste als quarta bezeichnet.

Fig. 168.



Hartmann'scher Wollmesser (1/2 N. Gr.).

Fig. 169.



Ein Plättchen (für Prima 1) des Hartmann'schen Wollmessers in natürlicher Grösse mit angelegter Wolle.

Qualität der Wolle.	Kräuselungsbogen auf 1 Zm.	Kräuselungsbogen auf die Zahnplatte
1. Super-super-electa	über 12	über 24
2. Super-electa	11 bis 12	22 bis 24
3. Electa I	10 „ 11	20 „ 22
4. Electa II	9 „ 10	18 „ 20
5. Prima I	8 „ 9	16 „ 18
6. Prima II	7 „ 8	14 „ 16
7. Secunda	6 „ 7	12 „ 14
8. Tertia	5 „ 6	10 „ 12
9. Quarta	4 „ 5	8 „ 10

Ausser durch die Eigenschaften der Kräuselung und der Stapelung, sind die Wollhaare noch ausgezeichnet durch ihre Krimpkraft, d. h. durch ihr Vermögen eine dichte filzartige Masse — das Tuch zu bilden. Die Krimpkraft der Wollhaare beruht auf der von ihrem Wasseranziehungsvermögen

(Hygroskopizität) abhängigen Eigenschaft der Formbarkeit. In feuchter Wärme nimmt die Wolle jede mögliche, ihr aufgedrungene Form an, die sie beim Trocknen und Abkühlen beibehält. Wenn dann aber die geformte Wolle wieder in feuchte Wärme gebracht wird, so kehrt sie zu ihrer natürlichen Form zurück; wenn z. B. die gestreckte Wolle im trockenen Zustande zerschnitten oder zerrissen wurde, so schnirren die beiden Enden zusammen und verkürzen sich sogar über das frühere Maass hinaus, wenn die zerschnittene oder zerrissene Wolle in feuchte Wärme gebracht wird. Die Zusammenschnirrbarkeit, beziehungsweise die Krimpkraft, aber wird um so grösser, je grösser die Zahl der Kräuselungsbogen ist.

Bezüglich der technischen Eigenschaften der Wollhaare verweise ich auf die umfangreiche Literatur über die Wollkunde. Aus derselben ist zu empfehlen:

W. v. Nathusius-Königsborn, „Das Wollhaar des Schafes in histologischer und technischer Beziehung". Berlin, 1866.

G. May, „Die Wolle, Racen, Züchtung, Ernährung und Benutzung des Schafes". Breslau, 1868; der erste Band enthält die Wollkunde.

J. Bohm, „Die Schafzucht", I. Theil die Wollkunde. Berlin, 1873.

Zweiunddreissigstes Kapitel.

Die Altersbeurtheilung der landwirthschaftlichen Hausthiere.

§. 276. *Allgemeines über die Altersbeurtheilung.*

Die Beurtheilung des Alters der landwirthschaftlichen Hausthiere ist sehr wichtig, einestheils für die Beurtheilung ihrer Körperform, anderntheils für die Bestimmung ihres Zucht- und Gebrauchswerthes. Für die Altersbeurtheilung jugendlicher, noch wachsender Thiere haben wir einen ungefähren Anhalt an ihrer Grösse und Körperform; naheliegende Altersstufen aber lassen sich darnach nicht unterscheiden. Bei erwachsenen Thieren ist die Altersbeurtheilung nach der Körperform und nach gewissen äusseren Zeichen des höheren Alters sehr schwierig. Bei den horntragenden Wiederkäuern werden die Hörner mit fortschreitendem Alter länger und bei den zur Zucht benutzten Kühen vermehren sich die Hornringe, so dass man (unter der Voraussetzung, dass die Kuh im dritten Lebensjahre das erste Kalb und in jedem

ferneren Lebensjahre ein Kalb bringt) aus der Zahl der Hornringe (mit Zurechnung von drei Lebensjahren) die Zahl der Lebensjahre berechnen kann. Aber auch diese Altersbeurtheilung ist nicht genau.

Einen viel besseren Anhalt zur Beurtheilung des Alters gewährt die Form der Schneidezähne. Da diese durch den Gebrauch an der Schneidefläche fortwährend abgerieben und aus den Zahnfächern fortwährend vorgeschoben werden, so müssen sie ihre Form verändern. Die Formverschiedenheit der Schneidezähne in verschiedenen Altersperioden ist schon seit langer Zeit zur Altersbeurtheilung des Pferdes benutzt worden; aber auch für die Altersbeurtheilung der übrigen Hausthiere können wir jene Formverschiedenheit in Anwendung bringen, wenn auch mit minderer Genauigkeit als beim Pferde. Für die Altersbeurtheilung jugendlicher Thiere, welche sich noch im Zahnwechsel befinden, gewährt uns der Ausbruch und der Wechsel der Milch- und Ersatzschneidezähne den sichersten Anhalt und verweise ich diesbezüglich auf Tabelle I, Seite 144.

In den beiden folgenden Paragraphen habe ich nur die Altersbeurtheilung des Pferdes und des Rindes nach ihren Schneidezähnen in Betracht gezogen, weil ich in Ermangelung ausreichenden Materiales keine eigenen Erfahrungen besitze über die Formveränderungen der Schneidezähne des Schweines, des Schafes und der Ziege bei fortschreitendem Alter. Bis zur Vollendung des Zahnwechsels lässt sich übrigens das Lebensalter dieser Hausthiere aus Tabelle I, Seite 144, beurtheilen. Zur Beurtheilung des Lebensalters frühreifer Kulturschweine verweise ich auf H. v. Nathusius' Werk über den Schweineschädel Seite 21, und bezüglich des Schafes auf G. May's Werk über das Schaf I, Seite 236. Ein vollständiges Schema für die Altersbeurtheilung dieser beiden Thiere (wie ich es in den beiden folgenden Paragraphen für das Pferd und das Rind aufzustellen versucht habe) geben aber auch jene beiden Werke nicht.

§. 277. *Die Altersbeurtheilung des Pferdes nach der Form der Schneidezähne.*

(Hierzu Tafel XXXV und XXXVI.*)

Da die Schneidezähne an der Krone durch den Gebrauch abgerieben werden, so muss die den Schneidezähnen der Pferde eigenthümliche Marke (Kunde, Bohne) kürzer, beziehungsweise

*) Die Zeichnungen sind mit dem Lucae'schen Diopter aufgenommen, theils nach Präparaten der hiesigen k. k. Thierarzneischule, theils nach Präparaten meines Institutes an der k. k. Hochschule für Bodenkultur.

seichter werden und allmälig verschwinden. Jährlich werden etwa 2 Millimeter von der Krone abgerieben, und da die Marke der Unterkieferschneidezähne etwa 6 Millimeter tief ist, so muss sie nach drei Jahren der Reibung des betreffenden Zahnes verschwinden; die Marke der Oberkieferschneidezähne ist etwa 12 Millimeter tief und sie verschwindet nach sechs Jahren. Die Marke der zuerst erschienenen Schneidezähne verschwindet auch zuerst, und man hat demnach an dem Vorhandensein, oder Fehlen der Marken der einzelnen Schneidezähne ein sicheres Kennzeichen für das Alter des Pferdes.

Die Altersperiode, in welcher die Marken im ersten bis dritten Schneidezahne des Unterkiefers und demnach im ersten bis dritten Schneidezahne des Oberkiefers verschwinden, nennt man die Periode der Marken. Dieselbe umfasst für den Unterkiefer das 6. bis 8. Jahr, für den Oberkiefer das 9. bis 11. Jahr. Die letzterwähnte Periode ist zugleich gekennzeichnet durch die Bildung des sogenannten Einbisses, welcher entsteht durch die stumpfwinkelige Abreibung des dritten Schneidezahnes im Oberkiefer; der Einbiss bildet sich in der Regel im 9. Jahre und er verschwindet im 11. Jahre.

Nachdem die Marken verschwunden sind, tritt an deren Stelle die den früheren Marken entsprechende längliche, weiss erscheinende Markenspur, die im Unterkiefer vorkommt: beim ersten Schneidezahne vom 6. bis 14. Jahre, beim zweiten Schneidezahne vom 7. bis 15. Jahre, beim dritten Schneidezahne vom 8. bis 16. Jahre. Nach dieser Zeit tritt an Stelle der länglichen Markenspur die rundliche Kernspur. Markenspur und Kernspur bestehen aus mit Schmelzmasse umkleidetem Zäment, welche Zahnbestandtheile den massiven Grund der früheren Markengrube bilden.

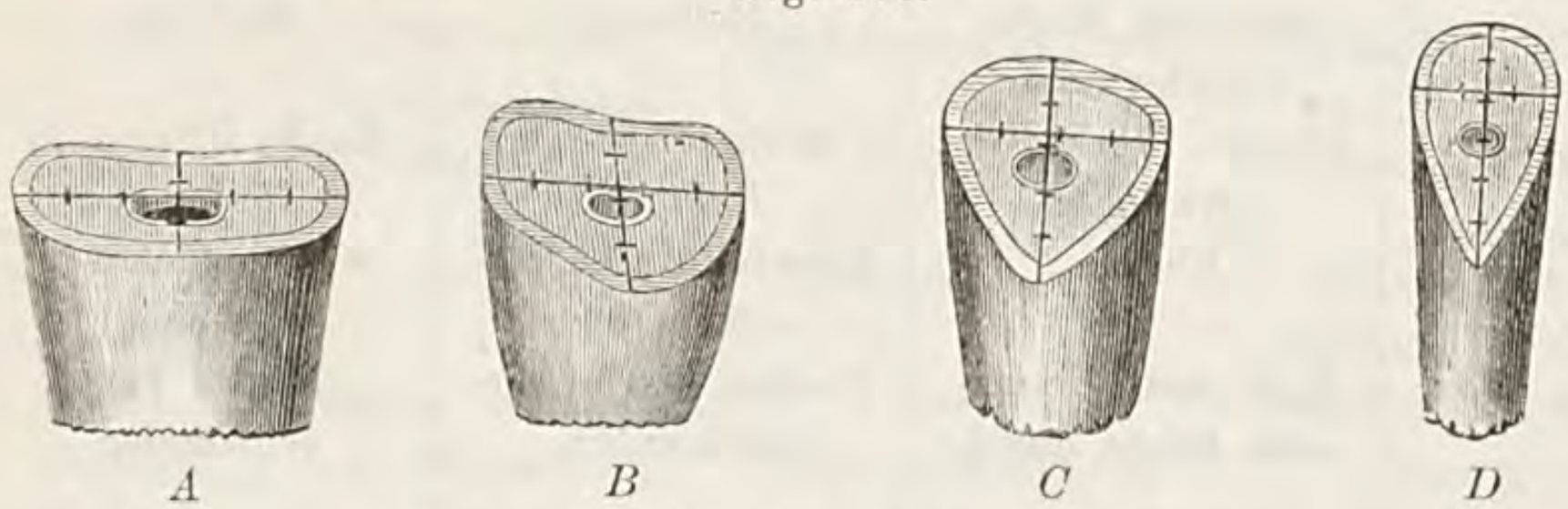
So weit die Markengrube reicht, ist der Querschnitt des Schneidezahnes oval, mit quergestelltem Längsdurchmesser. Zunächst unterhalb der Markengrube wird der Querschnitt des Schneidezahnes rundlich, weiter abwärts dreieckig und an der Wurzel verkehrt-oval mit sagittal gestelltem Längsdurchmesser (siehe Fig. 170).

Da nun die Schneidezähne fortwährend von innen nach auswärts geschoben werden, so muss nacheinander die vorerwähnte verschiedenartige Form des Querschnittes auf der Oberfläche des Zahnes zum Vorscheine kommen. Diese Formenverschiedenheiten der Reibefläche des Schneidezahnes benutzt man für die fernere

Altersbeurtheilung des Pferdes, nachdem die Markenperiode, in welcher die querovale Form (der Querdurchmesser derselben verhält sich zum Sagittal-Durchmesser wie 6 : 3) besteht, abgelaufen ist. Die Schneidezähne treten, zuerst der erste bis dritte im Unterkiefer, dann der erste bis dritte im Oberkiefer, vom 12. bis 17. Jahre in die Periode der rundlichen Form (QDm.: SDm. = 5:4), vom 18. bis 23. Jahre in die Periode der dreieckigen Form (QDm: SDm. = 4 : 5), und vom 24. Jahre ab in die Periode der verkehrt-ovalen Form (QDm.: SDm. = 3 : 6).

Auch an den Milchschneidezähnen erkennt man vom 1. Jahre ab bis zu $2^1/_2$ Jahren an dem Verschwinden der Marken das

Fig. 170.



Form der Kaufläche eines Pferdeschneidezahnes von *A* querovaler Form, *B* rundlicher Form, *C* dreieckiger Form, *D* verkehrt-ovaler Form.

Alter; vor dem 1. Jahre aber an dem allmäligen Erscheinen der Zähne und an der Abreibung des vorderen und hinteren Zahnrandes. Mit 6 Wochen tritt der vordere Rand des ersten Milchschneidezahnes in Reibung, mit $^1/_2$ Jahre auch der hintere Rand und der vordere Rand des zweiten Zahnes, mit 1 Jahre dessen hinterer Rand und der vordere Rand des dritten Zahnes, und mit $1^1/_2$ Jahren dessen hinterer Rand. Mit 3 Jahren tritt der Vorderrand des ersten Ersatzschneidezahnes in Reibung, mit $3^1/_2$ Jahren dessen Hinterrand und der Vorderrand des zweiten Ersatzschneidezahnes und so fort; die entsprechenden Vorderränder und Hinterränder der aufeinanderfolgenden Ersatzschneidezähne treten ungefähr ein halbes Jahr nach einander in Reibung. Dieses dauert bis zum vollendeten 5., beziehungsweise beginnenden 6. Jahre, wo das Ersatzgebiss vollständig ist und die Marke des ersten Ersatzschneidezahnes verschwindet.

Eine vollständige Zusammenstellung der fortschreitenden Altersveränderungen gibt Tabelle LX; wenn in derselben der Oberkiefer als solcher nicht bezeichnet ist, so gelten die Angaben des Alters und der Eigenschaften stets nur von den Unterkiefer-Schneidezähnen.

Tabelle LX. Die Altersbeurtheilung des Pferdes nach der Form der Schneidezähne.

Lebensalter	Erster Schneidezahn	Zweiter Schneidezahn	Dritter Schneidezahn
	A. **Periode der Milchzähne.**		
½ Monat	Tritt vor.	Ist im Durchbruch.	Nicht durchgebrochen.
1½ Monat	Vorderer Rand in Reibung.	Tritt vor.	Nicht durchgebrochen.
½ Jahr	Beide Ränder in Reibung.	Vorderer Rand in Reibung.	Tritt vor. Ränder nicht in Reibung.
1 Jahr	Kronenfläche in Reibung. Marke verschwindet.	Beide Ränder in Reibung.	Vorderer Rand in Reibung.
1½ Jahr	Ebenso. Marke verschwunden.	Kronenfläche in Reibung.	Beide Ränder in Reibung.
2 Jahr	Ebenso.	Ebenso. Marke verschwunden.	Kronenfläche in Reibung.
2½ Jahr	Fällt aus. Ersatzzahn bricht durch.	Ebenso. Marke verschwunden.	Marke verschwunden.
	B. **Bleibendes Gebiss.**		
	a) Periode der Marken und der querovalen Form.		
3 Jahr	Vorderer Rand in Reibung. Marke 6 Millimeter tief.	Milchzahn noch vorhanden.	Milchzahn noch vorhanden.
3½ Jahr	Hinterer Rand in Reibung.	Ersatzzahn tritt vor.	Ebenso.
4 Jahr	Kronenfläche in Reibung. Marke 4 Millimeter tief.	Vorderer Rand in Reibung. Marke 6 Millimeter tief.	Ebenso.
4½ Jahr	Ebenso.	Hinterer Rand in Reibung.	Ersatzzahn tritt vor.
5 Jahr	Ebenso. Marke 2 Millimeter tief.	Kronenfläche in Reibung. Marke 4 Millimeter tief.	Vorderer Rand in Reibung. Marke 6 Millimeter tief.
6 Jahr	Ebenso. Marke verschwunden. Markenspur.	Ebenso. Marke 2 Millimeter tief.	Beide Ränder in Reibung. Marke 4 Millimeter tief.
7 Jahr	Ebenso.	Ebenso. Marke verschwunden. Markenspur.	Kronenfläche in Reibung. Marke 2 Millimeter tief.
8 Jahr	Ebenso.	Ebenso.	Ebenso. Marke verschwunden. Markenspur.

Lebensalter	Erster Schneidezahn	Zweiter Schneidezahn	Dritter Schneidezahn
9 Jahr	Marke im Oberkiefer verschwunden.	Marke im Oberkiefer 2 Millimeter tief.	Marke im Oberkiefer 4 Millimeter tief. Einbiss entsteht.
10 Jahr	Ebenso.	Marke im Oberkiefer verschwunden.	Marke im Oberkiefer 2 Millimeter tief. Einbiss besteht.
11 Jahr	Ebenso.	Ebenso.	Marke im Oberkiefer verschwunden. Einbiss verschwindet.
b) Periode der rundlichen Form.			
12 Jahr	Tritt in die rundliche Form.	Halbrundliche Form.	Halbrundliche Form.
13 Jahr	Rundliche Form.	Tritt in die rundliche Form.	Halbrundliche Form.
14 Jahr	Ebenso.	Rundliche Form.	Tritt in die rundliche Form.
15 Jahr	Ebenso. Kernspur.	Ebenso.	Rundliche Form.
16 Jahr	Ebenso.	Ebenso. Kernspur.	Ebenso.
17 Jahr	Ebenso.	Ebenso.	Ebenso. Kernspur.
c) Periode der dreieckigen Form.			
18 Jahr	Tritt in die dreieckige Form.	Rundliche Form.	Rundliche Form.
19 Jahr	Dreieckige Form.	Tritt in die dreieckige Form.	Ebenso.
20 Jahr	Ebenso.	Dreieckige Form.	Tritt in die dreieckige Form.
21 Jahr	Nähert sich der verkehrt ovalen Form.	Ebenso.	Dreieckige Form.
22 Jahr	Ebenso.	Nähert sich der verkehrt ovalen Form.	Ebenso.
23 Jahr	Ebenso.	Ebenso.	Nähert sich der verkehrt ovalen Form.
d) Periode der verkehrt ovalen Form.			
24 Jahr	Verkehrt ovale Form.	Ebenso.	Ebenso.
25 Jahr	Ebenso.	Verkehrt ovale Form.	Ebenso.
26 Jahr	Ebenso.	Ebenso.	Verkehrt ovale Form.

Bei Pferden, welche vorwiegend mit weichem Futter (Weide, Gras, Klee, Wurzelfrüchte) gefüttert werden, ist die Abreibung der Kronenfläche geringer, als bei den mit hartem Futter (Körnern, Heu) ernährten.

§. 278. *Die Altersbeurtheilung des Rindes nach der Form der Schneidezähne.*

(Hierzu Tafel XXXVII und XXXVIII.*)

Durch den Gebrauch wird die schaufelförmige Kronenfläche des Schneidezahnes vom Rinde sowohl in sagittaler (vom Schneiderande bis zum Zahnhalse), wie in querer Richtung verkürzt. Diese Formenveränderung betrifft zunächst die Milchzähne.

Das neugeborene Kalb zeigt über dem Zahnfleische die beiden ersten Milchschneidezähne und in der Regel die beiden dritten Milchschneidezähne, die kürzer als jene sind. Zwischen den ersten und dritten ragen die zweiten Milchschneidezähne über dem Zahnfleische kaum hervor; sie stehen mit ihrer medialen Hälfte hinter den ersten Milchschneidezähnen und ihr Schneiderand ist quer gestellt. Die vierten Schneidezähne sind bei der Geburt noch nicht durchgebrochen.

Bereits nach acht Tagen sind die Milchschneidezähne des Kalbes über der Oberfläche des Zahnfleisches vollständig erschienen. Je nach der Dauer der Säugezeit und dem Beginne des Fressens fester Futtermittel, verändert sich die Form der Milchschneidezähne nicht bis zum Alter von vier oder sechs Wochen; dagegen wird der bei der Geburt an seiner Maulfläche stark konkave, beziehungsweise rinnenförmig gestaltete Körper des Unterkiefer, in der Folge breiter und flacher, und er bekommt eine fächerförmige Gestalt. Mit der Aufnahme fester Futtermittel beginnt die Abschleifung der hinteren Kronenfläche des Zahnes (der Schleiffläche), der vom Schneiderande ab seinen Schmelzüberzug verliert, so dass das Zahnbein zu Tage tritt; auf der vorderen Zahnfläche bleibt der Schmelzbelag erhalten.

Diese Abschleifung des Schmelzbelages an der Hinterfläche des Zahnes schreitet allmälig bis zum Halse desselben fort, und zwar beginnt die Abschleifung an dem medialen Zahne; die lateralen Zähne werden später abgeschliffen, so dass die Abschleifung vom ersten bis zum vierten Schneidezahne an Ausdehnung gewinnt. Mit zunehmendem Alter aber verkürzt sich

*) Die Zeichnungen sind mit dem Lucae'schen Diopter aufgenommen nach Präparaten der hiesigen k. k. Thierarzneischule, die ich der Güte meines werthen Kollegen, Herrn Prof. Dr. Franz Müller verdanke.

auch der Zahn, indem der Schneiderand selbst vorn und seitwärts abgeschliffen und dadurch die Schleiffläche kleiner wird.

Bis zum ersten Lebensjahre schleifen sich die Milchschneidezähne des Rindes fast bis zum Zahnhalse ab, und die Schleiffläche erscheint alsdann kleiner als im Alter von vier Wochen; die Maulfläche des Unterkieferkörpers wird zu gleicher Zeit breiter und flacher.

Im Alter von zwei Jahren sind die beiden ersten Milchschneidezähne durch die bleibenden Schneidezähne ersetzt; die zweiten bis vierten Milchschneidezähne sind dann noch kleiner geworden und mehr abgeschliffen als im Alter von einem Jahre.

Mit zweiundeinhalb Jahr besitzt das Rind zwei Paar Ersatzschneidezähne, bei denen die Abschleifung bereits bis zu 3 bis 4 Millimeter vorgeschritten ist; die beiden noch übrigen (der dritte und vierte) Milchschneidezähne haben ihre Schaufelform fast ganz verloren und ihre abgeschliffene Hinterfläche erscheint unregelmässig viereckig.

Mit drei Jahren beginnt bereits der Durchbruch der dritten Ersatzschneidezähne und die Hinterfläche der noch übrigen Milchschneidezähne erscheint dreieckig. Die Abschleifung der zweiten und ersten Ersatzschneidezähne hat eine Ausdehnung von 4 und 5 Millimeter erreicht.

Im vierten Jahre sind drei Paar Ersatzschneidezähne vollständig erschienen und der noch übrige vierte Milchschneidezahn, der bei der Ansicht von vorn, fast ganz vom dritten Ersatzschneidezahne verdeckt ist, zeigt eine fast rundliche Schleiffläche. Die Abschleifung des dritten Ersatzschneidezahnes beginnt und die Abschleifung des zweiten und ersten Ersatzschneidezahnes ist bis zu 5 und 6 Millimeter vorgeschritten.

Mit fünf Jahren ist das bleibende Gebiss des Rindes vollständig, der vierte Milchschneidezahn ist ausgefallen und der dritte und vierte Ersatzschneidezahn zeigt bereits die Abschleifung bis zu 3 und 2 Millimeter.

Im sechsten Jahre ist die Abschleifung des ersten Schneidezahnes bis zu 10 Millimeter, des zweiten bis zu 8 Millimeter, des dritten bis zu 6 Millimeter, des vierten bis zu 4 Millimeter vorgeschritten, aber die Zähne haben noch ihre ursprüngliche Schaufelform bewahrt.

Im siebenten Jahre erscheint die Schleiffläche kaum grösser als im sechsten Jahre, weil sich bis dahin der Zahnrand

auch vorn und seitwärts abgeschliffen hat; in Folge dessen erscheinen die Zähne schmäler und kürzer.

Im achten Jahre hat die Schleiffläche des ersten Schneidezahnes eine sagittale Ausdehnung vom 12 Millimeter erreicht, die übrigen Zähne eine entsprechende Ausdehnung von 10 bis 6 Millimeter.

Die Abschleifung der Schmelzfläche der Krone dehnt sich fortan auf die dritten und vierten Zähne weiter aus, als auf die ersten und zweiten, so dass im neunten und zehnten Lebensjahre die Abschleifung sämmtlicher Schneidezähne ziemlich gleichmässig fortgeschritten ist.

Im zehnten bis zwölften Lebensjahre hat die Schleiffläche sich über die ganze Kronenfläche ausgedehnt, und der Schmelz ist bis zum Zahnhalse verschwunden.

Im vierzehnten bis sechszehnten Lebensjahre ist die Abschleifung bereits bis auf den Zahnhals fortgeschritten, und die Breite der Schneidezahnreihe scheint bedeutend verkürzt. Die Form der Kronenfläche nähert sich der dreieckigen Form.

Im achtzehnten Lebensjahre ist die nunmehr dreieckig gewordene Kronenfläche noch mehr verkürzt und die Zähne bekommen einen lückigen Stand.

Im neunzehnten und zwanzigsten Lebensjahre sind die ersten Schneidezähne bis auf den Hals abgeschliffen und die Kronenfläche der übrigen Zähne ist kaum breiter als der Hals, so dass sie nur noch als Zahnstümpfe erscheinen.

Die Abschleifung der Rinderzähne ist wesentlich abhängig von der Art des Futters. Hartes Futter schleift mehr ab, als weiches Futter.

Uebrigens ist die Bestimmung der einzelnen Altersperioden beim Rinde schwieriger, als beim Pferde, weil dort das Maass der Abschleifung von grösseren Schwankungen und feineren Unterschieden abhängig ist.

ELFTER ABSCHNITT.

Die Züchtung der landwirthschaftlichen Hausthiere.

Dreiunddreissigstes Kapitel.

Vererbung und Anpassung.

§. 279. Die Erscheinungen und Ursachen der Vererbung.

Die Züchtung, beziehungsweise die durch eine zielbewusste Zuchtwahl geleitete Paarung der Hausthiere, beruht auf dem Vererbungsvermögen der letzteren.

Unter „Vererbung“ begreifen wir die Uebertragung körperlicher und geistiger Eigenschaften der Eltern auf die Kinder; diese Uebertragung geschieht in Folge des Zeugungsaktes durch die Vereinigung von Ei und Same.

Das Ei und der Same sind die materiellen Theile und die Träger der Bewegung, durch welche die Uebertragung der körperlichen und geistigen Eigenschaften von dem mütterlichen und väterlichen Organismus vermittelt wird. Mit der Samenergiessung von Seiten des Vaters, beziehungsweise mit dem Eindringen der Samenzellen in das mütterliche Ei, ist die Antheilnahme des Vaters an der Entwicklung der Frucht erschöpft. Die Mutter liefert in dem Ei den Keim der Frucht und sie ernährt die Frucht (bei den Säugethieren) durch das Serum ihres Blutes, das durch Diffusion in die Blutbahn des Embryos übertritt. Aber alle vererbungsfähigen Eigenschaften der Mutter können nur durch das Ei auf die Frucht übertragen werden; das Blut der Mutter vermittelt nicht die Vererbung mütterlicher Eigenschaften; es ist für die Frucht nur Ernährungsmaterial und es vermittelt die Einwirkungen der Aussenwelt.

Wenn man im gewöhnlichen Leben spricht von den Einflüssen des väterlichen und des mütterlichen Blutes auf die Entwicklung der Frucht, beziehungsweise auf die Vererbung väterlicher und mütterlicher Eigenschaften, — so darf das nur als bildliche Redensart gelten; in Wahrheit hat das Blut des Vaters gar keinen Einfluss auf die Entwicklung der Frucht, und das Blut der Mutter kommt bei den Säugethieren (und bei einigen anderen Thieren, welche lebendige Junge gebären) nur als Ernährungsmaterial in Frage. Im wahren Sinne des Wortes dürfen wir daher von väterlichen und mütterlichen Blutantheilen der Frucht nicht sprechen.

Die Erfahrung lehrt, dass gewisse körperliche und geistige Eigenschaften des Vaters und der Mutter vererbungsfähig sind; wir können aber in keinem einzelnen Falle der Zeugung im Voraus bestimmen: welche Eigenschaften des Vaters und der Mutter durch Vererbung auf die Frucht übertragen werden. Die Unmöglichkeit der Voraussage erklärt sich aus der ungleichen Vererbung väterlicher und mütterlicher Eigenschaften. Es gibt körperliche und geistige Eigenschaften, die sich mit grösserer Sicherheit vererben als andere; wir werden diese Eigenschaften in §. 281 und 282 kennen lernen. Die grössere Vererbungsfähigkeit des Vaters und der Mutter ist abhängig von der grösseren Summe jener vererbungsfähigen Eigenschaften und von gewissen Zuständen des Organismus.

Je ähnlicher sich Vater und Mutter in ihren körperlichen und geistigen Eigenschaften sind, desto grössere Wahrscheinlichkeit besteht, dass sich die väterlichen und mütterlichen Eigenschaften vereint auf die Kinder übertragen. Je unähnlicher aber Vater und Mutter in ihren körperlichen und geistigen Eigenschaften sind, desto abweichender erscheinen die Eigenschaften des Kindes entweder von den Eigenschaften des Vaters, oder von denen der Mutter. Aus dieser Erfahrung ergibt sich der Satz: Aehnliches gepaart gibt Aehnliches, Unähnliches gepaart gibt Unähnliches.

Viele Thierzüchter meinen, dass durch Paarung unähnlicher Thiere die Eigenschaften der Kinder als Durchschnitts-Eigenschaften der Eltern erscheinen, und diese Meinung hat den Satz aufgestellt: Unähnliches gepaart gibt Ausgleichung. Dieser Satz aber ist falsch, wenn man unter „Ausgleichung“ verstehen will: die Vererbung eines mittleren Maasses aus väterlichen

und mütterlichen Eigenschaften im Kinde. Eine solche Durchschnittsvererbung väterlicher und mütterlicher Eigenschaften kommt nicht vor, sondern das Kind unähnlicher Eltern erbt einige Eigenschaften vom Vater, andere Eigenschaften von der Mutter.

Wir können uns vorstellen: dass die Eigenschaften ähnlicher Eltern durch Vererbung in gleicher Richtung wirken und sich im Kinde steigern; dass aber die Eigenschaften unähnlicher Eltern durch Vererbung in entgegengesetzter Richtung wirken, wobei sich bald die eine, bald die andere elterliche Eigenschaft im Kinde geltend macht.

Die Ursachen der Vererbung sind gänzlich unbekannt und die Gesetze derselben sind noch wenig erforscht worden. Nach dem gegenwärtigen Stande unserer Kenntnisse, müssen wir das Vererbungsvermögen für eine Grundeigenschaft aller organischen Wesen erklären und wir müssen annehmen, dass alle organisch begründeten Eigenschaften der Thiere unter gewissen Bedingungen vererbungsfähig sind.

Nach A. Weissmann*) kann die Fähigkeit der Organismen: ihre Eigenschaften auf die Nachkommen zu übertragen nur so gedacht werden, dass „dem Keim des Organismus durch die Mischung seiner Bestandtheile, d. h. durch seine chemisch-physikalische Zusammensetzung in Verbindung mit seiner Molekularstruktur, eine ganz bestimmte Entwicklungsrichtung mitgetheilt wird, dieselbe Entwicklungsrichtung, wie sie der elterliche Organismus zu Anfang besessen hat“.

Nach Häckel**) beruht die Vererbung auf der Uebertragung einer Bewegung, und die Veränderlichkeit (Variabilität) der Organismen auf der Abänderung dieser Bewegung.

Die Wissenschaft von der Vererbung steht noch auf sehr niederer Stufe der Entwicklung. Die Erforschung der Vererbungsgesetze nach naturwissenschaftlicher Methode hat kaum begonnen und sie befindet sich noch in den ersten Anfängen. Desto breiter macht sich auf dem Gebiete der Vererbungslehre der Dilettantismus und der Mystizismus. Die landwirthschaftliche Literatur beherbergt eine grosse Zahl sogenannter Vererbungsgesetze, die in der That nichts weiter sind: als die Ergebnisse oberflächlicher Beobachtung, beziehungsweise unwissenschaftlicher Empirie. Den zahlreichen thierzüchterischen Vererbungsgesetzen fehlt jede Spur eines wissenschaftlichen Beweises; niemals haben die Thierzüchter ver-

*) „Ueber die Berechtigung der Darwin'schen Theorie.“ Leipzig, 1868. S. 24.

**) „Die Perigenesis der Plastidule.“ Berlin, 1876.

gleichende Messungen an Eltern und Kindern vorgenommen, um die Vererbung irgend welcher Formverhältnisse festzustellen. Die thierzüchterische Vererbungslehre entbehrt daher jeder wissenschaftlichen Grundlage, sie ist lediglich ein Tummelplatz subjektiver Ansichten und Meinungen, die häufig genug zu einander im grellen Widerspruche stehen. Zur Feststellung von Formverhältnissen, deren erbliche Uebertragung von den Eltern auf die Kinder doch vor Allem in Frage kommt, genügt aber nicht das so vielen Täuschungen ausgesetzte Augenmaass. Nur wo die Vererbung anderer als Formeigenschaften festzustellen ist, wie z. B. die Eigenschaften der Farbe und des Geschlechtes, da gewährt uns die thierzüchterische Erfahrung eine bessere Grundlage, die wir in §. 283 auch benützen werden.

Nachdem wir im nächsten Paragraphen die Erscheinungen der Anpassung kennen gelernt haben werden, wollen wir die Bedingungen der Vererbung in Betracht ziehen: 1. in Bezug auf die Vererbung der Form, 2. in Bezug auf die Vererbung der Leistung, 3. in Bezug auf die Vererbung des Geschlechtes.

§. 280. *Die Erscheinungen und Ursachen der Anpassung.*

Unter „Anpassung" begreifen wir die Abänderungen im Organismus, oder an einzelnen Organen, welche durch die Einwirkungen des Klimas, des Bodens und der Lebensweise zu Stande kommen; der Organismus unserer Hausthiere setzt sich mit Klima, Boden und Lebensweise in ein gewisses Gleichgewicht.

Das Klima wirkt hauptsächlich auf das System der äusseren Haut und auf den Athmungsapparat. Die Einflüsse, welche die Temperatur und die Feuchtigkeit der Luft auf die Haut- und Lungenathmung, sowie auf den Stoffwechsel im Thierkörper ausüben, ebenso die Einflüsse der Luftbewegung und des Lichtes, haben wir im Kapitel über den Stoffwechsel kennen gelernt.

Von klimatischen Einflüssen abhängig ist die Art und Farbe der Behaarung, sowie die Dicke und die Drüsenentwicklung der äusseren Haut. Einige Beispiele, welche diesen Einfluss erläutern, will ich im Folgenden anführen.*)

Roulin**) fand, dass die aus Europa in Neu-Granada eingeführten Schweine, die ursprünglich weiss waren, eine schwarze Farbe annahmen, wenn sie verwilderten; ihre Ferkel zeigten auf ihrer etwas weniger dunkelfarbigen Bedeckung fahle Streifen, wie die Frischlinge. In einigen Theilen des Landes hatten diese Schweine eine rothe Färbung wie die Pekaris im jugendlichen Alter.

---

*) Ausführlicher habe ich diesen Gegenstand behandelt in Fühling's landw. Zeitg. 1872. S. 161.

**) Mémoire de l'acad. roy. des sciences de l'Inst. de France. VI. 1835. p. 321.

Es verändern aber auch Wildschweine, welche dem Hausstande unterworfen werden, ihre Behaarung und es nimmt ihr Haar dann eine ähnliche Farbe und Form an, wie bei den Hausschweinen. Roulin berichtet von mehreren Wildschweinen, die in Frankreich auf einem Landgute in der Umgegend von Fougères aufgezogen waren. Eines dieser Thiere, im Alter von etwa zwei Jahren, wurde eine Zeit lang im Stalle gefüttert, weil man es mästen wollte. In eine feuchte und warme Atmosphäre versetzt, verlor dasselbe einen grossen Theil seines Haares. Andererseits, bemerkt Roulin, erfahren die Hausschweine, welche die 2500 Meter hohen Gebirge der Paramos (zu den Kordilleren von Neu-Granada gehörend) bewohnen, eine Abänderung im entgegengesetzten Sinne: sie erlangen ganz das Aussehen europäischer Wildschweine; ihr Haar wird sehr dick, oft ein wenig kraus, und es zeigt bei einigen Thieren dicht an der Haut eine Art Wolle. Uebrigens waren diese Schweine klein und verkümmert, in Folge einer unzureichenden Nahrung und einer steten Einwirkung der Kälte.

Auch von verwilderten Rindern in der Provinz Mariquita berichtet Roulin, welche von den Hausrindern abstammen, die mit der zweiten Reise des Kolumbus in Neu-Granada eingeführt waren. Jene Rinder hatten die Ansiedelungen der Landbauern verlassen und sie waren in die Kordilleren hinaufgewandert bis zur Region des Graswuchses, wo sie in einer fast beständigen Temperatur zwischen neun und zehn Grad C. lebten. Roulin fand die Haut jener Thiere auffallend dick, das Haar lang, dicht und aufrecht stehend. In den warmen Gegenden von Neu-Granada finden sich dagegen Rinder, deren Haut vollkommen haarlos ist; man nennt sie dort „Calongos", ein Name, den man auch den haarlosen Hunden beigelegt hat, die von Calongo oder Cacongo an der Küste von Guinea stammen. Jene Calongo-Rinder sind sehr zart und weichlich und sie kommen niemals in den kalten Gegenden Neu-Granadas fort. In den wärmsten Gegenden der Provinzen Mariquita und Neyba haben die Rinder ein äusserst dünnes und feines Haar und sie heissen dort „Pelones". Die Haut der verwilderten Rinder aus den heissen Llanos ist viel weniger schwer, als die, welche auf der Hochebene von Bogota gezüchtet werden. Diese aber gleichen in dieser Beziehung und in Betreff der Dicke des Haares den wilden Rindern des Paramo von Santa Isabella.

Darwin*) bemerkt: dieselbe Verschiedenheit sei an den Häuten beobachtet worden, welche von den auf den rauhen Falkland-Inseln gezogenen und von dem Rinde der gemässigten Pampas herrühren. Auch Low habe beobachtet, dass das die feuchteren Theile Englands bewohnende Rind längeres Haar und dickere Haut habe, als alle anderen englischen Rinderrassen. Nach Darwin kann das Klima indirekt auch die Form und Grösse der Hörner beeinflussen.

Diesen Einfluss habe ich**) durch einen interessanten Fall erläutert. Eine in Ungarisch-Altenburg eingeführte Algäuer Kuh hatte ein vorwärts und aufwärts gerichtetes Horn von 19 Zm. Länge. Ihre in Ungarn geborene Tochter hatte ein etwas rückwärts, dann seitwärts und aufwärts gekrümmtes Horn von 22 Zm. Länge. Deren Tochter (also die Enkelin der eingeführten Algäuerin) hatte walzenförmige, 23 Zm. lange Hörner, welche ganz seitwärts standen und mit der

*) „Das Variiren der Thiere und Pflanzen im Zustande der Domestikation." Stuttgart, 1868. I, 115.

**) „Die Rinderrassen Mittel-Europas". S. 11.

Spitze nach vorn und aufwärts gerichtet waren, wie bei den Kühen der eingeborenen ungarischen Rasse.

Die Schafe, die aus Spanien nach Neu-Granada eingeführt sind, zeigen einen ganz gleichen Wollwuchs, wie in den gemässigten Klimaten, wenn die jungen Thiere regelmässig geschoren werden. Wird aber die passende Zeit der Schur versäumt, dann verdickt sich die Wolle, sie wird filzig und trennt sich in Placken ab, unter denen ein kurzes, glänzendes und wohl geordnetes Haar zum Vorscheine kommt, sehr ähnlich dem der Ziege in demselben Klima. An den Stellen, wo dieses Haar erscheint, erzeugt sich niemals wieder Wolle. Eine ähnliche Beobachtung machte Nicholson in Antigua: nach der dritten Geschlechtsfolge verschwindet die Wolle am ganzen Körper, mit Ausnahme der Lenden; die Schafe sehen dann aus wie Ziegen, mit einem schmutzigen Pelzflecke auf dem Rücken.

Nach Lord Sommerville wird auch die Wolle der Merinoschafe in England nach der Schur so hart und grob, dass man es für unmöglich halte: das Thier trage Wolle von so entgegengesetzter Qualität, im Vergleiche zu der ihm eben abgenommenen; bei Eintritt der kalten Jahreszeit aber erhält das Vliess seine weiche Beschaffenheit wieder (Darwin).

Marshall*) erzählt, dass eine Heerde schwerer Lincolnshire- und leichter Norfolkschafe zusammen auf einer grossen Schafweide gezüchtet wurden, deren einer Theil niedrig, fruchtbar und feucht, deren anderer Theil hoch gelegen und trocken, mit struppigem Pflanzenwuchse bedeckt war. Wurden sie ausgetrieben, so trennten sie sich regelmässig von einander; die schweren Schafe gingen nach den feuchten, die leichteren nach den trocknen Weiden, so dass „die beiden Rassen, während Gras in Fülle vorhanden war, sich so getrennt hielten, wie Raben und Tauben“.

Zahlreiche Schafe sind aus den verschiedenen Theilen der Erde während einer langen Reihe von Jahren nach dem zoologischen Garten in London gebracht worden; doch bemerkt Youatt, der die Thiere als Arzt behandelte, dass keines der aus heissen Klimaten eingeführten Schafe das zweite Jahr übersteht und dass wenn sie sterben, ihre Lungen tuberkulos sind. Selbst in gewissen Theilen von England hat man es für unmöglich gefunden, gewisse Schafrassen zu erhalten. So wurden auf einer Farm an den Ufern der Ouse die Leicesterschafe so rasch von Rippenfellentzündung weggerafft, dass sie der Besitzer nicht halten konnte. Die grobhäutigen Schafe wurden nie davon ergriffen (Darwin).

Wir finden bei allen Thieren, dass Haut und Haar dem Klima ihrer Heimat angepasst sind und dass sie in fremden, von ihrer Heimat abweichenden Klimaten nicht gedeihen, es sei denn dass sie sich den neuen klimatischen Verhältnissen anzupassen vermögen. Bei den in andere Klimate eingeführten Hausthieren geschieht diese Anpassung oft erst in der zweiten Geschlechtsfolge, und erst dann gewährt der fremde Stamm in der neuen Heimat den wirthschaftlichen Nutzen, den er in

*) Nach Darwin a. a. O. S. 120.

seiner alten Heimat hatte und um dessenwillen er von dort ausgeführt wurde.

Bei allen wilden Thieren und bei wenig kultivirten Hausthieren ist die Haarfarbe viel beständiger und mehr einfarbig, als bei kultivirten Hausthieren. Nach J. Geoffroy St.-Hilaire*) sind diejenigen Abweichungen der Farbe, die sich als eine Verminderung oder Vermehrung des Tones (der Färbung) darstellen, sehr gemein bei den Hausthieren, aber man beobachtet sie auch bei den wilden Thieren; diejenigen Abweichungen aber, welche aus einer Abänderung der färbenden Materie hervorgehen, ohne Vermehrung oder Verminderung des Tones, erscheinen als eine Eigenthümlichkeit der Hausthiere, und man muss sie unter die organischen Abänderungen derselben einreihen, deren langsame, aber beständige und mächtige Einwirkung abhängig ist von der Herrschaft des Menschen.

Die oben angeführte Thatsache, dass die in andere Klimate versetzten Hausthiere von Krankheiten der Athmungsorgane ergriffen werden, wird durch vielfache Erfahrungen der Thierzüchter bestätigt; namentlich Schafe und Rinder werden von jenen Krankheiten ergriffen, wenn sie aus trockenen und warmen in feuchte und kalte Klimate versetzt werden.

Der Boden und die Lebensweise äussern ihren Einfluss auf den Organismus hauptsächlich durch Abänderung des Verdauungskanales, der sich durch Verkürzung und Verlängerung, und dementsprechend durch Verminderung und Vermehrung der Verdauungsdrüsen, der Art der Nahrung anpasst.

Den Einfluss der Ernährung auf die Form des Verdauungskanales habe ich schon in §. 270 in Betracht gezogen. Ich will hier noch hinzufügen, dass schon G. Cuvier**) seine Aufmerksamkeit auf diese Erscheinung gerichtet hat. Nach seinen Messungen ist das Verhältniss der Länge des Körpers zu der des Darmkanales: beim Wildschweine wie 1 : 9, beim Hausschweine wie 1 : 13·5, beim siamesischen Schweine wie 1 : 16; beim Zebra wie 1 : 8, beim Esel wie 1 : 9, beim Pferde wie 1 : 10; beim Mufflon wie 1 : 23, beim Hausschafe wie 1 : 28; beim Büffel

*) „Histoire gén. et part. des anomalies de l'organisation chez l'homme et chez les animaux." Paris, 1835. I. 11.

**) „Leçons d'anat. comp." Paris, 1835. IV. 193.

wie 1 : 12·5, beim Hausrinde wie 1 : 22; bei der Turteltaube wie 1 : 2·8, bei der Haustaube wie 1 : 4·2.

Die Lebensweise insbesondere übt einen bedeutenden Einfluss aus auf das Knochen- und Muskelsystem, deren Form wesentlich abhängig ist von dem verminderten, oder dem vermehrten Gebrauche der Muskeln.

Auch diesen Einfluss haben wir schon in §. 270 kennen gelernt, doch will ich noch einige andere Beobachtungen hier mittheilen.

L. Rütimeyer*) erklärt: man könne im Allgemeinen für wilde Thiere und insbesondere für das Wildschwein die folgenden Merkmale als bezeichnend hinstellen, deren Fehlen beim Hausschweine sich ableiten lasse von reichlicher und müheloser Ernährung und Verringerung der Muskelarbeit.

1. Stärkere Entwickelung der Waffen (beim Schweine vor allem der Eck- und Schneidezähne) und der sie tragenden Knochentheile, des Kiefers und im weiteren Umfange selbst des ganzen Schädels, dessen Volum daher gemeiniglich beim Wildschweine bedeutender ist, als beim Hausschwein.

2. Stärkere Entwickelung aller Muskelansätze, nicht nur sichtbar an allen Knochenleisten, worunter am Schädel vor allem die Umgrenzung der Kau-, Nacken- und Rüsselmuskulatur (Schläfengrube, Hinterhaupts- und Wangenfläche) zu rechnen ist, sondern in weiterer Erstreckung schärfere, derbere, körnigere Zeichnung aller mit Muskulatur bedeckten Knochenflächen, welche dadurch eine eigenthümliche aderige Skulptur erhalten, in Folge der stärkeren Ausprägung aller auch noch so feinen Gefäss- und Nervenrinnen.

3. Stärkere Entwickelung der grossen Gefäss- und Nervenrinnen; am Schweineschädel sind darunter vor allem die Ober- und Unteraugenhöhlenrinnen zu nennen.

4. Stärkere Ausbildung der Glastafel der Knochen, auf Kosten der Diploë, sowie eine trockenere, rauhere Beschaffenheit der Knochenoberflächen, die sowohl dem Auge als dem Gefühle erkennbar ist. Beim wilden Thiere splittrige, scharfkantige Bruchfläche, beim zahmen mehr schwammige Textur der Knochen und mehraderiger Bruch.

5. Gesättigtere Pigmentirung beim wilden Thiere und ein wahrscheinlich mit dem dichteren Baue der Glastafel zusammenhängender trockener Firnissglanz der Oberfläche, verschieden von dem matten oder fettartigen Glanze der Knochen zahmer Thiere.

6. Das Volum, das bekanntlich durch reichliche Ernährung beim zahmen Thiere auf Grade gebracht werden kann, die vom wilden Thiere sicher niemals erreicht werden und bei welchem nicht nur die Weichtheile betheiligt sind, sondern auch das Skelet, ist nichtsdestoweniger beim Wildschweine für alle Knochen, welche Waffen tragen (also namentlich Unterkiefer und Schädel überhaupt), grösser als beim Hausschwein. Alle bei der Bewegung besonders betheiligten

*) „Fauna der Pfahlbauten der Schweiz," in Neue Denkschr. der allg. Schweiz. Gesellsch. f. d. ges. Naturwiss. Bd. 19. Zürich, 1862.

Knochen zeichnen sich beim wilden Thiere aus durch Vereinigung von Schlankheit und Energie, Vermeidung überflüssigen Volums und scharfe Ausprägung aller Gelenkflächen und Muskelansätze.

Nach Roulin*) verlieren die verwilderten Schweine Neu-Granadas alle im Hausstande erworbenen Abänderungen; der Schädel verlängert sich und er wird in seinem oberen Theile aufgerichtet, auch die Ohren richten sich auf, die Farbe wird konstant und zwar ganz schwarz.

Bei einigen Gattungen der Hausthiere ist auch ein Abändern der Wirbelzahl beobachtet worden. Während das Wildschwein und das gemeine europäische Hausschwein nur 14 Rücken- und 5 Lendenwirbel, sowie 4 Kreuzbeinwirbel besitzen, vermehrt sich die Zahl der Lendenwirbel bei dem afrikanischen Schweine auf 6 (bei nur 13 Rückenwirbeln), die Zahl der Kreuzbeinwirbel auf 5; die englische langbeinige Schweinerasse besitzt 15 Rückenwirbel, 6 Lendenwirbel und 5 Kreuzbeinwirbel (Darwin).

Noch auffallender ist die von Darwin**) beobachtete Zunahme der Wirbelzahl bei den Kulturrassen der Tauben. Während die wilde Felstaube zusammen nur 39 Wirbel besitzt, steigert sich diese Zahl auf 42 bis 43 bei den Kröpfern. Andere zahme Taubenrassen (Burzler, Bussorah-Botentaube) haben dagegen nur 38 Wirbel insgesammt.

Es gibt kaum ein Organ unserer Hausthiere, das unter verschiedenen Einflüssen des Klimas, des Bodens und der Lebensweise frei bleibt von Abänderungen und welches sich diesen Einflüssen nicht anzupassen vermöchte, wenn auch in sehr verschiedenem Grade und in mehr oder minder langen Zeiträumen.

Aus den angeführten Thatsachen dürfte wohl der Schluss zu rechtfertigen sein: dass der Mensch im Stande ist, theils durch Zuchtwahl (auf dem Wege der indirekten Anpassung), theils durch Regelung der Lebensweise und durch Gewährung von Schutz gegen klimatische Einflüsse (auf dem Wege der direkten Anpassung) — die Formen der Hausthiere seinen wirthschaftlichen Zwecken anzupassen.

Die eben erwähnte Unterscheidung von direkter und indirekter Anpassung rührt von E. Häckel***) her. Nach ihm bezeichnen wir als direkte Anpassungen solche, welche durch eine unmittelbare Ernährungsveränderung des Organismus zu irgend einer Zeit seiner individuellen Existenz veranlasst werden und noch während derselben durch bestimmte Veränderungen der Mischung, Funktion und Form in die Erscheinung treten. Indirekte Anpassungen dagegen nennen wir diejenigen Er-

*) a. a. O.

**) a. a. O. S. 173.

***) „Generelle Morphologie der Organismen." Berlin 1866. II. 196.

nährungsveränderungen des Organismus, welche erst in den von ihm erzeugten Nachkommen, also mittelbar, ihre Wirkung äussern, und bestimmte Veränderungen in der Mischung, Form und Funktion des kindlichen Organismus zur Erscheinung bringen, welche an dem unmittelbar betroffenen elterlichen Organismus nicht sichtbar wurden.

Die Grenze zwischen den direkten und indirekten Anpassungen wird bei den Säugethieren bezeichnet: durch die Befruchtung des Eies innerhalb des mütterlichen Organismus. Mit der Aufnahme des väterlichen Samens in das mütterliche Ei beginnt die selbstständige Entwicklung der Frucht, und alle Abänderungen, welche die Frucht im Mutterleibe treffen, wodurch die Form der Frucht von dem Typus der elterlichen Formen verschieden wird, müssen wir als direkte Anpassungen an veränderte, durch das Blut der Mutter vermittelte Bedingungen der Aussenwelt bezeichnen.

Der Grad der Anpassung steht nach Häckel im geraden Verhältnisse zu der Zeitdauer und zu der Intensität der materiellen Wechselwirkungen zwischen dem Organismus und den veränderten Existenzbedingungen der Aussenwelt.

Die Ursachen der Anpassung und ihre gesetzmässigen Wirkungen sind bisher nur theilweise aufgeklärt worden. Aber wir wissen soviel, dass alle Anpassungsvorgänge durch das Nervensystem vermittelt werden.

Wir haben einige Anpassungsvorgänge schon früher kennen gelernt und wir wissen, wie sie zu Stande kommen. Zu diesen bekannten Anpassungsvorgängen gehört die Anpassung des Auges an ferne und nahe Gegenstände, die Anpassung der Regenbogenhaut des Auges an stärkeren oder schwächeren Lichtreiz, die Anpassung des Trommelfelles an stärkeren oder schwächeren Schall, die Anpassung des Herzens und der Blutgefässe an den stärkeren oder schwächeren Blutstrom, die Anpassung der Drüsenabsonderung im Verdauungskanale an den durch die Nahrung ausgeübten Reiz, die Anpassung des Athmungsapparates an die Muskelthätigkeit, die Anpassung der Blutvertheilung in der äusseren Haut an die erhöhte oder verminderte Wärme der Atmosphäre, u. s. w. Alle diese Anpassungsvorgänge kennzeichnen sich als Reflexerscheinungen, bei welchen der Reiz, der die sensibelen Nerven der betroffenen Organe erregt hat, auf die Bahnen der Bewegungsnerven des zentralen und des sympathischen Nervensystemes übertragen wird. Je stärker

jener Reiz ist und je länger er dauert, beziehungsweise je öfter er sich wiederholt, desto grösser ist die Abänderung der Form und der Leistung der betroffenen Organe. Ein beständig an nahe Gegenstände angepasstes Auge wird kurzsichtig, ein beständig an einen stärkeren Blutstrom angepasstes Herz wird grösser durch Wachsthum (Vermehrung) seiner Muskelfasern, ein häufig in Thätigkeit versetzter Muskel wird stärker, seine Muskelfasern vermehren sich und die Leisten und Fortsätze der Knochen, von denen er entspringt, oder an die er sich ansetzt, werden grösser; die Lunge dehnt sich aus durch häufige und starke Thätigkeit der Athmungsmuskeln, der Verdauungskanal wird weiter und länger durch massige und schwer verdauliche Nahrung, die Haut wird dicker im kalten und feuchten Klima, das Haar wird feiner im warmen und trocknen Klima u. s. w.

Die Art der Nerventhätigkeit in der äusseren Haut, deren Beschaffenheit vorwiegend abhängig ist von den Einflüssen des Klimas, beziehungsweise von der Temperatur der Atmosphäre, ergibt sich aus §. 244, wo die Regelung der thierischen Wärme erörtert ist.

Die Abänderung in der Form und Leistung der Organe bedingt zunächst eine Abänderung ihrer Ernährung. Die Art und Menge der Nahrung muss sich der veränderten Form und Leistung der Organe anpassen. Ein kaltes oder warmes, ein feuchtes oder trockenes Klima, ein Niederungs- oder ein Höhenboden, eine Lebensweise mit angestrengter Muskelarbeit im Freien oder in beständiger Ruhe im Stalle — sie erfordern eine andere Art der Ernährung, damit der Organismus in der den Einwirkungen der Aussenwelt entsprechenden Richtung leistungsfähig bleiben kann.

Es ist leicht verständlich, dass alle Organismen, welche den Einwirkungen der Aussenwelt angepasst sind, diesen gegenüber widerstandsfähiger und im Allgemeinen leistungsfähiger erscheinen, als solche Organismen, welche sich jenen Einwirkungen nicht angepasst haben. Im Allgemeinen können wir daher feststellen: dass alle Organismen in ihrer Heimat, wo sie geboren und aufgezogen sind, und wo ihre Vorfahren gelebt haben, verhältnissmässig am widerstandsfähigsten und leistungsfähigsten sind.

§. 281. *Die Vererbung der elterlichen Formeigenschaften (die morphologisch bedingte Vererbung).*

Die Entwicklung jedes Organismus steht unter der Herrschaft zweier Kräfte, welche seine Form gestalten. Die eine Kraft ist der Ausdruck der Beziehungen zwischen Eltern und Kind; ich bezeichne diese Relation als Vererbungskraft oder als innere Gestaltungskraft. Die andere Kraft ist der Ausdruck der Beziehungen zwischen der Aussenwelt und dem sich entwickelnden Organismus; ich bezeichne diese Relation als Anpassungskraft oder als äussere Gestaltungskraft.

Die Vererbungskraft, welche die Form des Embryos gestaltet in der Richtung der elterlichen Form, ist keine einheitliche Kraft, sondern sie ist die Resultirende aus der Vererbungskraft des Vaters und der Mutter. Die väterliche und die mütterliche Vererbungskraft ist jede für sich wiederum keine einheitliche Kraft, sondern jede ist die Resultirende aus der Vererbungskraft ihrer elterlichen Vorfahren und aus ihrer eigenen Anpassungskraft, d. h. mit anderen Worten: Vater und Mutter vererben nicht bloss das, was sie selbst ererbt haben, sondern auch das, was sie während ihres ganzen Lebens durch Anpassung an die Einflüsse der Aussenwelt erworben haben. Je stärker, beziehungsweise je länger die Einflüsse der Aussenwelt auf den Organismus der Eltern und Voreltern eingewirkt haben, und je mehr sich der Organismus jenen Einflüssen angepasst hat, desto wahrscheinlicher ist die Vererbung der durch Anpassung erworbenen Eigenschaften.

Wie bekannt, gibt es Thiere, welche sich wohl paaren, aber nicht befruchten können; es gibt ferner Thiere, welche sich wohl befruchten können, deren Nachkommen aber unfruchtbar sind. Diese Thatsachen beweisen das Vorkommen von Thierformen, welche sich durch Paarung nicht vereinigen lassen, oder deren Gestaltungskraft, nach vollzogener Paarung, in der bisherigen Richtung nicht fortwirkt. Ein Maulthier, welches aus der Paarung einer Pferdestute und eines Eselshengstes hervorgegangen ist, zeigt in seinen Formen nicht mehr die Gestaltungskraft des Vaters oder der Mutter; es besitzt Formen, welche bald dem Vater, bald der Mutter ähnlich erscheinen, aber die Formen bilden kein übereinstimmendes Ganzes, sie entbehren

eines einheitlichen Gestaltungsplanes — und deshalb können sie nicht fortwirken durch fernere Zeugung.

Je verschiedenartiger also die Gestaltungskraft der männlichen und weiblichen Thiere ist, welche in der Paarung sich vereinigen, desto unbestimmter ist der Gestaltungsplan in der Form der Nachkommen. Wir müssen uns vorstellen: dass die zwei, unter allen Umständen verschiedenen Formen der sich paarenden Eltern um so eher zur einheitlichen Form in den Nachkommen gelangen, je ähnlicher sie sind; die Form der Nachkommen aber wird um so mehr der Uebereinstimmung (Harmonie) entbehren, je unähnlicher die Formen der Eltern waren. Diese aber wirken durch die Gestaltungskraft ihrer Formen nicht blos auf die unmittelbaren Nachkommen, sondern auch auf die zweite, dritte und auf fernere Geschlechtsfolgen. Die unähnlichen Formen der gepaarten Eltern gerathen in den Nachkommen gleichsam in Kampf miteinander; bald siegt die Form des Vaters, bald die Form der Mutter; bald bildet sich der eine Körpertheil vermöge der Gestaltungskraft des Vaters, bald der andere vermöge der Gestaltungskraft der Mutter. In Folge dieses Kampfes können die Formen der Nachkommen sich nicht befestigen, sie können sich nicht übereinstimmend entwickeln, und ihr Vererbungsantheil bleibt unberechenbar.

Also je ähnlicher die Formen der zu paarenden Thiere und je mehr sie den Einflüssen der Aussenwelt angepasst sind, desto sicherer ist die Fortwirkung der Gestaltungskraft, welche die Formen von Vater und Mutter bestimmt hat, desto sicherer auch ist die Vererbung. Darum vererben Thiere, deren Körperformen, durch Anpassung an Klima, Boden und Lebensweise sich in dem Grade befestigt haben, dass sie zu dem Charakter einer Rasse*) gelangt sind, ihre Formen und Eigenschaften weit sicherer, als Thiere die einen bestimmten Rassecharakter noch nicht erworben haben. Die grösste Sicherheit der Vererbung, beziehungsweise die vereinigte Fortwirkung der Gestaltungskraft von Vater und Mutter, aber findet statt: wenn möglichst

*) Unter „Rassethier“ verstehe ich: ein an bestimmte örtliche Verhältnisse angepasstes Thier, dessen Anpassung sich kund gibt: durch regelmässige Arbeit der organischen Apparate und durch bestimmte (typische), in den Geschlechtsfolgen beständig wiederkehrende Körperformen. Das Wort „Rasse“ entspricht also im Wesentlichen einem geographischen Begriff.

ähnliche, in demselben Rassecharakter befestigte Thiere mit einander gepaart werden.

Die Aehnlichkeit zweier mit einander gepaarter Thiere ist jedoch niemals vollkommen (den sonst müsste man von Gleichheit sprechen, die in Wahrheit zwischen zwei Thieren niemals besteht); je schärfer der Blick des Beurtheilers für die Formgestaltung ist, desto mehr Verschiedenheiten der Formen wird er erkennen. Die Form der Elternthiere aber ist der Ausdruck ihrer inneren und äusseren Gestaltungskraft.

In §. 43 habe ich erklärt, dass die Resultirende, welche aus der zusammenwirkenden Vererbungskraft beider Eltern entsteht, beständig abgeändert wird durch die Resultirende, welche entsteht aus den zusammenwirkenden Kräften der Aussenwelt, unter deren Einfluss sich jene ererbten Formen entwickeln. Wenn wir diesen Satz als richtig anerkennen, so können wir daraus schliessen: dass bei der Paarung zweier Thiere, das Vererbungsvermögen, beziehungsweise die innere Gestaltungskraft, desjenigen Thieres in der sich entwickelnden Frucht die Oberhand gewinnt, dessen Organismus der Aussenwelt am meisten angepasst ist. Es kann vorkommen, dass einige Eigenschaften des Vaters der Aussenwelt mehr angepasst sind, als die entsprechenden Eigenschaften der Mutter, und andere Eigenschaften der Mutter können der Aussenwelt mehr angepasst sein, als die entsprechenden Eigenschaften des Vaters. In jedem Falle werden diejenigen Eigenschaften von Vater und Mutter mit grösserer Wahrscheinlichkeit vererbt, welche der Aussenwelt mehr angepasst sind.

Einen Maassstab für den Grad der Anpassung haben wir an der mit Klima und Boden übereinstimmenden Lebensgewohnheit des Thieres, die sich dadurch kennzeichnet: dass alle seine organischen Apparate regelmässig arbeiten und dass es sich im Zustande vollkommener Gesundheit befindet. Ist dieser höchste Grad der Anpassung erreicht, dann tritt das Vererbungsvermögen, beziehungsweise die innere Gestaltungskraft des zeugenden Thieres in volle Wirksamkeit. Sind beide Eltern in ihren Formen möglichst ähnlich und haben beide einen annähernd gleichen Grad der Anpassung erreicht, dann werden die Formen der Nachkommen denen ihrer Eltern auch möglichst ähnlich werden.

Die vorstehenden Erörterungen erklären uns also die Fälle, in welchen die Formen der Nachkommen denen beider Eltern

ähnlich sind, und die Fälle, in welchen sie bald dem Vater, bald der Mutter ähnlich sind, endlich die Thatsache, dass einige Formeigenschaften vom Vater, andere von der Mutter vererben.

Wir dürfen annehmen, dass alle Formeigenschaften der Thiere, wenn sie durch Anpassung befestigt sind und wenn sie für die Lebensverrichtungen des Thieres zweckmässig erscheinen, auch vererbungsfähig sind. Wir dürfen ferner annehmen, dass die Vererbung solcher Eigenschaften einem Naturgesetze folgt, welches freilich noch nicht genügend erforscht ist und das uns daher zur Zeit noch dunkel erscheint. Das aber können wir mit Bestimmtheit behaupten, dass sich für die Erblichkeit gewisser väterlicher und mütterlicher Formeigenschaften keine Regeln aufstellen lassen; die zahlreichen Vererbungsregeln in den Lehrbüchern der landwirthschaftlichen Thierzucht sind voller Widersprüche und der landwirthschaftliche Vererbungskodex hat, wie H. v. Nathusius richtig bemerkt hat, nur den Werth einer Anekdotensammlung. Eine Gesetzlichkeit ist in den landwirthschaftlichen Vererbungsregeln bisher noch niemals nachgewiesen worden. Da ihnen also jede wissenschaftliche Grundlage fehlt, so glaube ich dieselben hier nicht weiter berücksichtigen zu sollen.

Ich habe mich hier beschränkt auf die Erörterung der aus der Entwicklungsgeschichte abgeleiteten wissenschaftlichen Grundsätze für die Vererbung der Formeigenschaften. Die Forderungen, beziehungsweise die Fragen einer wissenschaftlichen Vererbungstheorie, werde ich in §. 284 bezeichnen.

Eine kritische Darstellung der landwirthschaftlichen Vererbungsregeln gibt Settegast in seiner „Thierzucht“, und H. v. Nathusius in seinen „Vorträgen“. Der letztere verhält sich den Vererbungsregeln gegenüber rein negirend, während Settegast sich auf den praktischen Standpunkt stellt und mit Wahrscheinlichkeiten rechnet. Dieser Standpunkt hat seine Berechtigung, wenn man, wie Settegast, mit geübtem Blicke für die feinen Verschiedenheiten thierischer Formen und mit kritischer Schärfe den Vererbungsthatsachen gegenübertritt. Man kann mit dem Verstande und dem Urtheile eines Settegast wohl die Wahrscheinlichkeit der Vererbung väterlicher und mütterlicher Formeigenschaften in Betracht ziehen, aber es lässt sich für den allgemeinen Gebrauch keine Regel dafür aufstellen. Die Meisterschaft in der Thierzucht wird hauptsächlich erlangt durch einen scharfen Blick für thierische Formen. Einem Thierzüchter, welcher die feinen Unterschiede bei der Formvergleichung zweier oder mehrerer Thiere nicht erkennt, nutzt keine Vererbungsregel; hat er sich aber jenen Blick für thierische Formen erworben, dann braucht er keine Vererbungsregeln mehr, denn die Uebung in der Beurtheilung thierischer Formen stützt sich hauptsächlich auf den Vergleich der Formen in den Geschlechtsfolgen. Für die Erkenntniss der thierischen Form genügt nämlich nicht bloss die Unterscheidung des Neben-

einander zweier Formen, sondern jene Erkenntniss fordert die Vergleichung der blutsverwandten, beziehungsweise der durch die Geschlechtsfolge verbundenen Formen. Daraus ergibt sich dann das Urtheil über die Wahrscheinlichkeit der Vererbung gewisser Formen. Dieses Urtheil aber lässt sich nicht an Regeln binden, es sei denn, dass man im Stande wäre: alle Beziehungen der Form genau zu bezeichnen, was aber nicht möglich ist.

Da die Vererbungsfähigkeit jedes zeugungsfähigen Thieres wesentlich abhängig ist von dem Grade seiner Anpassung an die ihn umgebende Aussenwelt, und diese Anpassung rein individuell ist, so gibt es für jene Beziehung wohl Gesetze, aber keine Regeln.

§. 282. *Die Vererbung der elterlichen Leistungseigenschaften (die physiologisch bedingte Vererbung).*

Im strengen Sinne des Wortes kommt die Vererbung elterlicher Leistungseigenschaften gar nicht in Frage, weil die Leistungen der Eltern niemals direkt vererbt werden, sondern es vererbt sich nur deren durch die Form der Organe bedingte Anlage.

H. v. Nathusius*) begreift unter „physiologisch bedingte Eigenschaften" des Thieres unter anderen diejenigen, welche die sogenannten Kulturrassen von den natürlichen Rassen auszeichnen: z. B. weitgewölbte Rippen, Breite des Beckens und der Brust, Kleinheit des Kopfes und der Glieder im Verhältnisse zum ganzen Thiere u. s. w. Diese Eigenschaften vererben sich nach Nathusius zwar insofern, als die Anlagen dazu von den Eltern auf die Kinder übertragen werden; aber es vermindern sich diese Eigenschaften in den Geschlechtsfolgen, wenn nicht fortwährend die Ausbildung dieser Eigenschaften durch reichliche Nahrung, Schutz vor Unbilden jeder Art unterstützt wird.

Die in Rede stehenden Eigenschaften sind vorwiegend solche, welche von den Elternthieren und deren Vorfahren durch Anpassung erworben sind; wir können sie auch als Kultureigenschaften bezeichnen. Damit sie sich in den Nachkommen erhalten, ist es nothwendig, dass die Einflüsse der Kultur, durch welche sie bedingt sind, fortdauern. Die Nachkommen frühreifer und durch Mastfähigkeit, oder durch Geschwindigkeitsleistung ausgezeichneter Thiere, müssen in ähnlicher Weise ernährt, ihr Muskelsystem muss in ähnlicher Weise geübt werden, wie das bei

*) „Vorträge" I, 121.

ihren Vorfahren geschehen ist, wenn sie die ererbte Anlage zu jenen Kultureigenschaften ausbilden und wieder vererben sollen.

Die durch Anpassung erworbenen Kultureigenschaften müssen also durch den Einfluss des Klimas, des Bodens und der Lebensweise (beziehungsweise durch Ernährung, Gebrauch und Nichtgebrauch der Organe) fortwährend unterstützt werden, wenn sie ferner vererbungsfähig bleiben sollen.

In gleicher Weise wie die materiellen Leistungseigenschaften, welche vorwiegend abhängig sind von der Entwicklung des Ernährungs- und Bewegungsapparates, vererben sich auch die geistigen oder seelischen Eigenschaften, wie: Gelehrigkeit, Dressurfähigkeit u. A. Sie sind vorwiegend abhängig von der Anlage, beziehungsweise von der Entwicklung des Zentralnervensystemes. Auch die geistigen Fähigkeiten der Thiere müssen fortwährend geübt werden, wenn sie zur vollen Ausbildung und zur ferneren Vererbung gelangen sollen.

§. 283. *Die Vererbung des Geschlechtes.*

Untersuchungen über die Bedingungen der Geschlechtsvererbung liegen in grosser Zahl vor. Als geschlechtsbedingende Ursachen sind erkannt worden: das Alter der Zeugenden, die Ernährung der Frucht, die geschlechtliche Kraft der Zeugenden während des Zeugungsaktes, das Klima, die Paarung zu verschiedenen Zeiten der Brunst.

1. In Betreff des Alters der Zeugenden nimmt man an, dass ebensowohl das sehr jugendliche, wie das höhere Lebensalter, die vorwiegende Erzeugung weiblicher Früchte begünstige. Schon Aristoteles hat diese Erfahrung gemacht. In neuer Zeit hat Huber festgestellt, dass die Bienenkönigin, wenn sie sehr frühzeitig befruchtet wird, zuerst weibliche Eier und erst nach diesen männliche legt; wird sie aber erst nach zehn bis zwanzig Tagen befruchtet, so legt sie nur männliche Eier. Der letztere Vorgang findet indessen nach Dzierzon auch ohne alle Befruchtung (durch Parthenogenesis) statt. Aus den Untersuchungen von Hofacker*), der die Zeugungs- und Geschlechtsverhältnisse von 2000 Kindern

*) „Ueber die Eigenschaften, welche sich bei Menschen und Thieren von den Eltern auf die Nachkommen vererben". Tübingen, 1828.

erforscht hat, ergibt sich, dass im Allgemeinen mehr Mädchen geboren werden, wenn die Mutter älter ist als der Vater, und dass mit zunehmendem Alter des Vaters auch die Zahl der geboren werdenden Knaben zunimmt; im gleichen Altersverhältnisse von Vater und Mutter ist das Geschlecht der Frucht der Zahl nach im Gleichgewichte, und es neigt sich zu Gunsten des männlichen, wenn der Vater verhältnissmässig älter ist als die Mutter. Diese Angaben Hofacker's kann ich durch Beobachtungen auf meiner früheren Schäferei zu Pogarth bestätigen.

2. Reichliche Ernährung der Frucht soll nach Ploss mehr Aussicht auf weibliche, minder gute Ernährung aber mehr Aussicht auf männliche Frucht gewähren. Demnach würde die geschlechtsbedingende Ursache allein bei der Mutter zu suchen sein. Diese Ansicht, die Ploss durch ein bedeutendes statistisches Material belegt, findet eine Bestätigung in den Untersuchungen über die herzlosen Missgeburten von Claudius, der nachgewiesen hat, dass diese durch denselben Blutkreislauf verbundenen Früchte stets gleichen Geschlechtes sind. Aus dieser Thatsache schliesst Claudius, dass es das Blut sei, welches das Geschlecht bestimmt und dass beide Embryonen gleiches Geschlecht haben, weil sie von gleichem Blute durchflossen werden. Es ergibt sich daraus, dass das Geschlecht des Kindes im Anfange seiner Entwicklung nicht bestimmt ist, dass also die geschlechtsbedingende Ursache erst später wirksam wird und nicht im Zeugungsakte enthalten sein kann. Nicht mit Claudius', wohl aber mit Ploss' Untersuchung steht die Ansicht von Preussner im Widerspruche, dass im Allgemeinen der männlichen Frucht ein reichlicheres Bildungsmaterial als dem weiblichen zugeführt werde. Preussner gründet diese Ansicht auf die Untersuchung der Fruchtknoten an der äusseren Eihaut neugeborener Lämmer, deren Zahl er bei Bocklämmern durchschnittlich grösser fand als bei Mutterlämmern.

3. Ueber die geschlechtliche Kraft des Zeugenden während des Zeugungsaktes hat Martegoute in der Schäferei des Herrn Viallet zu Blanc (Haute-Garonne) Untersuchungen ausgeführt, aus denen sich ergibt, dass:

1. in der ersten Periode der Paarung, wenn der Bock noch in voller Kraft ist, mehr Bock- als Schaflämmer erzeugt werden;

2. einige Tage später, wenn die Schafe in grosser Anzahl brünstig werden, und der Bock durch viele Arbeit geschwächt wird, die Erzeugung der Schaflämmer die Ueberhand bekommt;

3. während der dritten Periode, wenn die meisten Schafe gepaart sind und der Bock wieder zu Kräften kommt, mehr Bock- als Schaflämmer erzeugt werden.

In jener Schäferei wurden im Jahre 1855/56, wo man nur Böcke und Schafe von gleicher Kraft und Alter sich paaren liess, 25 Bocklämmer und 23 Schaflämmer geboren, und zwar:

vom 27. Dezember	bis	8. Januar	13	Bock- und	4	Schaflämmer,	d. h.	76·8	Proz. Bockl.,
„ 9. Januar	bis	18. Januar	3	„ „	15	„	„	16·6	„ „
„ 19. „	„	29. „	9	„ „	4	„	„	69·23	„ „

Die Angaben von Van den Bosch aus seiner Schäferei zu Wilhelminadorp stimmen jedoch mit den Viallet'schen wenig überein. Van den Bosch hat in zehn Jahrgängen erhalten für die

1. Periode	146	Bock- und	183	Schaflämmer,	d. h.	44·38	Proz.	Bocklämmer,
2. „	500	„ „	544	„	„	47·89	„	„
3. „	122	„ „	130	„	„	48·41	„	„

Auch die von mir auf meiner früheren Schäferei zu Pogarth angestellten Beobachtungen bestätigen nicht die Angaben von Martegoute.

4. Den Einfluss des Klimas hat Breslau untersucht; er fand, dass in den wärmeren sechs Monaten des Jahres (April bis September) im Kanton Zürich mehr Kinder, aber verhältnissmässig weniger Knaben erzeugt wurden, als in den kälteren sechs Monaten (Oktober bis März), in welchen weniger Kinder, aber verhältnissmässig viele Knaben erzeugt wurden. Die meisten Knaben wurden daselbst im Frühlinge erzeugt, die zweitmeisten im Winter, die drittmeisten im Herbste, die wenigsten im Sommer.

5. Der Einfluss der Paarung zu verschiedenen Zeiten der Brunst, ist von Thury*) untersucht worden; er behauptet: dass, wenn Befruchtung stattfindet zur Zeit, wo das weibliche Ei in den Eileiter eintritt (also in der ersten Periode der Brunst), die Frucht weiblichen Geschlechtes, und zur Zeit wo dasselbe im Tragsacke angelangt ist (also in der zweiten Periode der Brunst), die Frucht männlichen Geschlechtes werde. Thury's Behauptung ist durch 29 Versuche zu Montet, Kanton Waadt, von George Cornaz bestätigt worden. Auch spricht für ihn der Vorgang der Parthenogenesis und von Siebold's Erklärung der Zwitterbienen, wonach das unbefruchtete Bienenei männlich ist, durch eine bestimmte Quantität von Samenzellen aber in ein Weibchen umgewandelt wird, während eine ungenügende Menge nur jene

*) „Ueber das Gesetz der Erzeugung der Geschlechter" u. s. w. übersetzt von Pagenstecher. Leipzig, 1864.

Zwitterform hervorbringt. Auch Kleine erklärt die Zwitterbienen aus einer nicht rechtzeitigen Befruchtung entstanden.

Gegen Thury's Behauptung aber sprechen viele Beobachtungen, die das Gegentheil erweisen. So hat schon Aristoteles beobachtet, dass von den zwei Eiern, welche die Tauben gewöhnlich legen, das erste meistens ein Männchen gibt. Flourens hat schon vor einigen vierzig Jahren Aehnliches beobachtet, und in elf Fällen aus dem erstgelegten Taubenei Männchen erhalten. Ich habe die Thury'sche Hypothese früher in Pogarth sowohl an Schafen, wie an Kühen geprüft, und ich kann sie durchaus nicht bestätigen. Auch die auf den landwirthschaftlichen Akademien zu Eldena und Waldau angestellten Beobachtungen widersprechen der Annahme Thury's.

So werthvoll die vorerwähnten Untersuchungen auch sind, so enthalten sie doch noch viele Widersprüche, und es lässt sich ein allgemein giltiges Gesetz der Geschlechtsvererbung zur Zeit noch nicht daraus ableiten.

§. 284. *Die Aufgabe einer wissenschaftlichen Vererbungs- und Züchtungstheorie.*

Die Aufgabe einer wissenschaftlichen Vererbungstheorie ist die Feststellung der Bedingungen, unter welchen die Vererbung körperlicher und geistiger Eigenschaften von Vater und Mutter auf das Kind stattfindet. Mit einer blossen Abschätzung der Aehnlichkeiten zwischen Eltern und Kindern wird die Aufgabe nicht gelöst, sondern sie erfordert sehr genaue Messungen der Körpertheile von Eltern und Kinder, und zur Erforschung der geistigen Eigenschaften auch die anatomische Untersuchung der Schädelhöhle und des Gehirnes nach dem Tode derselben. Ausserdem aber sind die körperlichen und geistigen Eigenschaften der Vorfahren und die Einflüsse der Aussenwelt festzustellen, bei letzteren wenigstens so weit sie meteorologisch erforscht werden können, also die Einflüsse des Luftdruckes, von Wärme und Kälte, von Trockenheit und Feuchtigkeit der Luft, beziehungsweise der Regenmenge.

Die Eigenschaften der Vorfahren müssen durch glaubwürdige Stammtafeln nachgewiesen werden, welche wenigstens die Hauptmaasse des Körpers, die Haut und Haarfarbe, die geschlechtlichen

Fig. 171.

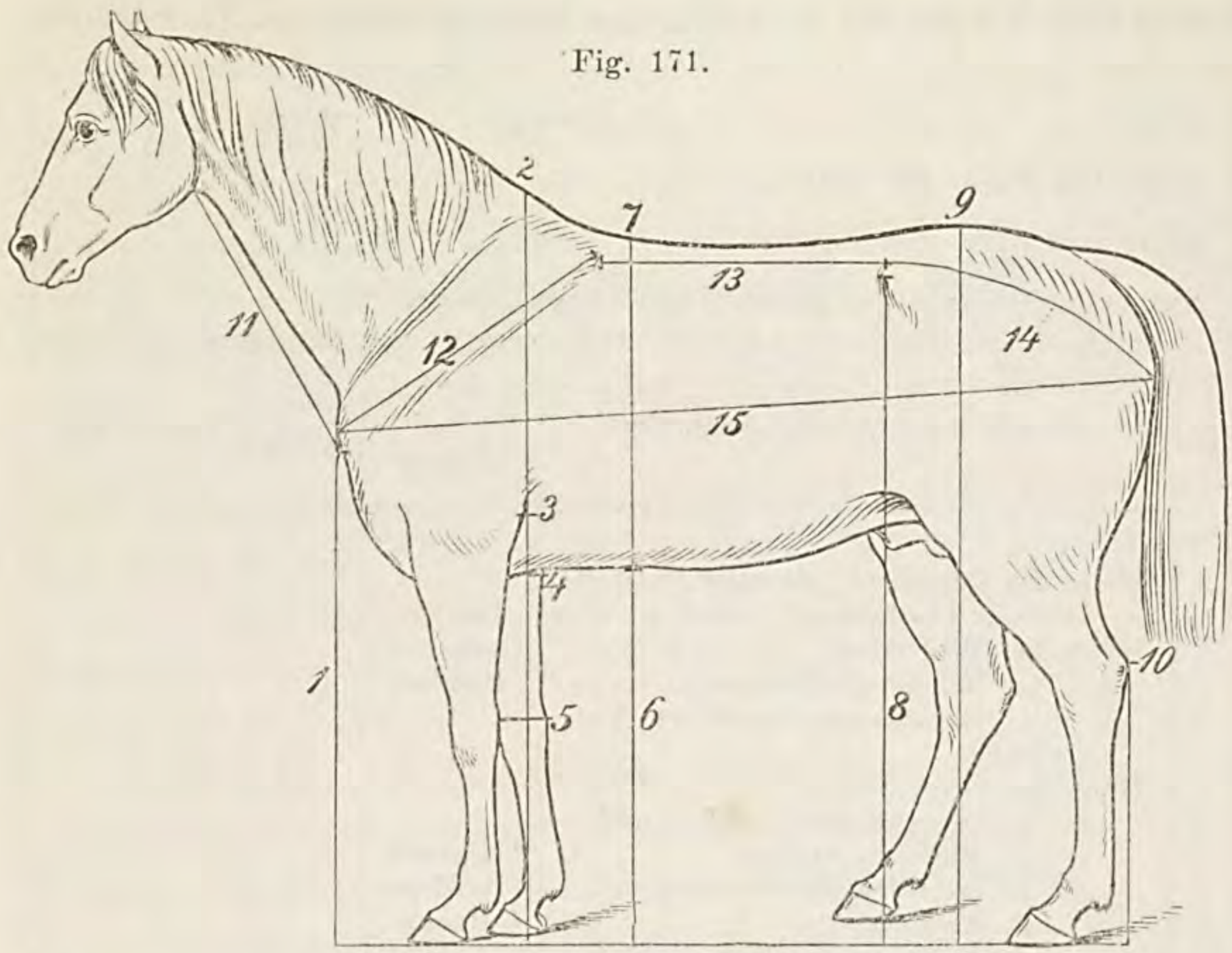
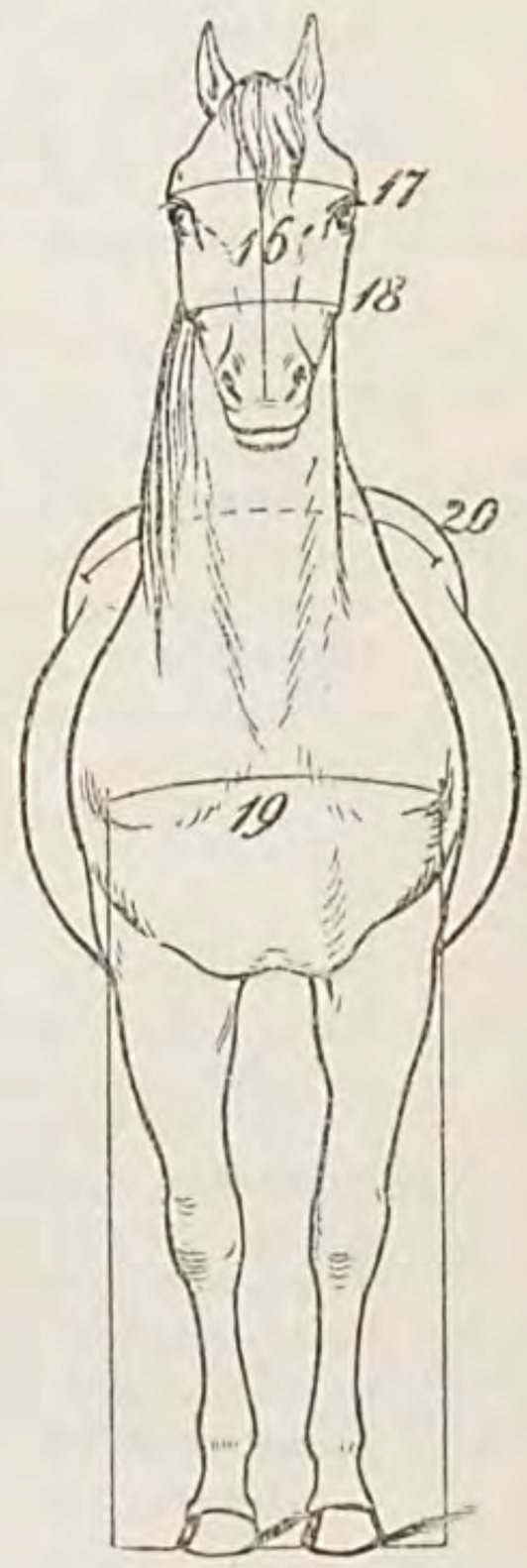


Fig. 172.



Leistungen und die besonderen physiologischen Leistungen (Geschwindigkeitsleistung, Zugleistung, Fettproduktion, Milchproduktion, Wollproduktion u. s. w.) zu enthalten haben.

Die Hauptsache für die Beurtheilung der Vererbungsfähigkeit väterlicher und mütterlicher Eigenschaften aber ist die Vergleichung der Körpermaasse und einiger anderer Körpermerkmale einerseits bei den Eltern und andererseits bei deren Nachkommen.

Ich habe versucht in Tabelle LXI ein Schema*) aufzustellen für die wichtigsten Körpermaasse, sowie für die Farbe und die Beschaffenheit von Haut und Haar. Fig. 171 und 172 zeigt die Anwendung der

*) Dieses Schemas bediene ich mich auch zu meinen Messungen zur Konstruktion des goldenen Schnittes.

Tabelle LXI. Schema für die wichtigsten Körpermerkmale von Zuchtthieren.

Name: Geschlecht: Alter:

Name und Rasse des Vaters:

Name und Rasse der Mutter:

Name und Heimath des Züchters oder Eigenthümers:

Nummer	Bezeichnung der Körpertheile	Art des Maasses	Zentimeter	Anmerkung
1	Höhe der Bugspitze (lateraler Rollfortsatz des Oberarmes)	Bandm.		
2	Höhe des Widerristes	Galgenm.		
3	„ „ Ellenbogenhöckers	Bandm.		
4	„ „ Brustbeines hinter dem Vorderbeine	„		
5	Höhe des Hakenbeines	„		
6	„ „ Brustbein-Schaufelknorpels .	„		
7	„ „ Rückens darüber	Galgenm.		
8	„ „ lateralen Hüfthöckers	Bandm.		
9	„ „ Kreuzbeines.	Galgenm.		
10	„ „ Fersenbeinhöckers	„		
11	Vom Kehlwinkel bis Brustbein-Schnabelknorpel	Bandm.		
12	Von Bugspitze bis Rückenwinkel des Schulterblattes	„		
13	Vom Rückenwinkel des Schulterblattes bis lateralen Hüfthöcker	„		
14	Vom lateralen Hüfthöcker bis Gesässhöcker	Zirkelm.		
15	Von Bugspitze bis Gesässhöcker	Galgenm.		
16	Kopflänge vom Scheitelwulst bis Vorderrand des Zwischenkiefers	Zirkelm.		
17	Kopfbreite über den Augen	„		
18	Kopfbreite am Wangenhöcker	„		
19	Brustbreite zwischen beiden Bugspitzen	„		
20	Hüftenbreite zwischen beiden lateralen Hüfthöckern.	„		
21	Brustumfang hinter dem Rückenwinkel des Schulterblattes.	„		
22	Farbe der allg. Decke . .			
23	Farbe der Sammethaut, oder des Flozmaules.			
24	Farbe der Behaarung . .			
25	Abzeichen am Kopfe. . .			
26	Abzeichen am Rumpfe. .			
27	Abzeichen an den Beinen			
28	Beschaffenheit der Haut.			
29	Beschaffenheit der Haare			
30	Länge und Richtung der Hörner			

Körpermaasse.*) In die Rubrik „Anmerkung“ sind die Ernährungsverhältnisse, beziehungsweise das Körpergewicht des betreffenden Thieres zu verzeichnen.

Die den Körper des Vaters und der Mutter betreffenden Angaben sind am Tage der Paarung auf je einer Tabelle zu verzeichnen; die den Körper der Nachkommen betreffenden Angaben sind in verschiedenen Altersperioden ebenfalls in je einer Tabelle einzutragen. Aus den Daten der Tabellen ergibt sich dann die Beantwortung folgender Fragen, welche die Vererbung der Körperformen und der Farbe betreffen:

1. In welchem Verhältnisse entwickeln sich die Körperformen des jungen Thieres bei reichlicher und bei kärglicher Ernährung?

2. Welche Körperformen zeigen sich in ihren Grössenverhältnissen unabhängig von den Einflüssen reichlicher und kärglicher Ernährung?

3. Welche in ihren Grössenverhältnissen von der Ernährung unabhängige Körperformen des jungen Thieres haben ähnliche Grössenverhältnisse wie die Körperformen des Vaters?

4. Welche in ihren Grössenverhältnissen von der Ernährung unabhängige Körperformen des jungen Thieres haben ähnliche Grössenverhältnisse wie die Körperformen der Mutter?

5. Welche Körperformen erbt das männliche Junge vorwiegend vom Vater, welche vorwiegend von der Mutter?

6. Welche Körperformen erbt das weibliche Junge vorwiegend vom Vater, welche vorwiegend von der Mutter?

7. Gibt es Körperformen des jungen Thieres, welche ein mittleres Maass erkennen lassen zwischen den Körperformen des Vaters und der Mutter?

8. Gibt es Rassen, welche ihre Körperformen im höheren Grade vererben?

9. Welche Körperformen werden bei der Paarung gleicher Rassen im höheren Grade vererbt bei reinen Rassen, welche im minderen Grade bei gekreuzten Rassen?

10. Welche Körperformen werden bei der Paarung von reinen und gekreuzten Rassen im höheren Grade von den reinen Rassen vererbt?

---

*) Die geraden Linien auf Fig. 171 und 172 sind mit dem Band- und Galgenmaass, die gebogenen Linien mit dem Zirkelmaass zu messen.

Tabelle LXII. Schema für die Geschlechtsvererbung.

Vaterthier, das mit nachstehenden Mutterthieren gepaart ist							
1	2	3	4	5	6	7	8
Name oder Heerd-Nummer	Jahr und Tag der Geburt (Alter)	Name des Vaters	Rasse des Vaters	Name der Mutter	Rasse der Mutter	Tage der Paarung	Bemerkungen über Benutzung und Fütterung des Vaterthieres

Mutterthiere, die mit vorstehendem Vaterthiere gepaart sind																
9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Name oder Heerd-Nummer	Jahr und Tag der Geburt (Alter)	Name des Vaters	Rasse des Vaters	Name der Mutter	Rasse der Mutter	Beginn der Brunst	Zeit der Paarung	Ob erste oder wiederholte Paarung	Wärme der Luft am Tage der Paarung	Gewicht des Vaters	Gewicht der Mutter	Geburt der Frucht Tag und Stunde	Gewicht der Mutter früh Morgens nach dem Gebären	Geschlecht der Frucht	Gewicht der Frucht	Zahl der Knoten an der Eihülle
						Tag und Stunde				früh Morgens nach der Paarung Kilo			Kilo		Kilo	

11. Welche Körperfarbe und welche farbigen Abzeichen erbt das männliche Junge vorwiegend vom Vater, welche vorwiegend von der Mutter, wenn beide Eltern ungleiche Farben und ungleiche Abzeichen haben?

12. Welche Körperfarbe und welche farbigen Abzeichen erbt das weibliche Junge vorwiegend vom Vater, welche vorwiegend von der Mutter, wenn beide Eltern ungleiche Farben und ungleiche Abzeichen haben?

13. Welche Mischfarben entstehen bei jungen Thieren aus den ungleichen Farben der Eltern?

14. Welche Rassen vererben ihre Körperfarbe und Abzeichen bei Reinzucht in gleicher Weise?

15. Welche Rassen vererben ihre Körperfarbe und Abzeichen bei Kreuzungszucht in vorwiegender Weise?

Für die Fragen der Geschlechtsvererbung habe ich in Tabelle LXII ein besonderes Schema aufgestellt. Aus den Daten dieser Tabelle ergibt sich die Beantwortung folgender Fragen, welche die geschlechtsbildenden Ursachen betreffen:

1. Welchen Einfluss hat das Altersverhältniss des Vater- und des Mutterthieres auf die Geschlechtsbildung der Frucht?

2. Hat der Ernährungszustand der Elternthiere zur Zeit der Paarung einen Einfluss auf die Geschlechtsbildung der Frucht?

3. Ist des Vaterthieres seltene oder häufige Benutzung zur Paarung von Einfluss auf die Geschlechtsbildung der Frucht?

4. Hat die Begattung des Mutterthieres zu Anfang oder zu Ende der Brunst einen Einfluss auf die Geschlechtsbildung der Frucht?

5. Welchen Einfluss hat die erste oder die wiederholte Paarung der Mutter auf die Geschlechtsbildung der Frucht?

6. Ist die Geschlechtsbildung der Frucht abhängig von dem Ernährungszustande der Mutter während der Tragezeit?

7. Steht die Dauer der Tragezeit in Beziehung zum Geschlechte der Frucht?

8. Sind Luftdruck und Luftwärme am Tage der Paarung von Einfluss auf die Geschlechtsbildung der Frucht?

9. Welchen Einfluss hat die Tageszeit der Paarung auf die Geschlechtsbildung der Frucht?

10. In welcher Beziehung steht die Jahreswitterung (mittlerer Luftdruck, mittlere Luftwärme und Regenhöhe der

Jahreszeiten) zur Zahl der männlichen und weiblichen Geburten im Jahre?

Eine wissenschaftliche Züchtungstheorie kann sich nur ergeben aus einer grossen Zahl von zuverlässigen Körpermessungen an nächstverwandten Zuchtthieren durch mehrere Geschlechtsfolgen hindurch. Solche Messungen können im grossen Stile nur in der Praxis ausgeführt werden, aber leider sind die praktischen Thierzüchter bisher wenig geneigt gewesen, eine derartige Arbeit, die von einem in der wissenschaftlichen Methode geübten Manne geleitet werden müsste, zu unterstützen. Die praktischen Thierzüchter haben sich bisher mit den Lehrsätzen der empirischen Theorien begnügt und daraus ihre Züchtungsregeln abgeleitet, die nothwendig nur geringe Gewähr der Zuverlässigkeit bieten können. Da die empirische Theorie aus der Mehrzahl der Fälle aufgebaut ist, so haben ihre Regeln auch nur für eine Mehrzahl, aber nicht für alle Fälle Geltung. Daher erklärt sich der lebhafte, aber niemals zur Entscheidung gelangende Streit über Züchtungsgrundsätze.

In jedem gewerblichen Betriebe, also auch in der Thierzucht, muss das Wissen dem Können vorausgehen; das Wissen aber soll sich stützen auf zuverlässige Beobachtungen und Versuche. Der einzelne praktische Thierzüchter ist selten in der Lage mit Züchtungsversuchen nach wissenschaftlicher Methode vorzugehen. Wohl aber wären dazu die landwirthschaftlichen Akademien mit eigenem Gutsbetriebe und vielleicht auch die Staatsgestüte berufen. Bei letzteren käme es nur darauf an, den vorgeschriebenen Züchtungsplan wissenschaftlich zu verwerthen, d. h. die Körperformen der (ohne alle Rücksicht auf wissenschaftliche Zwecke) gepaarten Zuchtthiere und ihrer Nachkommen durch genaue Messungen, bei letzteren auch in den verschiedenen Entwicklungsperioden, festzustellen.

Die thierphysiologischen Versuchsstationen haben sich bis jetzt ausschliesslich mit Fütterungsversuchen beschäftigt. Ihr Nutzen für die Thierzucht ist unzweifelhaft, aber sie begründen nicht alle Aufgaben derselben; wir brauchen ausserdem auch Stationen, welche Züchtungsversuche nach wissenschaftlicher Methode anzustellen berufen sind.

Vierunddreissigstes Kapitel.

Die Methoden der Züchtung.

§. 285. *Die Zuchtwahl.*

Die Zuchtwahl stützt sich hauptsächlich auf die Beurtheilung der Körperform der zu paarenden Thiere.

Die Thierzucht im landwirthschaftlichen Betriebe dient bestimmten wirthschaftlichen Zwecken, denen die Leistungen der landwirthschaftlichen Hausthiere entsprechen müssen. Wenn

uns die Leistungen der zu paarenden Thiere und ihre Vererbungsfähigkeit aus früheren Zuchterfolgen genau bekannt sind, so können wir sie ohne Rücksicht auf ihre Körperform auch ferner zur Zucht benutzen. Wenn uns aber die Leistungen der zu paarenden Thiere und ihre Zuchterfolge nicht bekannt sind, so können wir nur durch Beurtheilung ihrer Körperform (zu welcher die Leistungen in bestimmter Beziehung stehen) einen Anhalt gewinnen für die Wahrscheinlichkeit ihrer Zuchterfolge. Die Voraussage des Zuchterfolges aber bleibt immer unsicher, wenn uns die Grösse des Vererbungsvermögens ihrer Vorfahren und die Grösse ihres eigenen Anpassungsvermögens unbekannt ist. Selbstverständlich dürfen nur gesunde Thiere zur Zucht verwendet werden.

Daraus ergibt sich, dass die Zuchtwahl zu berücksichtigen hat:

1. die Leistungen der zu paarenden Thiere;
2. die Körperform der zu paarenden Thiere;
3. die Abstammung der zu paarenden Thiere, beziehungsweise die Leistungen und das Vererbungsvermögen ihrer Vorfahren;
4. das Anpassungsvermögen, beziehungsweise die Rassequalität*) der zu paarenden Thiere;
5. den Gesundheitszustand der zu paarenden Thiere.

Der praktische Thierzüchter züchtet übrigens nicht bloss Thiere zu Zuchtzwecken, d. h. Thiere aus deren Paarung wiederum Zuchtthiere hervorgehen sollen, sondern er züchtet auch Thiere zu Gebrauchszwecken (z. B. zur Arbeitsleistung, zur Mastung, zur Milchproduktion u. s. w.), welche Leistungen die Hauptnutzung, oder die ausschliessliche Nutzung bilden.

Die Züchtung zu Gebrauchszwecken darf in der Zuchtwahl weniger streng sein und sie begnügt sich meistens mit der Kenntniss der Leistungen der zu paarenden Thiere; übrigens verwendet sie nur gesunde Thiere zur Zucht.

Aber auch die Züchtung zu Zuchtzwecken muss sich oft mit einer minder strengen Zuchtwahl begnügen (namentlich in Ermangelung ausreichenden Betriebskapitales), sie bleibt aber selbstverständlich in ihren Zuchterfolgen hinter jenen Zuchten

*) Den Begriff der „Rasse" habe ich früher (Seite 779 Anm.) definirt.

zurück, welche allen Forderungen einer strengen Zuchtwahl Rechnung tragen.

Wir wissen aus dem vorigen Kapitel, dass die Wahrscheinlichkeit der Vererbung väterlicher und mütterlicher Eigenschaften am grössten ist, wenn Thiere gepaart werden, die sich möglichst ähnlich sind, und die einen möglichst hohen Grad der Anpassung an die Einflüsse der Aussenwelt erlangt haben, beziehungsweise deren Lebensgewohnheit möglichst übereinstimmt mit den klimatischen und Bodenverhältnissen des Ortes, wo sie zur Zucht verwendet werden. Die Befolgung dieser aus den Gesetzen der Vererbung und der Anpassung abgeleiteten Regel begründet die Züchtungsmethode der Inzucht und der Reinzucht.

Es können aber Gründe wirthschaftlicher Natur den Thierzüchter bestimmen (die in §. 287 erörtert werden) von jener Regel abzuweichen, und auch nicht-ähnliche Thiere zu paaren; diese Abweichung von jener Regel begründet die Züchtungsmethode der Kreuzung.

§. 286. *Die Methode der Inzucht und der Reinzucht.*

Der sicherste Zuchterfolg ergibt sich aus der Paarung möglichst ähnlicher und den klimatischen und Bodenverhältnissen des Zuchtortes möglichst angepasster Thiere.

Die möglichste Aehnlichkeit in der Körperform und Leistung der zu paarenden Thiere findet man in der Regel bei blutsverwandten Thieren. Werden nur solche Thiere zur Paarung verwendet, so spricht man von Inzucht oder Verwandtschaftszucht, und man unterscheidet Inzucht im weiteren und im engeren Sinne, beziehungsweise die Paarung entfernter oder näher verwandter Thiere. Die Zucht entfernter verwandter Thiere nennt man auch Familienzucht*), die Zucht näher verwandter Thiere (d. h. die Zucht zwischen Eltern und Kindern und zwischen Geschwistern) heisst auch Incestzucht.

Unter Reinzucht verstehe ich die Paarung von Thieren der gleichen Rasse oder gleicher Typen (Schläge) innerhalb

*) Unter „Familie" im thierzüchterischen Sinne, verstehe ich die von einer Mutter abstammende Nachkommenschaft; der Thierzüchter begründet die Familie der polygamen Hausthiere nicht durch den Vater.

der nämlichen Rasse. Die Methode der Reinzucht benutzt also hauptsächlich solche Thiere zur Paarung, deren Lebensgewohnheit den klimatischen und Bodenverhältnissen des Zuchtortes möglichst angepasst ist. Wir können die Reinzucht demnach auch als Rassezucht*) bezeichnen. Die Reinzucht oder Rassezucht geschieht ohne Rücksicht auf die Verwandtschaft der Thiere.

Die Inzucht ist meistens zugleich Reinzucht, doch kann auch Inzucht in gekreuzten Heerden betrieben werden.

Nach den vorausgehenden Erörterungen ist es leicht verständlich, dass die Inzucht in Verbindung mit Reinzucht die grösste Wahrscheinlichkeit getreuer Vererbung gewährleistet. Wir dürfen aber nicht verkennen, dass eine Paarung zu naher Verwandter, wie sie namentlich durch Incestzucht betrieben wird, grosse Gefahren mit sich bringt. Der Zweck der Inzucht ist: durch Paarung möglichst ähnlicher Thiere, deren wünschenswerthe, beziehungsweise den wirthschaftlichen Zwecken entsprechende Eigenschaften, durch Uebertragung auf die Nachkommen zu erhalten und zu steigern. Es steigern sich aber durch Inzucht, und insbesondere durch Incestzucht, nicht bloss die guten und wünschenswerthen Eigenschaften, sondern auch die Fehler und die nicht wünschenswerthen Eigenschaften der gepaarten Zuchtthiere. Es ist eine durch die Erfahrung oft bestätigte Thatsache: dass durch Paarung nahverwandter Thiere die körperliche Konstitution der Nachkommenschaft häufig schwächlicher wird, als sie bei den Vorfahren war.

---

*) Meine Begriffsbestimmung des Wortes „Reinzucht" stimmt nicht ganz überein mit der Begriffsbestimmung von H. v. Nathusius (in seinen Vorträgen I, S. 149 u. f.), die mir unklar zu sein scheint. S. 149 sagt Nathusius: „Paarung innerhalb einer Rasse, ohne weitere Rücksicht auf Verwandtschaft, nennen wir Reinzucht". S. 150: „Es ist also der Begriff der Reinzucht abhängig von dem Rassebegriff". S. 151: „So lange der Begriff der Rasse wesentlich eine geographische Grundlage hat, so lange also vorzugsweise diejenigen Rassen in Betracht kommen, welche man natürliche zu nennen pflegt, so lange ist der Begriff der Reinzucht auch an diese Anschauungsweise gebunden. Wird dagegen der Rassebegriff auf die wesentlichen Eigenschaften, auf die Leistungen der Thiere begründet, dann schliesst sich auch der Begriff der Reinzucht diesem veränderten Begriffe der Rasse nothwendig an".

Nathusius gebraucht also das Wort „Reinzucht" für zwei verschiedene Begriffe: einmal bezeichnet es die Zucht nach Rasse, ein andermal die Zucht nach Leistung. „Rasse" aber ist ein geographischer Begriff, „Leistung" ein physiologischer Begriff, und diese beiden Begriffe decken sich nicht.

Die Anwendung der Inzucht und insbesondere der Incestzucht, erfordert also eine sehr scharfe Beurtheilung der Fehler und der Konstitution der zu paarenden blutsverwandten Thiere, damit die Erzeugung fehlerhafter und schwächlicher Nachkommen vermieden wird. Der Thierzüchter aber, der dieses Urtheil besitzt, kann durch Inzucht, und ganz besonders durch Incestzucht die grössten Erfolge erzielen.

N. M. Witt*) ein sehr intelligenter und durch seine Zuchterfolge bekannter Thierzüchter, empfiehlt die Inzucht als ein wesentliches Moment zur Förderung der Kulturrassen in ihren Leistungen, wenn sie innerhalb verschiedener gesonderter Familien derselben Rasse betrieben wird, die man einige Generationen auseinander hält und dann wieder je nach den Zwecken zusammenbringt. Man kann die Eigenschaften und Leistungen der Thiere durch diese Operation ausgleichen und steigern. Witt ist geneigt anzunehmen, dass die Incestzucht die Leistungen der Thiere nach einer bestimmten Seite hin zu steigern geeignet ist, wobei er sich auf das Verfahren von Booth in England bezieht, der stark Incestzucht betrieben hat, weil er unter einer grossen Zahl dadurch freilich etwas überbildete Thiere, doch einzelne Thiere gefunden hat, die in der gewünschten Eigenschaft alle anderen Thiere in hohem Grade überbieten, so dass er mit solchen Thieren rasch vorwärts gekommen ist in der Leistung seiner Heerde. Witt macht darauf aufmerksam, dass die Forschritte in der englischen Thierzucht immer von einzelnen Thieren ausgegangen sind.

Settegast**) hält die Inzucht im weiteren Sinne (worunter er im Wesentlichen Reinzucht versteht) und die Reinzucht für die zweckmässigsten Züchtungsmethoden, sobald einer bestimmten Thiergruppe diejenigen Eigenschaften fertig ausgebildet, oder als Anlage innewohnen, welche der Züchter zu ihrer Nutzbarkeit beansprucht. Der Züchtungskunst wird es dann im Verfolge dieser Methoden gelingen: die Individuen einer Zucht allmälig in den Vollbesitz der Vorzüge zu setzen, zu deren Entwicklung der Organismus der Thiere die Hand bietet. Durch die Einmischung anderen Blutes steht nach Settegast kein Vortheil in Aussicht, und es spricht daher nichts dafür, das Verfahren der Kreuzung einzuschlagen. Gegen die Paarung nahe verwandter Thiere (namentlich gegen Incestzucht) spricht sich Settegast sehr entschieden aus, doch glaube ich, dass (vorausgesetzt, dass nur gesunde Thiere von kräftiger Konstitution zur Zucht verwendet werden) seine Besorgniss zu weit geht.

Unzweifelhaft kann, bei nachlässiger Zuchtwahl, die Paarung zu nahe verwandter Thiere üble Folgen für die Nachkommen herbeiführen, aber diese sind häufig übertrieben worden, und es scheint sowohl bei Thieren, wie bei Menschen ein gewisses Vorurtheil gegen die Paarung in naher Verwandtschaft zu bestehen.

Bei Menschen können in dieser Beziehung nur die Ehen zwischen Geschwisterkindern in Frage kommen, deren üble Folgen George H. Darwin***)

---

*) Fühling's landw. Zeitung, 1869 S. 201.

**) „Thierzucht." 1872. S. 306.

***) „Die Ehen zwischen Geschwisterkindern und ihre Folgen." Uebers. von v. d. Velde. Leipzig, 1876.

auf ein weit geringeres Maass, als gewöhnlich angenommen wird, zurückgeführt hat.

Von W. Carr*) besitzen wir ausführliche Mittheilungen über das Züchtungsverfahren der berühmten englischen Züchter Gebrüder Booth und Anderer. Carr macht darauf aufmerksam, dass die Praxis, von blutsverwandten Thieren zu züchten, von den Gebrüdern Colling und anderen hervorragenden Züchtern mit so zufrieden stellenden Resultaten befolgt worden, dass es scheint, dass sie, wenn sie nicht bis zum Extrem befolgt wird, die beste ist, da sie mit Sicherheit der natürlichste Weg in der Züchtung zu sein scheint. Carr verweist auf die im Zustande der Natur in Haufen umherschweifenden Thiere, die sehr eifersüchtig den Zutritt fremder Thiere überwachen, so dass die Thiere jedes Haufens wahrscheinlich nach vielen verschiedenen Verwandtschaftsgraden blutsverwandt sein müssen. Vielleicht aus dieser Ursache, wie auch aus der Aehnlichkeit von Gewohnheiten und Nahrung, entsteht Gleichförmigkeit, weshalb diese Haufen einen bestimmten und festen Typus haben, ohne dass sie entarten. Der Fall von dem wilden Rindvieh in Chillingham, das von einer Kuh und ihrem Stierkalbe abstammt, gibt nach Carr einen noch schlagenderen Beweis: dass Thiere viele Geschlechtsfolgen hindurch in naher Verwandtschaft gezüchtet werden können, ohne eine Verringerung ihrer abgehärteten Beschaffenheit, oder ihrer ursprünglichen guten Eigenschaften zu erleiden. Die Heerde der Gebrüder Booth ist nach Carr viele Jahre hindurch von Thieren gezüchtet, welche durch mannichfache Verwandtschaften blutsverwandt waren; sie enthielt kein Thier, das nicht mit dem einen oder dem anderen in vielen verschiedenen Graden verwandt war. Die Praxis aber von den engsten Blutsverwandten zu züchten (d. h. von Bruder und Schwester und von Eltern und Kindern) ist von den Gebrüdern Booth nicht als eine allgemeine Regel angenommen worden — niemals über das hinaus, was als die Nothwendigkeit des besonderen Falles, oder als ein blosser Versuch angesehen wurde. Wenn also ein Fehler bei der Inzucht von guten Thieren vorkommt, so kann er nach Carr's Ansicht nur liegen in der Befolgung der Praxis bis zum Extreme, oder in der Fortsetzung der Züchtung von den engsten Verwandtschaften (a. a. O. S. 94).

§. 287. *Die Methode der Kreuzung und der Rückschlag.*

Die Methode der Kreuzung steht im geraden Gegensatze zur Methode der Reinzucht; jene Methode besteht in der Paarung von Thieren, die in ihrer Körperform und Leistung unähnlich sind.

Die Methode der Kreuzung wird angewendet:

1. Um Abänderungen von den Eigenschaften des Vaters, oder der Mutter, in den Nachkommen zu erzeugen; gewöhnlich

*) „Die Geschichte der Entstehung und des Fortganges der Studley-, Killerby- und Warlaby-Shorthorn-Heerden." Uebers. v. Holtzendorff. Glogau, 1868.

sucht man durch Kreuzung, beziehungsweise durch Einführung fremder Zuchtthiere in eine Heerde (meistens werden männliche Zuchtthiere aus der Fremde eingeführt) eine Verbesserung gewisser Eigenschaften der Mutterthiere in den Nachkommen herbeizuführen; das ist die Kreuzung zum Zwecke der Veredelung.

2. Um Familien, welche durch unvorsichtige Anwendung der Inzuchtmethode in ihrer Körperkonstitution herabgekommen sind, wieder zu kräftigen; das ist die Kreuzung zum Zwecke der sogenannten Blutauffrischung.

3. Um gewisse Gebrauchsthiere zu erzeugen, ohne Rücksicht auf die Vererbungsfähigkeit ihrer Eigenschaften; zu diesem Zwecke kreuzt man sogar verschiedene Arten (z. B. Pferd und Esel), deren Nachkommen unfruchtbar sind.

Einen vierten Zweck der Kreuzung, den Settegast anführt, nämlich: zur Neubildung von Rassen — vermag ich nicht anzuerkennen. Ich glaube nicht, dass man durch Kreuzung verschiedener Rassen — neue Rassen erzeugen kann, welche sich kennzeichnen durch die Beständigkeit ihrer Vererbung, was meines Erachtens das wichtigste Kennzeichen ist für den Begriff der Rasse. Die Beständigkeit der Vererbung, beziehungsweise die in den Geschlechtsfolgen beständig wiederkehrende Körperform, ist aber bedingt durch den beständigen Einfluss der Aussenwelt. Nur durch Anpassung an diesen Einfluss, beziehungsweise an die klimatischen und Bodenverhältnisse der Heimat, werden Rassen erzeugt, niemals aber durch blosse Kreuzung verschiedenartiger Körperformen. Wohin dieses führt, davon gebe ich unten ein Beispiel, welches die von Settegast erwähnte „Rosensteiner Zucht“ betrifft.

Der am häufigsten bei der Kreuzung verfolgte Zweck ist die Veredelung einer aus gemeinen Mutterthieren bestehenden Heerde durch männliche Zuchtthiere, welche durch Körperform und Leistung ausgezeichnet, sowie durch die verhältnissmässig sichere Vererbung ihrer Eigenschaften bekannt sind. Obwohl wir in Abrede stellen müssen: dass Eigenschaften vom Vater mit grösserer Sicherheit vererben, als von der Mutter, so lässt es sich doch rechtfertigen, dass die Veredelung einer Heerde vorwiegend durch männliche Zuchtthiere ins Werk gesetzt wird. Letztere übertragen nämlich ihre hervorragenden Eigenschaften, welche der Gegenstand der Zuchtwahl sind, rascher auf eine

grössere Zahl von Nachkommen, als das Seitens der Mutter geschehen kann, die bei unseren Hausthieren nur einmal, höchstens zweimal im Jahre Junge bringt. Es wird also — um mich eines zootechnischen Ausdruckes zu bedienen — der Blutantheil eines edelen Vaterthieres in einer Heerde viel rascher wachsen, als der Blutantheil eines edelen Mutterthieres.

Man pflegt ein durch seine Leistungen ausgezeichnetes und gewöhnlich durch Eintragung in ein Stammbuch anerkanntes Zuchtthier als Vollblut*) zu bezeichnen. Die Nachkommen aus der Paarung eines Vollblutthieres (gewöhnlich des männlichen Vollblutthieres) und eines gemeinen Zuchtthieres, wird Halbblut genannt. Wenn Halbblut mit gemeinem Blute gekreuzt wird, so entsteht Viertelblut; wird es wieder mit Vollblut gekreuzt, so entsteht Dreiviertelblut; dieses wieder gekreuzt mit Vollblut gibt Siebenachtelblut und so fort.**) Manche Thierzüchter nehmen an, dass wenn die Kreuzung mit edelen Vaterthieren bis zur fünften Geschlechtsfolge (also bis zu $^{31}/_{32}$-stel Blut) vorgeschritten sei, die Veredelung bereits vollendet, beziehungsweise Vollblut erreicht sei. Andere Thierzüchter halten zur Erreichung dieses Zieles erst die siebente ($^{127}/_{128}$-stel Blut), oder gar erst die zehnte ($^{1023}/_{1024}$-stel Blut) Geschlechtsfolge für befähigt. Diese Annahmen aber beruhen auf Verkennung des Begriffes „Vollblut". Ein Vollblutthier ist ein Thier, das ausgezeichnet ist durch seine Leistungen; dasselbe braucht keinesweges immer aus Reinzucht abzustammen. Der Schwerpunkt für die Beurtheilung von Vollblut ist daher die Leistung, und nicht der aus Reinzucht stammende Blutantheil. In welchem Grade der Veredelung, durch Paarung mit durch Leistung ausgezeichneten Vaterthieren, die Nachkommen gemeiner Mutterthiere die Qualität „Vollblut" erreicht haben, hängt von ihren Leistungen ab, und nicht von dem Blutantheile ihres Vaters oder ihrer väterlichen Vorfahren.

---

*) Das Wort „Vollblut" (engl. „thorough-bred", d. h. ein Thier von guter Erziehung, beziehungsweise von ausgezeichneter Leistung) ist zuerst in Anwendung gebracht für die durch Rennleistung ausgezeichneten und in das Gestütbuch („stud-book") eingetragenen englischen Pferde. Später hat man auch die durch Fettproduktion ausgezeichneten englischen Rinder, Schafe und Schweine als Vollblutthiere bezeichnet.

**) In der Pferdezucht pflegt man alle durch Kreuzung mit Vollblut erzeugten Nachkommen als Halbblutpferde zu bezeichnen, gleichviel welchen Antheil von Vollblut sie besitzen.

Für viele Züchtungszwecke, für welche nicht höchste, sondern nur bessere Leistungen in Frage kommen, genügt oft nur eine einmalige, höchstens eine Kreuzung bis zu Siebenachtelblut. Alsdann kann die Heerde, bei entsprechender Haltung, durch Inzucht weiter gezüchtet werden, falls Zuchtthiere von kräftiger Konstitution zur Paarung verwendbar sind.

So empfehlenswerth auch die Veredelung einer gemeinen Heerde durch Kreuzung mit durch Leistung ausgezeichneten Zuchtthieren, insbesondere mit Vaterthieren ist, so dürfen wir doch nicht ausser Acht lassen, dass der Zuchterfolg des zur Kreuzung verwendeten fremden Zuchtthieres nur dann gesichert erscheint, wenn es den klimatischen und Bodenverhältnissen des Zuchtortes, beziehungsweise der Lebensweise der zu veredelnden Heerde angepasst ist.

Ohne diese Anpassung ist auch das Vererbungsvermögen des edelsten Vaterthieres wenig wirksam, weil alsdann immer die Eigenschaften des gemeinen, aber der Aussenwelt angepassten Mutterthieres zur vorwiegenden Vererbung gelangen.

Eine der häufigsten Folgen der Nichtanpassung, beziehungsweise der Störung des Vererbungsvermögens durch die Einflüsse der Aussenwelt, ist der Rückschlag, d. h. das Hervortreten von Eigenschaften in den Nachkommen der gepaarten Elternthiere, welche die Voreltern der letzteren besessen hatten, die aber in jenen selbst nicht zu Tage getreten waren. Gewöhnlich treten Eigenschaften als Rückschlag auf, welche in früheren Geschlechtsfolgen durch Kreuzung ausgemerzt wurden;*) solche Eigenschaften treten häufig erst dann zu Tage (oft erst nach einer langen Reihe von Geschlechtsfolgen), wenn das betreffende Zuchtthier, durch welches die rückschlagende Eigenschaft vererbt wird, in ein von seiner Heimat abweichendes Klima, oder unter abweichende Ernährungsverhältnisse versetzt wird.

Mit folgendem sehr merkwürdigen Beispiele von Rückschlag schliesse ich dieses Kapitel.

---

*) Als „Rückschlag" dürfen wir wohl auch die Eigenschaften bezeichnen, welche Kinder von ihrem Grossvater oder ihrer Grossmutter in fast regelmässiger Weise erben. Bekannt ist, dass gute Milchkühe die Eigenschaft reichlicher Milchgabe durch ihre Söhne auf ihre Enkelinnen vererben. Sehr häufig ähnelt ein männliches Thier mehr seinem Grossvater, als seinem Vater; ein weibliches Thier mehr seiner Grossmutter, als seiner Mutter.

Zu den bekanntesten und angeblich durch treue Vererbung ausgezeichneten, aus mannichfachen Kreuzungen hervorgegangenen Rinderstämmen gehört der auf der königlich württembergischen Domäne Rosenstein. In demselben ist das Blut von holländer-, schwyzer-, schwäbisch-limpurger-, Alderney- und Zebu-Rindern vertreten. Ein Rosensteiner Stier wurde im vorigen Jahrzehnte in der Ungarisch-Altenburger Akademiewirthschaft benutzt zur Kreuzung mit lavantthaler und ungarischen Kühen. Die Nachkommen desselben sind im Jahre 1868 von C. Schütz besichtigt worden; derselbe berichtet*) über diese Rosensteiner Kreuzungszucht in Ungarisch-Altenburg wie folgt: „Der Stier erschien in seinen äusseren Formen tadellos, als Vaterthier jedoch zerlegte er sich wieder in alle jene Elemente, aus denen er ursprünglich entstanden war. Die Theorie des Rückschlages hatte sich glänzend bewährt, denn hier standen die Kälber in einer Reihe: Schwyzer, Limpurger, ja ein Kalb war darunter, das mit grosser Treue den Typus der holländer Rasse wiedergab — den trockenen Kopf, die glänzend schwarze Farbe, die weissen Bänder, den keilförmigen Stern u. s. w. Und diese Produkte hatte der Abkömmling einer Rasse gezeugt, zu deren Bildung bereits im Jahre 1821 der erste Grund gelegt worden war“.

*) Wiener „Presse“ 1869. Nr. 360.

ZWÖLFTER ABSCHNITT.

Die Nutzung der landwirthschaftlichen Hausthiere.

Fünfunddreissigstes Kapitel.

Die Gesundheitspflege der landwirthschaftlichen Hausthiere.

§. 288. Aufgabe und Bedeutung der Gesundheitspflege.

Wir nennen ein Thier gesund, wenn seine organischen Apparate regelmässig*) arbeiten. Die Gesundheit der Thiere gibt sich hauptsächlich kund: durch die Begierde nach Nahrung (Fresslust) und durch regelmässige Verdauung (erkennbar am Kothe), durch lebhafte Bewegungen und munteren Blick, durch die normale Temperatur der äusseren Bedeckungen und den Glanz des Haares, durch den normalen Eintritt der Brunst und die Begierde zur Paarung.

Wenn diese Zeichen der Gesundheit fehlen, so bezeichnen wir ein Thier als krank. Die Krankheit äussert sich durch Störungen in der Arbeit der organischen Apparate. Wir bezeichnen diejenigen Lebensvorgänge im Organismus der Thiere als krankhafte, welche die regelmässigen Leistungen seiner Organe minder oder mehr beeinträchtigen. Die Ursachen, welche die krankhaften Lebensvorgänge bedingen, nennen wir Krankheitsursachen.

---

*) Das Wort „regelmässig“ (normal) bezieht sich auf die Mehrzahl der Fälle. Die Art und Grösse der Arbeit, welche ein organischer Apparat erfahrungsgemäss in der Mehrzahl der Fälle leistet, ist als regelmässig anzusehen. Da wir bei Thieren, in Ermangelung eines Verständnisses durch die Sprache, keinen anderen Anhaltspunkt für die Beurtheilung ihres Körperzustandes besitzen, als die regelmässige Arbeit ihrer organischen Apparate, so können wir ihren Gesundheitszustand auch nur darnach beurtheilen.

Die Aufgabe der Gesundheitspflege ist von doppelter Art: sie hat 1. die Krankheitsursachen fern zu halten, 2. diejenigen Bedingungen herbeizuführen, welche die regelmässige Arbeit der organischen Apparate, beziehungsweise den Gesundheitszustand des Thieres ermöglichen.

Die Fernhaltung der Krankheitsursachen ist nur dann möglich, wenn sie dem Thierpfleger aus früheren Erfahrungen und aus der Kenntniss der möglichen Leistungen der organischen Apparate des Thieres bekannt sind. Wenn man weiss, dass eine Thierart empfänglich ist für gewisse seuchenartige Krankheiten, so kann man das Einzelwesen möglicherweise schützen, indem man es von Seuchenheerden, oder von dem Verkehre mit fremden Thieren fernhält, oder wenn man die bekannten Ursachen, welche die Seuche bedingen, entfernt, beziehungsweise die Seuchenheerde zerstört. Wenn man weiss, dass gewisse Futtermittel schädlich wirken, oder dass Ueberhitzung mit nachfolgender starker und plötzlicher Abkühlung eine Lungenerkrankung hervorruft, so kann man diese Schädlichkeiten vermeiden und das Thier gesund erhalten.

Aber es gibt viele Krankheitsursachen, welche dem Thierpfleger nicht bekannt sind; seine gesundheitspflegliche Aufgabe kann sich dann nur beschränken auf die Herbeiführung aller Bedingungen, welche die Gesundheit der Thiere gewährleisten.

Die Bedingungen für den Gesundheitszustand der Thiere ergeben sich aus der Erkenntniss der normalen Leistungen ihrer organischen Apparate. Die Regeln der Gesundheitspflege sind demnach abzuleiten aus den physiologischen Gesetzen, oder mit anderen Worten: die Gesundheitspflege fordert die Anwendung der physiologischen Gesetze. Den Inhalt der Gesundheitspflege, als Wissenschaft, bilden die Deduktionen aus der Physiologie, als der Wissenschaft vom Leben. Wenn wir z. B. die physiologische Leistung der Lunge kennen, wenn uns alle mechanischen und chemischen Bedingungen für ihre normale Thätigkeit bekannt sind, so können wir möglicherweise jene Bedingungen begünstigen, oder wir können die Störungen ihrer normalen Thätigkeit fern halten, indem wir die Thiere in reine, sauerstoffreiche Luft versetzen, ihre Athmungsmuskeln in steter und mässiger Uebung erhalten, oder indem wir sie von unreiner oder schädlicher Luft fern halten, ihre Muskeln vor Ueberanstrengung und ihr Hautsystem vor zu rascher Abkühlung bewahren u. s. w.

In vielen Fällen der Gesundheitspflege sind wir noch nicht im Stande ihre Regeln aus physiologischen Gesetzen abzuleiten, sondern wir sind angewiesen auf gewisse, noch nicht gesetzmässig verbundene Sätze der Erfahrung.

Die Gesundheitspflege der Hausthiere ist die Vorbedingung für jede Art von Nutzung derselben. Der höchste wirthschaftliche Zweck auf dem Gebiete der landwirthschaftlichen Thierzucht kann nur durch gesunde Thiere erreicht werden. Die Wahrheit dieses Satzes wird häufig verkannt, aber auch ebenso häufig bestraft durch wirthschaftliche Nachtheile und Verluste. Die Rücksicht auf den Gesundheitszustand kommt vor Allem in Betracht bei der Haltung von landwirthschaftlichen Zuchtthieren und von Arbeitsthieren. Diese Thiere bedürfen der sorgsamsten Gesundheitspflege, wenn sie ihre Zucht- oder Arbeitsaufgabe vollkommen erfüllen sollen. Nur ganz gesunde Zucht- und Arbeitsthiere gewähren den höchsten wirthschaftlichen Nutzen. Dasselbe gilt für das zur Zucht verwendete Milchvieh und für das Wollvieh. Für nicht zur Zucht, oder zur Arbeit verwendete Hausthiere, also namentlich für Mastthiere, glaubt man minder sorgsam sein zu dürfen in der Pflege ihrer Gesundheit, aber mit Unrecht. Wenn auch bei Mastthieren nicht die Gefahr in Betracht kommt, dass sie ererbte oder erworbene fehlerhafte Eigenschaften durch Vererbung übertragen, und man abnorme Körperformen bei ihnen übersehen kann, falls dadurch die Leistung ihres Ernährungsapparates nicht beeinträchtigt wird, so muss bei ihnen die Gesundheitspflege um so mehr bedacht sein auf die Erhaltung der möglichst günstigen Bedingungen für die Arbeit ihres Ernährungsapparates im weiteren Sinne des Wortes, also auf die Pflege des Verdauungsapparates, des Athmungsapparates und des Kreislaufapparates, denn nur wenn diese Apparate vollkommen regelmässig arbeiten, ist die höchste Ausnutzung des Futters durch Mastthiere möglich.

Die Bedeutung der Gesundheitspflege ergibt sich aus den Beziehungen derselben zur Nutzung der landwirthschaftlichen Hausthiere. Die Leistungen der letzteren müssen das Maass des Regelmässigen in hochkultivirten Wirthschaften häufig überschreiten, was, ohne eine Beeinträchtigung des Gesundheitszustandes, nur geschehen kann durch Anpassung des Organismus an die einseitig gesteigerte Leistung. Diese Anpassung hat die Gesundheitspflege zu vermitteln durch Herbeiführung der

günstigsten Bedingungen für die Arbeit aller organischen Apparate und insbesondere derjenigen, welche durch die einseitig gesteigerte Leistung, die von dem Thiere gefordert wird, beeinträchtigt erscheinen. So fordert z. B. der hochkultivirte Mastungsbetrieb Thiere mit minder entwickelten Lungen; damit nun der in seinen Leistungen herabgesetzte Athmungsapparat den Mastungszweck möglichst wenig beeinträchtigt, erscheint es geboten ihm seine Arbeit so viel wie möglich zu erleichtern: durch Zufuhr reiner, sauerstoffreicher Luft und durch mässige Bewegung. Die einseitig gesteigerte Leistung der Geschwindigkeit bei Rennpferden fordert ebenfalls möglichst günstige Bedingungen für den stark in Anspruch genommenen Athmungsapparat, sowie eine intensive Ernährung, damit die Arbeit des Verdauungsapparates nicht die des Bewegungsapparates beeinträchtigt.

Der Zweck der höchsten wirthschaftlichen Kultur, welchem unsere Hausthiere zu dienen haben, führt mancherlei Störungen der Gesundheit herbei, weil die sogenannte Hochzucht der Hausthiere sich hart an den Grenzen der regelmässigen Leistungen der organischen Apparate bewegt, ja diese Grenzen häufig überschreitet. Die Hochzucht der Hausthiere strebt darnach die Grenzen der thierischen Leistungen zu erweitern; aber das kann, bei vollkommener Erhaltung des Gesundheitszustandes, nur geschehen durch allmälige, oft erst nach mehreren Geschlechtsfolgen erreichbare Anpassung des Organismus an die erweiterte Leistung.

Der Thierzüchter, der die Ernährung und die Züchtung seiner Hausthiere leitet, muss auch ihre Gesundheit pflegen und die dazu erforderlichen Kenntnisse sich aneignen. Die Gesundheitspflege ist eine physiologische, nicht eine pathologische Aufgabe und daher auch nicht Sache des Thierarztes, als berufenen Pathologen. Es ist selbstverständlich, dass ein physiologisch gebildeter Thierarzt die Gesundheitspflege einer Heerde durch Rath fördern und gelegentlich überwachen kann. Aber die Gesundheitspflege einer Heerde zu leiten, wäre der Thierarzt nur dann im Stande, wenn er, wie der wirthschaftliche Leiter der Heerde, beständig anwesend wäre. Die Gesundheitspflege einer Heerde fordert eine unausgesetzte Aufmerksamkeit auf die Nahrung des Thieres, auf die Lüftung und Temperatur des Stalles, auf die Reinhaltung der Haut u. s. w. In dieser Beziehung wird viel versäumt, aus Unkenntniss der gesundheitspfleglichen Bedingungen.

Die folgende Darstellung der Gesundheitspflege der landwirthschaftlichen Hausthiere behandelt: *a)* den Einfluss von Klima und Boden auf die Gesundheit; *b)* den Einfluss der Körperpflege auf die Gesundheit; *c)* die gesundheitspfleglichen Bedingungen der Stallung.

a) Der Einfluss von Klima und Boden auf die Gesundheit der landwirthschaftlichen Hausthiere.

§. 289. *Der Einfluss von warmer und kalter Luft.*

Die Erfahrung lehrt, dass eine mittlere Lufttemperatur von 15 bis 16° C. den landwirthschaftlichen Hausthieren am angenehmsten ist und dass sie sich dabei am behaglichsten fühlen. Gegen höhere Wärmegrade ist das Pferd weniger empfindlich als die übrigen Hausthiere, dagegen verträgt das Pferd geringere Wärmegrade schlechter als diese. Am empfindlichsten gegen höhere Wärmegrade ist das Schaf, dagegen verträgt es die Kälte besser als die übrigen Hausthiere. Das Rind und das Schwein stehen bezüglich ihrer Empfindlichkeit gegen höhere und niedere Wärmegrade in der Mitte zwischen Pferd und Schaf. Das Rind verträgt höhere Wärmegrade schlechter als das Pferd und besser als das Schaf; das Schwein ist sehr empfindlich gegen zu grosse, wie zu geringe Wärme.

Als normale Stallwärme für unsere landwirthschaftlichen Hausthiere dürfen wir annehmen: für das Pferd 16° C., für das Rind, die Ziege und das Schwein 12° C., für das Schaf 10° C. Für sämmtliches Jungvieh erscheint eine etwas höhere Stalltemperatur (16 bis 17° C.) angemessen, weil bei ihnen die Wärmeerzeugung, im Vergleiche zur Wärmeausstrahlung an der verhältnissmässig grösseren Körperoberfläche, geringer ist. Ferner verlangen alle veredelten Hausthiere eine etwas höhere Stalltemperatur als die von gemeiner Rasse, weil die ersteren in der Regel eine dünnere Haut und ein feineres Haar besitzen; dies gilt namentlich für Pferde und Schweine und für die veredelten Fleischschafe. Wir wissen aus §. 245, dass eine dünne Haut das Wärmeleitungsvermögen derselben begünstigt.

Im Freien vertragen alle Hausthiere höhere Wärmegrade besser als im Stalle; wenn sie sich im Freien bewegen können, so ertragen sie auch die Kälte besser als im Stalle.

Durch höhere Wärmegrade werden die landwirthschaftlichen Hausthiere erschlafft und ihre Arbeitsleistung wird beeinträchtigt. Hohe Temperatur steigert die Absonderung von Schweiss und Talg und sie vermindert die Absonderung anderer Drüsen, namentlich der Nieren, wodurch Störungen des Stoffwechsels herbeigeführt werden können; auch die Milchabsonderung kann durch den Einfluss hoher Temperatur gestört werden, wodurch fehlerhafte Milch erzeugt wird. Dauernder Aufenthalt in zu hoher Stalltemperatur (über die oben bezeichneten Normen) steigert die Empfindlichkeit der Haut und die Thiere werden anfälliger für Erkältungskrankheiten.

Durch niedere Wärmegrade wird der Stoffwechsel gesteigert, was eine erhöhte Futteraufnahme nothwendig macht. Nach den Versuchen von Henneberg und Stohmann (siehe §. 228) stieg bei Ochsen der Respirationsverbrauch für jeden Temperaturgrad von 8° R. abwärts um 5 bis 7 Prozent. Nach Colasanti (siehe §. 245) erzeugten Meerschweinchen bei Abnahme der Temperatur (unter der Norm von 18·8° C.) für 1° C. auf 1 Kilo Gewicht in 1 Stunde 33·66 Kzm. Kohlensäure mehr, als bei Normaltemperatur; Temperaturabnahme steigert also die organische Verbrennung.

Alle Mastthiere, welche Fett unter ihrer Haut ablagern, vertragen höhere Wärmegrade schlecht, weil durch die Fettlage unter der Haut das Wärmeleitungsvermögen desselben vermindert wird, was sich aus den Versuchen von F. Klug (siehe §. 245) ableiten lässt. Dieselben Versuche ergeben, dass die Fettlage den Körper gegen übermässigen Wärmeverlust schützt; deshalb vertragen Mastthiere eine geringere Stalltemperatur besser, als Thiere mit dünner und fettfreier Haut.

Gegen den Einfluss übermässiger Wärme können die landwirthschaftlichen Hausthiere geschützt werden: 1. im Stalle durch zweckmässige Anlage und Lüftung der Stallung (siehe §§. 306 und 307), durch kühle und etwas säuerliche Tränke, durch leicht verdauliche und wasserreiche Nahrung; vor Allem dürfen die Ställe in der heissen Jahreszeit nicht zu stark besetzt werden; 2. im Freien durch Beweidung schattiger Plätze, oder durch die gebotene Gelegenheit sich zeitweilig in Schatten zurückziehen zu können, durch Wasserplätze zum Tränken und Baden. Die Einrichtung von Badeplätzen (in Teichen und Schwemmen) ist für Schweine, Rinder und Pferde, sowohl auf Weiden, wie

im Hofe dringend geboten; es ist eines der besten Schutzmittel gegen die gesundheitstörenden Einflüsse übermässiger Wärme. In der heissen Jahreszeit sollten alle Hausthiere über die Mittagszeit im Stalle, oder auf schattigen Baumplätzen ausruhen; die Weiden sollten alsdann nur früh Morgens und Abends bezogen werden, es sei denn dass schädliche Thauniederschläge eine sehr frühe und sehr späte Benutzung der Weide nicht gestatten.

Gegen den Einfluss verminderter Wärme oder übermässiger Kälte können Arbeitsthiere geschützt werden durch Anwendung von Decken und dadurch, dass sie (im Freien) in steter Bewegung erhalten werden. Die übrigen Hausthiere können durch zweckmässig angelegte Stallungen, durch reichliches und selbst warmes Futter, sowie durch reichliche Streu gegen Kälte geschützt werden, Pferde auch durch Anwendung von Decken. In landwirthschaftlichen Stallungen ist selten die Gelegenheit geboten zur Anwendung von künstlicher Wärme, beziehungsweise von Heizung. Zu kalte Stallungen werden am besten erwärmt durch dichteren Besatz, wobei aber freilich für ausreichende Lüftung gesorgt werden muss, damit die Thiere durch ihre eigenen Ausdünstungen nicht geschädigt werden. In der Mehrzahl der Fälle aber sind landwirthschaftliche Stallungen, wenn sie nur in gewöhnlicher Weise besetzt sind, besser gegen übermässige Kälte, als gegen übermässige Wärme geschützt.

§. 290. *Der Einfluss von trockner und feuchter Luft.*

Trockne Luft ist den landwirthschaftlichen Hausthieren im Allgemeinen zuträglicher als feuchte Luft. Schafe und Pferde befinden sich behaglicher in trockner als in feuchter Luft, während Rinder und Schweine letztere besser ertragen.

Bezüglich der Trockenheit der Luft haben wir zu unterscheiden zwischen trockner warmer und trockner kalter Luft. Die letztere wirkt auf den Gesundheitszustand der Thiere weniger günstig als erstere, weil sie den Thieren zugleich Wärme und Feuchtigkeit entzieht. Trockne Luft, wenn sie sich in den mittleren Wärmegraden erhält, befördert den Stoffwechsel, und alle organischen Leistungen gehen leicht von Statten.

Feuchte Luft erschwert die Haut- und Lungenausdünstung und dadurch den Stoffwechsel. Die Energie der Lebensverrich-

tungen wird durch feuchte Luft herabgesetzt. Sehr schädlich ist die durch Sümpfe erzeugte Feuchtigkeit der Luft; dagegen wirkt die feuchte Meeresluft auf das Hautsystem reizend und belebend. Feuchtkalte Luft ist nachtheiliger (namentlich als Erkältungsursache) als feuchtwarme Luft.

Von allen landwirthschaftlichen Hausthieren sind die Wollschafe am empfindlichsten gegen feuchte Luft; die Wolle zieht stark die Feuchtigkeit an und sie trocknet schwer, so dass die Haut einer beständigen Erkältungsursache ausgesetzt ist. Durch andauernde, in der Wolle angesammelte Feuchtigkeit kann die Oberhaut erweicht und faulig werden (sogenannte Regenfäule). Auch die Qualität der Wolle wird durch feuchte Luft beeinträchtigt; sie wird dadurch erweicht und ihre Kräuselung wird flacher.

Die Feuchtigkeit der Luft wirkt am schädlichsten durch andauernden Regen und andauernden Nebel, und zwar sowohl direkt auf den Athmungsapparat, wie indirekt durch das Weide- oder Grünfutter, dessen Nährkraft dadurch beeinträchtigt wird und das, wenn es durch Platzregen oder durch Sumpfnebel verunreinigt ist, Darmkrankheiten und Blutzersetzung hervorrufen kann. In gleicher Weise wirkt der Thau, der durch die Ausdünstung eines sumpfigen, mit faulenden Stoffen geschwängerten Bodens erzeugt wird. Dagegen ist der Thau, der sich auf der Pflanzendecke eines trocknen und durchlassenden Bodens niederschlägt, durchaus unschädlich; es ist ein unbegründetes Vorurtheil, welches jedes bethaute Futter für gesundheitswidrig hält. Sobald der Boden keine Sumpfmiasmen oder gährungserregende Stoffe erzeugt, kann das bethaute Futter nur dann schaden, wenn es in grosser Menge in den nüchternen Magen gelangt; in diesem Falle wirkt es erkältend, aber nicht durch schädliche Beimengungen, beziehungsweise durch Pilzsporen oder durch Bakterien, wie sie in dem aus Sumpfboden erzeugten Thauniederschlägen vorkommen. Die erkältende Wirkung reiner Thauniederschläge lässt sich dadurch leicht vermeiden, dass den Thieren vor dem Austreiben auf die Weide, oder vor Aufnahme bethauten Schnittfutters, ein Trockenfutter (Heu oder Stroh) gereicht wird; Thiere, die sich Tag und Nacht auf der Weide aufhalten, bedürfen solcher Vorsichtsmaassregeln nicht. Alles Jungvieh aber ist gegen nasses und bethautes Futter verhältnissmässig empfindlicher als ältere Thiere.

Bereiftes und beschneites Futter wirkt schädlich durch Erkältung des Verdauungskanales; es sollte unter allen Umständen vermieden werden.

Ein Schutz gegen trockne Luft kommt wohl kaum in Frage; beim Aufenthalte der Thiere im Freien ist ein solcher Schutz unmöglich, und im Stalle ist er unnöthig, weil die Stallluft vermöge der Ausdünstungen der Thiere niemals einen hohen Grad der Trockenheit erlangt.

Ein direkter Schutz gegen feuchte Luft ist weder im Freien, noch im Stalle möglich; doch kann man die Thiere gegen die nachtheiligen Einflüsse des von feuchter Luft betroffenen Grünfutters schützen, indem man ihnen davon weniger vorlegt und es durch reichlichere Mengen von Trockenfutter ersetzt. Durch Platzregen und Sumpfnebel verunreinigtes Futter ist gänzlich zu vermeiden und alles nasse Grünfutter ist vor dem Füttern möglichst dünn auszubreiten, damit es abtrocknet.

§. 291. *Der Einfluss der Winde.*

Die Winde reinigen die Luft und sie wirken insofern gesundheitsfördernd, aber sie beeinträchtigen auch die Athmung und entziehen dem Körper Wärme. Wenn die Winde trocken und warm sind, so steigern sie die Verdunstung von der Körperoberfläche und erschlaffen den Organismus; wenn sie trocken und kalt sind, so wirken sie zugleich erkältend. Feuchte Winde sind weniger schädlich.

Die Winde sind die häufigsten Erkältungsursachen für die landwirthschaftlichen Hausthiere, namentlich für Arbeitsthiere, die durch die Arbeit erhitzt und in Schweiss gerathen sind. Die rasche Abkühlung bewirkt die Kontraktion der Hautblutgefässe und die Anstauung des Blutes im Inneren der Körperhöhlen, namentlich in der Lunge; dadurch kann Katarrh, oder Entzündung der Lunge entstehen.

Durch die Winde können auch sogenannte Miasmen oder ansteckende Krankheitsstoffe herbeigeführt werden, welche in den Organismus der Thiere entweder direkt durch Haut und Lungen eindringen, oder die sie mittelst des Futters aufnehmen. Die sogenannte Trommelsucht der Wiederkäuer wird wahrscheinlich vorwiegend durch Pilzsporen oder Bakterien veran-

lasst, welche durch Winde herbeigeführt auf dem Futter haften bleiben;*) wenn das mit jenen gährungserregenden Organismen behaftete Futter in den Magen gelangt, so entsteht eine starke Entwicklung von Gasen, die sich in dem linken oberen Pansensacke ansammeln und wahrscheinlich durch Druck auf die grossen, längs der Wirbelsäule verlaufenden Blutgefässe, das Blut im Herzen und im Gehirne anstauen. Die Folgen dieses Rückstaues sind Lähmungserscheinungen und endlich der Tod des Thieres, wenn nicht die Gase zum Aufsaugen gebracht (durch Eingeben von Ammoniakwasser), oder nach Aussen getrieben werden. Letzteres geschieht entweder durch Befestigung eines Strohwisches im Maule, welches dadurch offen erhalten wird und die durch Reiben und Kneten des Bauches austretenden Gase durchlässt, oder durch Anstechen (mittelst des Troikarts) des linken oberen Pansensackes hinter der letzten falschen Rippe (in der Hungergrube), wodurch die Gase direkt entfernt werden.

Ein direkter Schutz gegen Winde ist im Freien kaum möglich; wohl aber kann ein indirekter Schutz gewährt werden: durch Vermeidung von Erhitzung, durch langsame Bewegung (wenn die Thiere gegen den Wind gehen müssen), durch Anwendung von Decken bei Arbeitsthieren, die im Winde stehen müssen. Gegen mässige Winde schützt der Stall; aber im Stalle selbst kann Zugluft entstehen durch schlechte Lüftungseinrichtungen, gegen welche die Thiere selbstverständlich nur durch Verbesserung derselben geschützt werden können.

§. 292. *Der Einfluss von reiner und unreiner Luft.*

Die reine Luft enthält 79 Vol. Stickstoff und 21 Vol. Sauerstoff, ausserdem Spuren von Ammoniak und im Mittel 0·035 Prozent Kohlensäure. Die reinste Luft findet sich auf waldigen Bergen, in Wäldern (wenn sie nicht Sümpfe bergen) und in der Nähe des Meeres.

Wenn der Sauerstoffgehalt der Luft abnimmt und der Kohlensäuregehalt sich über jenes Mittel erhöht, wenn ferner die

*) Ich habe die Trommelsucht der Wiederkäuer immer nur bei bestimmten Winden (in Preuss.-Schlesien meistens bei Südwestwind) entstehen sehen, wenn die Thiere auf jungem Klee und Gras weideten, gleichviel ob sie gegen oder mit dem Winde gingen.

Luft auch andere fremde Bestandtheile enthält, so nennen wir sie unrein. In diesem Sinne wird jede Luft durch das Athmen der Thiere unrein. Ausserdem aber kann die Luft verunreinigt werden: 1. durch anorganische Substanzen, welche auf den Organismus der Thiere entweder mechanisch reizend, (wie das Ammoniakgas aus zersetztem Dünger und der Strassenstaub), oder aber giftig wirken, wie der eingeathmete, oder der mit dem Futter eingenommene Hüttenrauch (von Arsenik, Quecksilber, Blei, Kupfer, Schwefel u. s. w.); 2. durch organische Substanzen, welche sich im Zustande der Fäulniss und der Zersetzung befinden und die auf dem Wege der Athmung, oder der Verdauung in das Blut der Thiere gelangen, in deren Organismus sie faulige oder sogenannte typhöse Krankheiten verursachen können.

Gegen unreine Luft im Freien können die Thiere nicht direkt geschützt werden, es sei denn, dass man sie aus dem Bereiche der Verunreinigungsherde entfernt. Gegen den schädlichen Einfluss des Strassenstaubes kann man die Thiere schützen durch sorgfältiges Abstauben und Reinigen der äusseren Haut und der Augen. Die Entwicklung von Ammoniakgas im Stalle kann beseitigt werden durch Bestreuen des Düngers mit Gyps, oder durch Uebergiessen desselben mit verdünnter Schwefelsäure.*) Die beste Luftreinigung im Stalle geschieht durch Anlage gut lüftender Wände und Decken (siehe §. 307), sowie durch zweckmässige Jauchenabzüge, welche den Harn rasch abführen; wenn nicht die sogenannte Matratzenstreu (siehe §. 308) in Anwendung kommt, so soll der Dünger möglichst oft, mindestens aber einmal täglich entfernt werden.

Als Desinfektionsmittel in Stallungen und in Viehwagen kommen in Betracht: Karbolsäure und Chlorcalcium; zur gründlichen Reinigung der durch Miasmen verunreinigten Wände und Materialien in Stallungen und Viehwagen werden (bei Abwesenheit des Viehes) verwendet: Chlorwasser, die Dämpfe von Chlor, von schwefliger Säure (durch Verbrennen von Schwefel) und von Gerberlohe, mit nachfolgender starker Lüftung.

---

*) Nach Haubner („Die Gesundheitspflege der landw. Haussäugethiere", Dresden, 1872. S. 102) waren zur Reinigung der Luft in einem mit 20 Pferden besetzten, sehr dunstigen Stalle, in den Sommertagen täglich 4 Kilo Gyps oder $^1/_2$ Kilo Schwefelsäure erforderlich; eine geringere Menge genügte nicht.

§. 293. *Der Einfluss des Lichtes.*

Aus §. 239 wissen wir, dass durch den Einfluss des Lichtes der Stoffwechsel gesteigert wird und dass die durch verschiedenfarbige Gläser hindurchtretenden Lichtstrahlen in verschiedener Weise wirken. Andererseits setzt Dunkelheit den Stoffwechsel herab, wodurch die Erholung der Arbeitsthiere und die Fleisch- und Fetterzeugung der Mastthiere begünstigt wird.

Eine helle Beleuchtung in Stallungen ist allen landwirthschaftlichen Hausthieren dienlich, deren Stoffwechsel einen normalen oder etwas gesteigerten Verlauf nimmt; dagegen ist die Beleuchtung abzuschwächen, wenn die Verminderung der Nervenreize und die Herabsetzung des Stoffwechsels in Frage kommt. Die Zulassung farbigen Lichtes in Stallungen, und zwar von violettem und rothem Lichte zur Verminderung des Stoffwechsels, von blauem, grünem und gelbem Lichte zur Steigerung desselben, dürfte wohl der Erwägung der Thierzüchter empfohlen werden.

Alle landwirthschaftlichen Hausthiere sind lebhafter und sie fühlen sich behaglicher bei heller Beleuchtung, doch sind sie sehr empfindlich gegen grelles Licht und gegen direkt in ihr Auge fallende Sonnenstrahlen, weshalb die Stallfenster entweder hinter den Ständen der Thiere, oder seitwärts derselben angebracht werden sollen. Am empfindlichsten gegen direktes Sonnenlicht sind Pferde und Schafe, die in Folge dessen erkranken können („Sonnenkoller" der Pferde, „Wasserkropf" der Schafe).

In heisser Jahreszeit erscheint es zweckmässig die Stallungen zeitweilig, namentlich über die Mittagszeit zu verdunkeln; dadurch wird die Mittagsruhe der Thiere begünstigt und auch der Angriff der Fliegen vermindert. Für alle Mastställe ist eine helle Beleuchtung zu vermeiden und eine Verdunkelung des Stalles nach jeder Futterzeit empfehlenswerth. Beständig dunkle Ställe sind für die Gesundheit der Hausthiere keineswegs förderlich, weil mit dem Mangel an Licht in der Regel auch Mangel an Luft, oder doch ungenügende Lüftung verbunden ist, und weil, wenn die Thiere bei Tageslicht ins Freie geführt werden, der Abstand gegen die Beleuchtung im Stalle zu gross ist, was den Augen schädlich werden kann; namentlich gilt das für Pferde, die in ungenügend beleuchteten Ställen augenschwach werden. Bei letzteren muss man auch vermeiden, sie im Freien an Orte zu führen, wo sie

von den durch weisse Wände und durch Wasserflächen reflektirten Sonnenstrahlen getroffen werden können; dadurch entsteht (abgesehen vom Scheuwerden) am häufigsten der sogenannte Sonnenkoller.

§. 294. *Der Einfluss des Bodens.*

Der Einfluss des Bodens auf die Gesundheit der landwirthschaftlichen Hausthiere bezieht sich entweder auf seine physikalische Beschaffenheit und seine Lage, oder auf seine chemische Beschaffenheit. Der ersterwähnte Einfluss ist ein direkter, der andere ein indirekter, der durch die Nahrung vermittelt wird. Den letzteren werden wir bei den Futtermitteln im nächsten Kapitel in Betracht ziehen und uns hier beschränken auf die Erörterung des durch die physikalische Beschaffenheit und die Lage bedingten Einflusses.

Ein trockener Boden ist im Allgemeinen der Gesundheit zuträglicher, als ein feuchter oder nasser Boden. Wenn ein trockener Boden zu locker ist, so kann er durch Staub lästig werden, und wenn er vorher sumpfig war, so schadet er durch verdunstende Miasmen.

Von der Trockenheit und Feuchtigkeit des Bodens gilt bezüglich seiner die Gesundheit betreffenden Vortheile und Nachtheile im Wesentlichen dasselbe, was in §. 290 von der trockenen und feuchten Luft gesagt wurde. Einen besonderen Einfluss übt der trockene und der feuchte Boden auf den Zustand der Hufe und Klauen. Im Allgemeinen ist diesen ein trockener Boden zuträglicher, doch darf er nicht zu hart werden, weil sonst die Abnutzung jener Horngebilde zu stark wird und sie ausserdem spröde und brüchig werden. Wenn sich die landwirthschaftlichen Hausthiere andauernd auf nassen Boden bewegen, so erweichen ihre Hufe und Klauen und diese können faulig werden. Häufig auch wirken nasse Böden schädlich durch Erzeugung von Fäulnissstoffen und Miasmen.

Der Einfluss der Lage des Bodens steht theilweise in Beziehung zu seiner Trockenheit und Feuchtigkeit. Im Allgemeinen sind Höhenlagen trockener als Niederungslagen.

Das Gebirgsvieh besitzt in der Regel kräftigere Muskeln, straffere Gelenke und voluminösere Lungen, als das Niederungs-

vieh. Wo daher die Gelegenheit geboten ist Rinder, Schafe, Ziegen und Pferde (von letzteren wenigstens das Jungvieh) im Sommer auf Bergweiden oder Alpen zu treiben, da wird man wesentlich zur Kräftigung und Abhärtung ihrer Konstitution beitragen. Alpenvieh verträgt auch die mancherlei Nachtheile einer winterlichen Stallhaltung besser, als das Niederungsvieh.

Die Bedeutung des Bodens als Baugrund für Stallungen wird in §. 306 erörtert.

§. 295. *Der Einfluss der Jahreszeiten.*

Die vier Jahreszeiten unterscheiden sich wesentlich durch ihre Temperatur, durch den verschiedenen Gehalt an Feuchtigkeit und Elektrizität in der Luft und durch die verschiedene Einwirkung der Sonnenstrahlen.

Im Sommer und Winter treten die früher erörterten Einflüsse von Wärme und Kälte der Luft am deutlichsten hervor. Ein Schutz gegen die schädlichen Einflüsse des Winters ist den landwirthschaftlichen Hausthieren viel leichter zu gewähren, als gegen die Nachtheile der Sommerwitterung. In kultivirten Wirthschaften ist in der Regel der Winter die gesundeste Jahreszeit für die Hausthiere. Ihm schliesst sich in dieser Beziehung der Vorsommer an; dagegen birgt der Hochsommer mancherlei Gefahren für die Gesundheit der Hausthiere; die Hitze erschlafft sie, die Fliegen und Bremsen quälen sie, der Durst treibt sie zu sumpfigem und schädlichem Wasser, plötzlicher Regen erkältet sie, sparsames Futter in dürrer Zeit nährt sie schlecht, und die Erntezeit fordert von den Arbeitsthieren vermehrte Anstrengung trotz der Hitze und der Insektenplage.*) Der Hochsommer fordert daher die sorgsamste Gesundheitspflege, aber ihre Mittel sind gewöhnlich unzureichend; sie beschränken sich auf ausreichende Ernährung mit intensiv nährenden und leichtverdaulichen Futtermitteln, auf reine und nicht zu kalte Tränke, auf Bäder und auf möglichsten Schutz gegen die Mittagshitze und die Insektenplage, durch Haltung in gut gelüfteten und kühlen Stallungen. Gegen den erkältenden Einfluss des Regens

*) Die Insektenplage ist am grössten in der Nähe grosser Laubwälder, die daher wenigstens zur Mittagszeit gemieden werden sollten.

sind die Arbeitsthiere durch starkes Abreiben und Frottiren der Haut zu schützen. Einigen Schutz gegen die Insektenplage gewähren den Arbeitsthieren die Netzdecken.

Der Frühling und der Herbst kann den landwirthschaftlichen Hausthieren durch plötzlichen Witterungswechsel gefährlich werden. Im Frühlinge ist die Gefahr der Erkältung gesteigert durch den Haarwechsel (siehe §. 160). Wenn die Futtervorräthe des Winters zu Ende gehen, so wird die Ernährung häufig beeinträchtigt durch verminderte Quantität und Qualität des Futters; die Wurzelfrüchte werden trockener, die Futterkartoffeln beginnen zu keimen, das Heu hat den grössten Theil seiner Blätter verloren und wird häufig dumpfig, namentlich wenn es auf dem Stallboden lagert, das Sauerfutter hat an Nährkraft eingebüsst und es wird häufig schimmelig; kurz, die beginnende Frühjahrswärme erzeugt in den Resten des Winterfutters mancherlei Zersetzungen, die selbst durch sorgsame Aufbewahrung nicht immer aufzuhalten sind. Man bemerkt daher selbst in gut geleiteten Wirthschaften häufig eine Abnahme des Ernährungszustandes bei denjenigen Hausthieren, welche nicht vorwiegend auf Körnerfutter angewiesen sind. Die Folgen der mangelhaften Ernährung geben sich auch durch Verdauungsstörungen kund; es gehen mehr unverdaute Futterreste ab und die Ausscheidung des Kothes ist erschwert. Diese Beschwerden werden gewöhnlich in kürzester Zeit gehoben, sobald junges und saftiges Grünfutter zur Verfügung steht, das aber anfangs nur in mässiger Menge gefüttert werden darf, wenn nicht Durchfälle entstehen sollen.

Im Herbste sind die Futterverhältnisse gewöhnlich die günstigsten, aber die Thiere leiden häufig durch Nebel und durch rauhe Stürme. Für die Pferde ist erfahrungsgemäss der Oktober ein gefährlicher Monat; sie sind dann durch die anstrengende Arbeit zur Herbstsaat stark in Anspruch genommen, nachdem sie sich von den Erntearbeiten kaum erholt haben. Dadurch wird ihre Konstitution weniger widerstandsfähig gegen den Temperaturwechsel und gegen die Herbstnebel. Erkältungskrankheiten und Influenza kommen daher bei Pferden zu dieser Zeit häufig vor. Nahrhaftes und leicht verdauliches Futter, sowie sorgsame Hautpflege sind das beste Vorbeugungsmittel gegen jene Gefahren.

b) Der Einfluss der Körperpflege auf die Gesundheit.

§. 296. *Die Pflege der äusseren Bedeckungen.*

Die Pflege der äusseren Haut ist von der grössten Wichtigkeit für die Gesundheit der landwirthschaftlichen Hausthiere, was sich erklärt aus der physiologischen Bedeutung der Haut für die Regelung der Wärme und für die Athmung.

Die Poren der äusseren Haut werden verstopft durch die Abschilferungen der Oberhaut und durch die vertrocknete Hautschmiere, durch Staub, sowie stellenweise auch durch den eigenen Koth der Thiere. Diese Verunreinigungen, welche die physiologische Leistung der Haut beeinträchtigen und einen schädlichen Reiz auf sie ausüben, müssen durch Waschen und durch Abreiben mittelst Striegel und Kardätsche entfernt werden. Diese Reinigungsmittel dienen zugleich als schwache mechanische Reizmittel zur Belebung der Hautthätigkeit, indem dadurch der Blutzufluss zur Haut gesteigert, das Blut von den inneren Organen theilweise abgeleitet und der Blutstockung vorgebeugt wird.

Von grosser Bedeutung für die Hautpflege ist das Waschen und Schwemmen in kaltem Wasser; dadurch wird die Haut gestärkt und abgehärtet, und manchen epidemischen Krankheiten (Klauenseuche, Milzbrand) vorgebeugt. Selbstverständlich dürfen die Thiere nicht im erhitzten Zustande in die Schwemme getrieben oder mit kaltem Wasser übergossen werden.

Die Hautpflege durch Waschen und Putzen kommt hauptsächlich in Anwendung bei Arbeitsthieren und bei Mastthieren. Thiere, die Tag und Nacht auf der Weide gehen, bedürfen keiner Hautpflege, weil sie Verunreinigungen weniger ausgesetzt sind und ihre Haut abgehärteter ist. Rinder aber, die im Stalle gehalten werden, sollten regelmässig geputzt und zeitweilig geschwemmt werden. Bei Schafen kommt eine regelmässige Hautpflege nicht in Frage, weil die Bedeckung mit Wolle eine mechanische Einwirkung auf die Haut ausschliesst; da das Baden der Schafe nur aus Rücksicht auf die Reinigung der Wolle vorgenommen wird, so beschränkt sich bei ihnen die Hautpflege auf den Schutz gegen Durchnässung und auf die Vorsorge gegen Erkältung.

Die zur Pflege der Haut angewendeten Mittel dienen zugleich der Haarpflege. Das Haar gesunder Thiere muss fett-

glänzend sein, was durch regelmässige Absonderung des Hauttalges bewirkt wird. Ein rauhes und sprödes Haar ist ein Zeichen von Haut- oder allgemeiner Erkrankung des Thieres; durch äussere Mittel lässt sich ein so beschaffenes Haar nicht ändern. Bei Haarerkrankungen in Folge von Pilzsporen ist das Abscheeren derselben zu empfehlen. Abgesehen von dem Scheeren der Schafe behufs technischer Verwendung der Wolle, dient das Scheeren auch zur Beförderung der Mast, beziehungsweise zur Belebung eines trägen Stoffwechsels. Auch bei Pferden hat man das Haar durch Sengen und Scheeren verkürzt, angeblich zur Kräftigung ihrer Konstitution, in der That aber nur, um ihnen ein gefälligeres Ansehen zu verleihen; vom gesundheitspfleglichen Standpunkte aber erscheint jene künstliche Haarverkürzung der Pferde schädlich (als Erkältungsursache) und zwecklos.

Zur Pflege von Haut und Haar werden vielfach, namentlich bei Pferden, Decken in Anwendung gebracht. Dieselben sind unzweifelhaft zweckmässig zum Schutze gegen Kälte und Wind, insbesondere bei kranken Thieren; Leinwand- und Netzdecken können auch zum Schutze gegen Insekten dienen. Aber das Decken der Pferde im Stalle zur Erhaltung eines glänzenden Haares ist entschieden schädlich, weil dadurch die Haut empfindlicher und weichlicher wird, und die Gefahr der Erkältung sich steigert. Gegen das Decken feiner Zuchtschafe, aus technischer Rücksicht für die Wolle, lässt sich vom gesundheitspfleglichen Standpunkte nichts einwenden. Eine gesundheitspflegliche Behandlung des Haares kommt übrigens bei Schafen nicht in Frage. Die Pflege der Wolle ist vorwiegend eine technische Angelegenheit. Doch darf sie niemals die Gesundheit beeinträchtigen (durch zu warme Haltung im Stalle, durch zu kalte Rückenwäsche).

Die Pflege der Hufe und Klauen hat Rücksicht zu nehmen auf die Reinhaltung derselben, auf die Einflüsse zu grosser Trockenheit, oder zu grosser Nässe, und auf die durch den Gebrauch bedingte Abnutzung.

Die Hufe der Pferde werden hauptsächlich verunreinigt durch organische Substanzen, welche sich in den Furchen zwischen dem Strahle und den Eckstreben anhäufen; sie können Strahlfäule erzeugen. Bei den Wiederkäuern und dem Schweine sind es vorwiegend die Klauenspalten, welche durch Verunreinigung gefährdet, beziehungsweise entzündet werden. Die bezeichneten Stellen an Huf und Klauen sind sorgsam auszuwirken und

rein zu halten. Der an den Wänden und Sohlen der Hufe und Klauen anhaftende Schmutz kann durch Schwemmen leicht entfernt werden.

Da Hufe und Klauen in der heissen und trockenen Jahreszeit leicht spröde und brüchig werden, so sind sie öfter zu befeuchten; bei Pferden kann durch Anwendung fettiger Substanzen (Hufschmieren), die stärkere Wasserverdunstung des Hufes vermindert werden.

Durch andauernde Benässung werden die Hufe und Klauen weich und selbst faulig. Im Freien kommt dieser Uebelstand (wenigstens für landwirthschaftliche Verhältnisse), kaum in Betracht, weil die Arbeit im Nassen und die Beweidung nasser Flächen aus wirthschaftlichen Gründen sich verbietet. Wohl aber kann durch schlecht angelegte Fussböden in Stallungen Huf- und Klauenfäule erzeugt werden. Die Anlage besserer Jauchenabzüge und reichliche trockene Streu ist das einfache Mittel dagegen.

Hufe und Klauen verlängern sich an der Sohle durch Wachsthum. Wenn die Sohle durch den Gebrauch nicht entsprechend abgenutzt wird, so werden Hufe und Klauen übermässig lang und die Wand wird brüchig; das sieht man häufig bei Kühen, die beständig im Stalle stehen. Dadurch wird der Gang unsicher und schmerzhaft; das Uebel wird durch Abschneiden und Feilen der Klauen leicht behoben.

Bei Arbeitsthieren wird von der Hornsubstanz der Hufe und Klauen in der Regel mehr abgenützt, als durch Wachsthum ersetzt wird, weshalb sie durch Eisenbeschlag geschützt werden müssen. Das Hufeisen ist dem Tragrande des Hufes genau anzupassen und jederseits durch drei bis vier Nägel, die in der weissen Linie eingeschlagen werden, an die Seitenwand des Hufes zu befestigen. Bei dem sogenannten Auswirken des Hufes darf der Strahl nur so weit verkürzt werden, dass er die Ebene des unbeschlagenen Tragrandes nicht überragt.

Die Grundsätze des Hufbeschlages ergeben sich aus der Form und der Mechanik des Hufes (siehe §. 161).

Ueber die Technik des Huf- und Klauenbeschlages siehe das Lehrbuch von J. Pillwax, Wien, 1874, sowie Leisering und Hartmann „Der Fuss des Pferdes“, 4. Auflage, Dresden, 1876.

§. 297. *Die Pflege der Athmungs- und Bewegungsorgane.*

Die Pflege der Athmungsorgane beschränkt sich hauptsächlich auf die Entfernung unreiner Luft und auf die Zufuhr reiner Luft in den Stallungen. Im Uebrigen fällt die Pflege der Athmungsorgane zusammen mit der Pflege der Bewegungsorgane, insofern die höchste Leistung der letzteren von der vollkommenen Leistungsfähigkeit des Athmungsapparates abhängig ist.

Die Pflege der Bewegungsorgane hat in früher Jugend zu beginnen, denn Uebung macht den Meister. Thiere, welche im erwachsenen Zustande vorwiegend zur Arbeit (als Last- und Zugthiere) benutzt werden sollen, müssen sich von früher Jugend an frei bewegen, und ihre Muskeln sollten stets in regelmässiger Thätigkeit erhalten werden. Diesem Zwecke entspricht am besten die Aufzucht auf der Weide, oder in Jungviehhöfen (Fohlengärten, Kälbergärten), wo sich die jungen Thiere in grösserer Zahl zusammen herumtummeln und spielend ihre Kraft gegenseitig erproben können. Namentlich die Pferde sollten in dieser Weise aufgezogen werden; eine etwas schärfere Bewegung ist ihnen durch Treiben von berittenen Wärtern beizubringen. Aber auch erwachsene Pferde, sollten in Zeiten längerer Arbeitsruhe, wie namentlich im Winter, aus gesundheitspfleglicher Rücksicht täglich bewegt werden, zur Erhaltung eines regelmässigen Stoffwechsels und damit die Muskeln nicht ausser Uebung kommen. Junge, im Stalle aufgezogene Pferde, ebenso wie wenig beschäftigte Luxuspferde und längere Zeit ruhende Arbeitspferde, sind steif und unsicher in ihren Bewegungen.

Pferde, welche zeitweilig zu bedeutenden Arbeitsleistungen verwendet werden, wie die Jagd- und Rennpferde, bedürfen dazu einer besonderen Vorbereitung, die von den Engländern als „Training“ bezeichnet wird. Der wesentliche Zweck dieser Vorbereitung ist: diejenigen Gewebestoffe beim Pferde möglichst zu verringern, welche für die Muskelthätigkeit minder wichtig sind und die Last beim Laufen vermehren, und dagegen jedes Organ zu üben und zu kräftigen, welches bei der Muskelarbeit mitwirkt. Zu jenen Gewebestoffen gehören Wasser und Fett. Der Trainer, der ein Pferd für den Jagd- und Rennlauf abzurichten hat, steigert die Muskelthätigkeit durch systematische Uebungen, durch wenig voluminöse, aber eiweissreiche und leicht-

verdauliche Nahrung; er lässt das Pferd zeitweilig abführen und schwitzen, um den Wasser- und Fettbestand des Körpers zu vermindern; er unterstützt den Stoffwechsel durch sorgsame Hautpflege, und er sorgt für Ruhe und schwache Beleuchtung im Stalle zur Zeit der Erholung. Das ist die Hauptsache beim Training. Daneben bedienen sich die Trainer (um ihre Kunst in Ansehen zu setzen) noch allerlei Geheimmittel, die aber keine physiologische Bedeutung haben, sondern in das Gebiet des Humbug gehören.

Ein Pferd, das durch angestrengte Muskelarbeit ermüdet und stark in Schweiss gerathen ist, muss sorgsam abgetrocknet werden; ehe es in den Stall gebracht wird, ist es unter Decken einige Zeit im langsamen Schritte umherzuführen, wobei aber windige Orte zu vermeiden sind. Sobald das Pferd abgekühlt und trocken ist, sind ihm Schenkel und Füsse zu waschen, und der trockene Schweiss ist durch Striegel und Kardätsche zu entfernen. Zeigen sich nach dem Laufen Sehnenanschwellungen an den Beinen, so sind diese mit wollenen Binden fest zu umwickeln. Sehnenanschwellungen lassen sich übrigens verhüten, wenn man die Röhrenbeine schon vor dem Laufen fest umwickelt; jene Binden hindern das Pferd im Laufen durchaus nicht, vielmehr unterstützen sie die Festigkeit der an den Röhrenbeinen verlaufenden Sehnen.

§. 298. *Die Pflege der Empfindungsorgane.*

Die Pflege der Sinnesorgane (wenn wir von der Haut als Sinnesorgan absehen) beschränkt sich auf die Pflege des Auges durch Abhaltung und Entfernung von Staub, von schädlichen Stalldünsten (namentlich von Ammoniak) und zu grellem Lichte, sowie auf die Sorge für ausreichende Beleuchtung im Stalle, deren Intensität am Tage in der Regel dem zerstreuten Tageslichte im Freien möglichst gleichen sollte. Weder das Tageslicht, noch das künstliche Licht darf das Auge des Thieres blenden.

Eine Pflege des Zentralnervensystemes, beziehungsweise des Seelenorganes der Thiere, ist möglich durch ruhige Behandlung und durch Erweckung von Zutrauen. Je gelehriger und je anhänglicher ein Thier an seinen Pfleger ist, desto nutzbarer ist es. Die Bosheiten unserer Hausthiere sind in der Regel die

Folgen launischer und boshafter Behandlung Seitens des Menschen. Jede Abrichtung der Thiere, namentlich der Pferde, sollte allmälig geschehen und niemals durch Ueberanstrengung und harte Strafen erzwungen werden. Zur Erziehung unserer Hausthiere gehört ebenso wie bei Kindern, Geduld und liebevolle Beachtung ihrer körperlichen und seelischen Eigenthümlichkeiten.

§. 299. *Die Pflege des Zuchtviehes.*

Da zur Zucht in der Regel die vollkommensten und werthvollsten Thiere ihrer Art benutzt werden, so gebietet schon der wirthschaftliche Vortheil des Besitzers die sorgsamste Pflege; bezüglich der Fütterung und der Stallhaltung werden die Regeln der Gesundheitspflege gewöhnlich strengstens befolgt. Aber sehr häufig, und namentlich bei der Pferdezucht, werden werthvolle Zuchtthiere durch zu ängstliche Sorge verweichlicht. In der Absicht die Pferde zu schonen, unterlässt oder vermindert man ihre Benutzung zur Arbeit, und man vernachlässigt dadurch ihre Muskelübung. Die Thiere werden dann meistens zu fett und zu faul zur Zeugung; es können sogar die Eierstöcke und die Hoden verfetten, so dass dann die Bedingungen der Befruchtung aufhören.

Eine stete Muskelübung durch die gewöhnliche Arbeit ist bei Pferden ein nothwendiges Erforderniss für eine möglichst fruchtbare Paarung. Aber auch Stiere, welche sich im Freien bewegen, sind fruchtbarer als solche, welche beständig im Stalle stehen. Ist der freie Weidegang für Stiere nicht ausführbar, so sollten sie zur Arbeit verwendet werden, was bei frühzeitiger Angewöhnung leicht ausführbar ist. Selbst Kühe, Schafe und Säue werden leichter befruchtet, wenn sie sich im Freien bewegen können.

Ausser der üblichen Paarungszeit sind alle männlichen Zuchtthiere von den weiblichen Thieren zu sondern, damit sie durch den Brunstgeruch derselben nicht geschlechtlich aufgeregt werden. Die Geschlechtsreizung ohne Befriedigung führt bei männlichen Thieren (namentlich wenn sie durch Arbeit wenig angestrengt werden und müssig im Stalle stehen) zur Onanie. Der Zeugungstrieb der weiblichen Thiere ist möglichst zu jeder Brunstzeit zu befriedigen. Die Erfahrung lehrt, dass ein häufiges

Uebergehen der Brunst die Fruchtbarkeit vermindert und selbst zu Krankheiten führen kann, welche die betroffenen Thiere zur Zucht ganz untauglich machen, wie z. B. die sogenannte Brüllerkrankheit der Kühe.

Die männlichen Zuchtthiere sind zur Paarungszeit durch wenig voluminöses, aber nahrhaftes (eiweissreiches) Futter zu nähren. Keinem werthvollen männlichen Zuchtthiere sollten täglich mehr als drei, mit Samenergiessung verbundene Sprünge gestattet werden; in der Regel sollten zwei befruchtende Sprünge, je am Morgen und Abend genügen. Die Paarung soll an einem ruhigen Orte geschehen, nicht in Gegenwart anderer Thiere, und vieler Menschen. Bei Hengsten empfiehlt es sich, ihre Ruthe unmittelbar nach dem Herausziehen aus der Scheide, dadurch zu reinigen und zum rascheren Erschlaffen zu bringen, dass zwei Wärter sie mit der Hand zwischen nasse Schwämme pressen.

Die weiblichen Thiere sollten einige Stunden nach der Paarung durch Arbeit nicht angestrengt und möglichst ruhig gehalten werden. Während der ganzen Tragezeit aber können sie ihre gewöhnliche Arbeit verrichten, nur dürfen ihnen nicht zu grosse Anstrengungen, insbesondere nicht zu rasche Bewegung und das Ziehen schwerer Lasten zugemuthet werden. Die Nahrung trächtiger Thiere sei im Allgemeinen wenig voluminös und leicht verdaulich (siehe §. 329).

Zur Zeit der Geburt sind die trächtigen Thiere von der übrigen Heerde abzusondern und in einen möglichst ruhigen, warmen und nicht zugigen, auch etwas dunklen Stallraum zu bringen, der mit reichlicher Streu zu versehen ist. Hier müssen sie bis einige Tage nach dem Gebären bleiben, bis alle Funktionen wieder in ihr normales Geleis zurückgekehrt sind. Die Ernährung in der ersten Zeit nach dem Gebären muss leicht verdaulich und möglichst wässrig sein (Kleientränke, Leinsamentränke u. s. w.), wodurch die Milchabsonderung befördert wird.

Säugende Zuchtthiere sind möglichst ruhig zu halten und entsprechend zu ernähren (siehe §. 327). Stuten und Zugkühe können zu den gewöhnlichen Arbeiten benutzt werden, doch dürfen sie sich dabei nicht überanstrengen und erhitzen; Erkältungsursachen sind sorgsam zu meiden.

Das Abgewöhnen säugender Thiere muss allmälig geschehen; dabei ist die Nahrung zu vermindern, die Kothentleerung

zu befördern und für ausgiebige Bewegung, beziehungsweise anhaltende Arbeit, Sorge zu tragen.

§. 300. *Die Pflege des Milchviehes.*

Die Pflege der milchenden Hausthiere, also vorwiegend der Kuh und der Ziege, hat hauptsächlich Rücksicht zu nehmen auf die grosse Reizbarkeit derselben, welche die regelmässige Absonderung der Milch so leicht zu stören vermag. Milchthiere sind sehr empfindlich gegen Witterungswechsel und gegen übermässige Hitze, in deren Folge häufig Milchfehler (bittere und salzige Milch) entstehen. Die Milch wird ferner in Quantität und Qualität verringert durch heftige Nervenerregungen, sowie durch den Einfluss der Brunst, durch Schreck, durch Jagen auf der Weide u. s. w.

Milchkühe sind wählerisch im Futter und sollte man Rücksicht nehmen auf ihren Geschmack. Es gibt Kühe, welche die Milch zurückhalten, wenn ihnen zur Melkzeit nicht Futter vorgelegt wird; sie halten auch die Milch zurück, oder lassen sie laufen, wenn sie nicht zur gewohnten Zeit gemolken werden. Durch reichlichere Milchgabe aber lohnen Kühe eine sorgsame Pflege der Haut, die in heisser Sommerszeit (mit nöthiger Vorsicht zur Vermeidung von Erkältung) auch durch Bäder oder durch Ueberspritzen mit kaltem Wasser zu unterstützen ist. Das Euter und besonders die Zitzen sind möglichst rein zu halten.

Bei der Fütterung des Milchviehes sind gewisse harte und saure Gräser (Cyper- und Binsengräser), insbesondere Schachtelhalm und ferner Wickenkörner zu vermeiden, weil sie die Milchabsonderung vermindern.

§. 301. *Die Pflege des Arbeitsviehes.*

Die Pflege des Arbeitsviehes bezieht sich vorwiegend auf die Pflege der Haut und der Athmungs- und Bewegungsorgane; also Reinigung von Staub und Schweiss, fleissiges Putzen, Waschen der ermüdeten Schenkel und Füsse, Sorge für reine und mässig warme Luft im Stalle.

Da starke Muskelanstrengung die Verdauung stört, so sollten Pferde mindestens zwei Stunden Zeit haben zum Fressen, ins-

besondere über Mittag. Arbeitsochsen werden in landwirthschaftlichen Verhältnissen gewöhnlich nur zu leichteren Arbeiten benutzt, weshalb die Rücksicht auf ihre Verdauungszeit weniger in Frage kommt; wird aber anstrengende Arbeit von den Zugochsen gefordert, so sollte man ihnen zum Futtern mindestens drei Stunden Zeit lassen; gewöhnlich aber pflegt man für anstrengende Arbeit Wechselochsen zu benutzen, die nur einen halben Tag arbeiten.

Bei Pferden, die sich auf der Reise befinden, ist die Rücksicht auf die Verdauungszeit nicht immer ausführbar. In diesem Falle aber muss das Futter möglichst konzentrirt sein, damit ihre Verdauungsorgane möglichst wenig beschwert werden; das beste Reisefutter für Pferde ist Roggenbrod im altbackenen Zustande.

Alle Arbeitsthiere sollten ihre Tagesarbeit, wenn möglich, mit leichterer Arbeit beginnen und schliessen. Die Muskelthätigkeit erreicht nämlich durch allmälige Steigerung einen höheren Grad, als wenn die volle Kraftleistung gleich anfangs gefordert wird. Es ist ferner die Ermüdung und die Erhitzung geringer, wenn die Muskelthätigkeit allmälig nachlässt. Arbeitsthiere, welche im vollen Schweisse unmittelbar nach starker Anstrengung in den Stall geführt werden, fressen in der Regel nicht und wenn der Stall nicht vollkommen gegen Zugluft geschützt ist, so erkälten sie sich leicht. Eine alte, sehr beachtenswerthe Regel gebietet daher für Reit- und Kutschenpferde: Langsam aus den Stall und langsam in den Stall!

§. 302. *Die Pflege des Mastviehes.*

Die Mastung der Hausthiere, wie sie in kultivirten Wirthschaften betrieben wird, bedingt einen anomalen Gesundheitszustand, der den leichtesten Störungen ausgesetzt ist. Der Mastzustand fordert daher eine grosse gesundheitspflegliche Aufmerksamkeit. Da der Erfolg der Mastung durch möglichst verminderte äussere Bewegung gesichert wird, und dem verminderten Verbrauche eine verhältnissmässig vermehrte Zufuhr gegenübersteht, so darf die Nahrung, namentlich im letzten Zeitraume der Mast, nur wenig voluminös und leicht verdaulich sein, damit sie der verdauungsfördernden Mitwirkung der äusseren Bewegung entbehren kann. Der Stoffwechsel ist durch sorgsame Hautpflege zu unterstützen. Die Athmungsorgane fordern eine möglichst reine und mässig

warme Luft (10 bis 12° C.); der Stalldunst ist durch gute Lüftung (ohne dass Luftzug entsteht) zu entfernen. Aeussere Ruhe und etwas matte Beleuchtung ist ein nothwendiges Erforderniss für Mastställe. Selbstverständlich sind Mastthiere auch ruhig zu behandeln, da jede heftige Nervenerregung nachtheilig für den Erfolg der Mast ist.

In der Regel werden nur geschnittene (der Hoden und Eierstöcke beraubte) Thiere zur Mast verwendet. Im Falle aber die Mast von nicht geschnittenen weiblichen Thieren nothwendig wird, so ist der Brunst durch Paarung Rechnung zu tragen, andernfalls würde sie durch öftere Wiederholung den Erfolg der Mastung in Frage stellen. Hat Befruchtung stattgefunden, so ist die Mast möglichst rasch zu beenden.

§. 303. *Die Pflege des Wollviehes.*

Die Pflege des Wollschafes nimmt vorwiegend Rücksicht auf den Zustand der Wolle, die man vor Einstaubung und Durchnässung möglichst zu schützen sucht. Ein Schutz der Wolle gegen den Strassenstaub kommt gewöhnlich nur in Frage nach der Rückenwäsche der Wolle, wenn die Schafe zum Abtrocknen auf die Weide getrieben werden; alsdann müssen staubige Strassen jedenfalls mit Wasser bespritzt werden. Zu anderer Zeit ist das nicht durchführbar, auch kaum nothwendig, weil der Strassenstaub in gutgestapelte Wolle nicht tief eindringt; aus den locker gestapelten, fettschweissarmen Wollen aber, in welche der Staub tiefer eindringt, kann er leicht ausgewaschen werden.

Schlimmer ist die Verunreinigung der Wolle durch anhängende Pflanzentheile aus Hecken und Buschwerk, an welchen die Schafe vorbeistreifen, sowie durch Futtertheile, die den Thieren aus den Raufen in die Wolle gerathen, was meistens am Halse (sogenannter Futterhals) geschieht. Diese Verunreinigung der Wolle kann durch zweckmässige Einrichtung der Futterraufen (siehe §. 308) und dadurch verhindert werden, dass die Schafe beim Einschütten des Futters aus ihrer Stallabtheilung abgetrieben werden. Eine Verunreinigung der Rückenwolle kann durch herabfallenden Staub aus schlechtgefugter oder mit schadhaftem Putze versehener Stalldecke geschehen, was durch bauliche Reparatur zu beheben ist.

Die eigentliche Gesundheitspflege des Wollschafes, beziehungsweise seines Körpers, bezieht sich auf den Schutz vor Erkältung in Folge von Durchnässung der Wolle durch Regen und durch die Rückenwäsche. Wenn Beregnung stattgefunden hat, sollten die Schafe nach Aufhören des Regens, wenn möglich durch Bewegung im Freien, trocknen. Die Rückenwäsche sollte unter einer Wassertemperatur von 15° C. nicht vorgenommen werden.

Wollschafe sind gegen übermässige Stallwärme und gegen Sonnenbrand sehr empfindlich, weshalb die Stalltemperatur im Winter 12° C. nicht überschreiten sollte; im Sommer ist der Stall luftig und möglichst kühl zu halten, und es ist der Weidetrieb in der Mittaghitze zu vermeiden.

Nasse Weiden, sowie bethautes und bereiftes Futter können allen Schafen gefährlich werden.*) Eine mit reinem Thau befallene Weide auf trocknem Boden schadet den Schafen dann nicht, wenn sie vor dem Austriebe ein trocknes Futter erhalten haben.

Allen Schafen sind saure Gräser (Cyper- und Binsengräser) schädliche Futtermittel.

§. 304. *Die Pflege des Jungviehes.*

Die Säugezeit des Jungviehes sollte mindestens so lange dauern, bis das Milchzahngebiss vollständig erschienen ist (siehe §. 266). Das Abgewöhnen (Abspänen) muss allmälig geschehen und die Futtermittel, welche die Muttermilch zu ersetzen bestimmt

*) Eine häufige Folge der Beweidung nasser Grasflächen ist die Egelkrankheit der Schafe, die durch Einwanderung von Plattwürmern (des Leberegels, Distomum hepaticum) in die Leber der Schafe hervorgerufen wird. Die Leberegeln entwickeln sich im Wasser und ferner durch Einwanderung in kleine Schnecken und Muscheln, die an feuchten Orten leben. Wenn solche von Leberegeln bewohnte Schnecken von den Schafen gefressen werden, so gelangen sie schliesslich in die Leber und vermehren sich hier. Andere freilebende Egeln, welche an feuchtem Grase haften, gelangen mit diesem direkt in den Magen des Schafes. Auf trockenen Weiden entwickeln sich die Egel nicht. Nasse Weiden bedingen also an sich nicht die Egelkrankheit, sondern sie begünstigen nur die Entwicklung der Egeln. Weiteres hierüber siehe in May, „Das Schaf." Breslau, 1868. II, 57 u. f.

sind, sollten der letzteren an Eiweiss- und Fettgehalt anfangs möglichst nahe kommen. Aber auch später muss das Jungvieh reichlich und mit eiweissreichem Futter ernährt werden, namentlich wenn es sich um die Aufzucht frühreifer Thiere handelt (siehe §. 330).

Alles Jungvieh muss sich ungehindert und möglichst in freier Luft bewegen können. Die ausschliessliche Stallhaltung erzeugt engbrüstige, gelenksteife und in der Muskelbewegung unbeholfene Thiere. Die ausgiebigste Bewegung und die passendste Ernährung findet das Jungvieh auf einer trocknen und sonnigen Weide, auf welcher schattenspendende Baumgruppen Schutz und Kühlung gegen die Mittaghitze gewähren. Neben der freien Weide eignen sich die eingehegten Parks vortrefflich zur Aufzucht des Jungvieches. Wo aber beide nicht zur Verfügung stehen, da sollte sich das Jungvieh wenigstens in schattigen Hofräumen frei bewegen können, und zwar in grösserer Gemeinschaft von Thieren ihrer Art; im Alter von drei Viertel Jahren sind Pferde und Rinder, im Alter von einem halben Jahre sind Schafe, Ziegen und Schweine nach den Geschlechtern zu trennen.

Die Stallpflege des Jungvieches muss Rücksicht nehmen auf sehr reine Luft, auf etwas höhere Temperatur (siehe §. 289) als in den Ställen erwachsener Thiere, sowie auf sorgfältige Reinhaltung der äusseren Bedeckungen, zumal das Jungvieh für Haut- und Haarkrankheiten mehr empfänglich ist, als erwachsene Thiere.

Die Abrichtung der Arbeitsthiere darf nur allmälig geschehen; sie müssen zuerst, ohne Arbeit zu verrichten, an das Tragen des Sattels und des Geschirres gewöhnt werden, und die ersten Arbeiten, die ihnen auferlegt werden, dürfen nur leicht und von kurzer Dauer sein.

Die Aufzucht der jungen Arbeitsthiere erfordert viel Geduld, aber auch ein ernstes und entschiedenes Auftreten, keine Spielerei. Was nach Maassgabe ihrer Kräfte an Arbeit verlangt werden kann, das soll auch voll und ganz verlangt werden. Das junge Hausthier muss schon früh die Gewalt, aber auch die liebevolle Sorge des Menschen kennen lernen.

§. 305. *Die Pflege kranker Thiere.*

Thiere, deren Fresslust sich vermindert zeigt und an denen Fiebererscheinungen (heisse Ohren, trocknes Flozmaul, rascher Puls) wahrzunehmen sind, müssen von der übrigen Heerde abgesondert und in einen ruhigen, etwas warmen, dabei aber gut gelüfteten Krankenstall gebracht werden. Die Diagnose und die Behandlung einer fieberhaften Krankheit ist unter allen Umständen einem tüchtigen Thierarzte zu überlassen. Die Ansicht vieler Landwirthe: dass sie leichte Thierkrankheiten selbst behandeln können, ist entschieden verwerflich. Ob eine fieberhafte Erkrankung leicht oder schwer ist, hängt ab von der Erkenntniss (Diagnose) derselben und diese ist die schwierigste Aufgabe des Thierarztes, schwieriger als die Erkenntniss von Krankheiten des Menschen, denn das Thier kann nicht, wie dieser, den Sitz der Erkrankung und die durch Schmerzen sich kundgebenden Symptome durch die Sprache bezeichnen.

Der Landwirth kann bei fieberhafter Erkrankung seiner Hausthiere die Thätigkeit des Thierarztes (namentlich wenn derselbe entfernt wohnt) nur vorbereiten durch Isolirung des Kranken, durch Entziehung der Nahrung und durch Bereitung eines reinlichen und gut gestreuten Lagers. Bei längerer Abwesenheit des Thierarztes kann das Thier, wenn es überhaupt Fresslust zeigt, ein leicht verdauliches Futter und kühlende, etwas schleimige Tränke erhalten. Bei Fieberfrost können Decken angewendet werden.

Bei nicht fieberhaften Erkrankungen ist zwar die Hülfe eines Thierarztes nicht entbehrlich, aber es kann immerhin der Versuch gemacht werden: durch ein rein diätetisches Verfahren und schonende Behandlung (bei Arbeitsthieren Enthaltung von der Arbeit) die Heilung zu bewerkstelligen. Bei Auftreten von Fiebererscheinungen ist sofort die Hülfe des Thierarztes in Anspruch zu nehmen.

Aeussere Krankheiten deren Ursache klar ist, also namentlich Wunden, können durch sehr sorgfältige Reinhaltung der wunden Stelle, und durch Umschläge mit reinem Wasser, entweder kaltem (beim Erscheinen von Hitze) oder warmem (bei Anschwellungen) behandelt werden. Alle Breiumschläge und die Umschläge von Mist, Lehm, sowie die Anwendung von Salben,

sind bei Wunden, Geschwüren und Anschwellungen — ohne Verordnung eines approbirten Thierarztes — entschieden zu widerrathen.

Die Behandlung von Wunden und Verletzungen (Verstauchungen) der Gelenke sollte der Landwirth nur einem Thierarzte überlassen, oder nur im Einverständnisse mit demselben vornehmen.

Die Hülfeleistung bei der Geburt ist auf dem Lande häufig so rasch nothwendig, dass der Beistand eines Thierarztes meistens nicht abgewartet werden kann. Diese Hülfeleistung muss der Landwirth kunstgerecht erlernen, oder seine Thierwärter lernen lassen; es ist das eine leichte Sache und erfordert kein eingehendes wissenschaftliches Studium, wie die Erkenntniss und die Behandlung innerer Erkrankungen.

Die Homöopathie wird auf dem Lande häufig mit einer gewissen Liebhaberei betrieben. Man glaubt homöopathische Mittel können nichts schaden. Nun, direkten Schaden verursachen sie wohl nicht, insofern ihre Wirkung nahezu gleich Null ist; aber sie schaden dadurch, dass die Anwendung wirksamer Mittel versäumt wird.

Wer einen tüchtigen, wissenschaftlich gebildeten Thierarzt zu Rathe ziehen kann, soll ihn als Hausarzt für seine Thiere benutzen, als Arzt für deren Krankheiten und als Rathgeber für deren Gesundheitspflege. In Gegenden, wo kein Thierarzt zu haben ist, da ist es auch mit der Thierzucht in der Regel schlecht bestellt, und da müssen die Thierkrankheiten als nothwendiges Uebel einer niederen Kulturstufe hingenommen werden. Will ein Landwirth in solchen Gegenden Thierzucht betreiben, so muss er selbst Thierheilkunde studiren. Aber wenn diese Nothwendigkeit vorliegt, so soll er sie gründlich studiren, d. h. er soll Thierarzt sein. Die Thierheilkunde als Nebenfach des landwirthschaftlichen Studiums zu betreiben, führt zur Pfuscherei, die dem, der sie an seinen eigenen Thieren versucht, den grössten Schaden bringt.

c) Die gesundheitspfleglichen Bedingungen der Stallung.

§. 306. *Die Lage der Stallung.*

Bei der Anlage einer Stallung ist Rücksicht zu nehmen:

1. auf den Baugrund,
2. auf die Himmelsrichtung,
3. auf die Lage der übrigen Wirthschaftsgebäude.

1. Der Baugrund muss trocken und durchlassend sein, und er sollte eine möglichst ebene Lage haben. Der beste Baugrund für eine Stallung ist ein felsiger oder steiniger Boden. Der schlechteste Baugrund ist Moor- und Sumpfboden. Alle undurchlassenden Bodenarten sind Sammelstätten für die absickernde Stalljauche, es sei denn, dass der Fussboden der Stallung vollkommen wasserdicht hergestellt werde. Ein wasseranhaltender Baugrund wird gesundheitsschädlich durch seine Ausdünstungen. Ist ein solcher Grund für den Stallbau nicht zu umgehen, so sollte er durch Drainage trocken gelegt werden. Wenn möglich, sollte eine Stallung auf dem höchsten Punkte des Wirthschaftshofes angelegt werden; bei tiefer Lage wird der Baugrund, oder der Stall selbst feucht, weil das von höheren Punkten absickernde Grundwasser sich hier sammelt. Demnach ist die Anlage einer Stallung am Abhange eines Berges zu vermeiden.

2. Die Himmelsrichtung ist maassgebend für die Anlage der Stallfront, beziehungsweise der Eingänge. Diese sind entweder auf der Morgen- oder auf der Mitternachtseite anzulegen; in Gegenden, wo Nord- und Nordostwinde die herrschenden Winde sind, ist aber die Mitternachtseite für die Anlage der Eingänge nicht zu empfehlen, weil im Winter die Kälte leichter eindringt. Die Richtung der Eingänge nach der Mittag- und Abendseite ist zu vermeiden, weil die Sommerhitze und das Eindringen der Insekten schwieriger abzuhalten ist; letztere dringen zur Mittagzeit von Süden, zur Abendzeit von Westen in den Stall. Unter allen Umständen ist also die Lage der Stallfront nach Morgen die beste und sollte diese wenigstens für die Stallungen von Pferden und Rindern gewählt werden, weil diese Thiere gegen die Insektenplage weniger geschützt sind, als Schafe, Ziegen

und Schweine; Pferde sind auch empfindlicher gegen kalte und feuchte Winde.

3. Die Lage der übrigen Wirthschaftsgebäude ist bei Stallanlagen zu berücksichtigen bezüglich der Arbeitserleichterung und der Feuersgefahr. Die Rücksichten auf beides stehen häufig im Widerspruche. Bezüglich der Arbeitserleichterung ist für Pferdeställe die Nähe des Kornspeichers, für Rinderställe die Nähe der Kellerräume (in welchen die Wurzelfrüchte aufbewahrt werden), für Schafställe die Nähe der Dreschtennen (wegen des von den Schafen auszufressenden Strohes), für Schweineställe die Nähe der Molkereigebäude wünschenswerth. Bezüglich der Feuersgefahr ist die gefährlichste Nachbarschaft für Stallungen die Scheune, wo die Vorräthe von Getreide, Heu und Stroh aufbewahrt werden; die Stallungen sind also möglichst entfernt von den Scheunen (oder umgekehrt) anzulegen. Entschieden verwerflich ist die Aufbewahrung von Heu oder Stroh auf dem Stallboden, wenn dieser nicht durch eine feuerfeste (massive) Decke vom Stallraume getrennt ist. Bei porösen Stalldecken leiden übrigens jene Vorräthe vom Stalldunste, wodurch Heu und Futterstroh den Thieren widerwärtig werden.

Zwar nicht aus gesundheitspfleglichen Rücksichten für die Hausthiere, wohl aber für den Leiter der Wirthschaft, für seine Angehörigen und Dienstleute, ist die Stallung fern von den Wohngebäuden anzulegen, theils zur Vermeidung des Stallgeruches, theils zur Fernhaltung der in den Stallungen nistenden Insekten.

Im Falle aus wirthschaftlichen Rücksichten die Anlage von Tiefbauten (welche alle Wirthschaftsräume unter ein Dach vereinigen) zweckmässig erscheint, sollen die Stallräume von den übrigen Wirthschaftsräumen durch feuerfeste Wände und eiserne Stallthüren getrennt werden.

§. 307. *Erwärmung, Beleuchtung und Lüftung der Stallung.*

Die Wände der Stallungen sollen Schutz gewähren gegen Kälte, aber sie sollen auch frische Luft durchlassen; das Baumaterial muss demnach die Wärme schlecht leiten und porös sein; zu diesen Zwecken eignen sich am besten Holz, Tuffstein, Lehmziegel und schwach gebrannte Ziegel (sogenannte Back-

steine). Alle massiven Steine (Basalt, Marmor, Granit, Sandstein) halten den Stall zu kalt und gewähren zu wenig Lüftung.

Nach M. Märcker*) beträgt der Luftwechsel in 1 Stunde durch 1 □ Meter Wandfläche von folgenden Materialien:

durch	Sandstein	1·69 Km.
„	Kalkbruchstein	2·32 „
„	Backstein	2·83 „
„	Kalktuffstein	3·64 „
„	Lehmziegel	5·12 „

Die wärmsten und bestventilirten, aber auch die feuergefährlichsten Ställe sind die aus Holzblöcken erbauten, deren Fugen mit Moos verstopft sind. Ihnen zunächst stehen die Fachwerkwände, bestehend aus hölzernen Schwellen, Säulen und Riegeln, deren Zwischenräume durch Backsteine oder Lehmziegel ausgefüllt werden. Zum Schutze gegen Nässe müssen die Holzschwellen (die Sohle) auf steinernen Grundmauern (Plinthen) aufliegen. Backsteinmauern sollten stets hohl aufgeführt werden, entweder mit Hohlziegeln, oder mit doppelten, einen Luftraum umschliessenden Wänden. Müssen aus anderen als gesundheitspfleglichen Rücksichten Mauern aus massiven Steinen aufgeführt werden, so sollten die Innenwände mit Ziegeln (am besten Hohlziegeln) bekleidet werden, damit die Stalldünste sich nicht an den kalten Wänden niederschlagen und diese feucht erhalten.

Die Tages-Beleuchtung des Stalles sollte so hell sein wie in menschlichen Wohnungen. Daraus ergibt sich die Zahl der anzulegenden Fenster; gegen einfallendes direktes Sonnenlicht, oder zur beliebigen Verdunkelung des Stalles, sind die Fenster mit Jalousien oder mit aufzurollenden Strohmatten zu versehen. Zum Zwecke der Lüftung (ohne dass die Thiere zugleich von Zugluft betroffen werden) empfehlen sich die mit Seitenbacken versehenen Klappfenster, die an den unteren Rahmen durch Charniere befestigt sind und die sich nach oben und innen öffnen. Sämmtliche Fensterrahmen sind aus Eisen zu fertigen, weil hölzerne Rahmen an Ställen zu leicht faulen.

Entweder die Fenster, oder die Stände der Thiere sind so anzulegen, dass das Tageslicht nicht direkt das Auge derselben trifft. Das Tageslicht sollte entweder hinter- oder seitwärts der

*) Journ. f. Landw. Göttingen 1870, S. 342.

Stände einfallen. In gleicher Weise sollten die Stalllampen aufgehängt werden.

Die Stalldecke muss fest, aber auch zugleich für Luft durchlassend sein. Die gewölbten Decken erfüllen den Zweck der Festigkeit und Feuersicherheit am besten, und sie halten auch im Winter den Stall sehr warm; aber sie gestatten keine Lüftung, sie halten den Stall ebenfalls im Sommer warm und sie sind stets mit Feuchtigkeit beschlagen. Die beste Stalldecke ist der gestreckte Windelboden; er besteht aus längs gespaltenen dünnen Baumstämmen (Lattenstämmen), die mit ihrer ebenen Spaltfläche den Balken aufliegen; ihre dem Bodenraume zugewendete Rundung wird mit Lehmschlag bedeckt, der eine gewisse Feuersicherheit gewährt. Eine solche Stalldecke hält warm genug und sie gestattet dem Stalldunste meistens einen genügenden Abzug.

Zum Zwecke der Lüftung, d. h. zur Abfuhr der unreinen Stallluft und zur Zufuhr von reiner Tagesluft, kommen in erster Linie in Betracht: die Luftdurchlässigkeit der Stallwände und der Decke, sowie die Thüren und Fenster; die Wirksamkeit der letzteren für die Lüftung ist im Winter beschränkt, weil sie zugleich Kälte zuführen. Genügt die natürliche Lüftung durch die Decke und die Wände des Stalles nicht, und kann auch der Luftverunreinigung im Stalle durch Mittel, welche das Ammoniak und die Kohlensäure binden, nicht vorgebeugt werden, dann sind in der Stalldecke Luftzüge anzubringen, welche die unreine Luft durch das Stalldach abführen.

Die künstlichen Luftzüge (Aspiratoren) genügen aber gewöhnlich nicht um auch den Wasserdunst abzuführen, und sie bringen im Winter häufig mehr Kälte als wünschenswerth ist; deshalb ist es immer besser, die Reinhaltung der Stallluft auf dem Wege der natürlichen Lüftung zu bewirken.

Ueber den Kohlensäuregehalt der Stallluft und den Luftwechsel in Stallungen hat M. Märcker*) Untersuchungen ausgeführt; er analysirte unter verschiedenen Verhältnissen der Erwärmung und Lüftung die Luft in den Klosterguts- und Bauernstallungen zu Weende bei Göttingen.

Die Luft des Kuhstalles auf dem Klostergute Weende enthielt an vier Tagen des Februar im Mittel (von drei Tagesanalysen) 1·47 bis 4·68 pro Mille Kohlensäure. Der höchste Gehalt von 4·68 p. M. bestand um 4 Uhr Morgens am 22. Februar, bei geschlossenen Thüren und Fenstern. Vom 12. bis 14. September hatte derselbe Kuhstall nur 0·73 bis 1·27 p. M. Kohlensäure in der Luft.

*) Journ. f. Landw. 1869, S. 224.

Ein kleinerer Kuhstall im Dorfe Weende enthielt an fünf Tagen des Dezember und Januar im Mittel 1·91 bis 5·72 p. M., den höchsten Gehalt am 11. Januar $1^1/_4$ Uhr Morgens, nachdem alle Oeffnungen seit 6 Uhr Abends geschlossen worden. Der grosse Pferdestall des Klostergutes Weende enthielt an vier Tagen des März im Mittel 0·54 bis 2·85 p. M. Kohlensäure, der Pferdestall jenes kleineren Gutes an vier Tagen des März im Mittel 0·96 bis 7·26 p. M. Kohlensäure. Der höchste Gehalt war am 4. März $4^1/_2$ Uhr Morgens bei vollständigem Schlusse aller Oeffnungen und starkem Beschlage an Thür und Wänden. Dagegen betrug der Kohlensäuregehalt der freien (etwa fünfzig Schritt von bewohnten Gebäuden entfernten) Luft in Weende an drei März-, einen April- und zwei Septembertagen 0·33 bis 0·36 p. M., im Mittel von acht Bestimmungen 0·35 p. M. Die Differenz zwischen dem Kohlensäuregehalte der freien Luft und dem höchsten Kohlensäuregehalte der Luft des Kuhstalles auf dem Klostergute Weende betrug demnach etwa das Zwölffache, in dem Dorfkuhstalle etwa das Zwanzigfache. Solche Differenzen aber wirken entschieden nachtheilig auf die Gesundheit der Thiere. Märcker nimmt an, dass eine Stallluft, welche 3 p. M. Kohlensäure enthält, fast in allen Fällen als verdorben und dunstig bezeichnet werden muss.

Märcker theilt die Ergebnisse seiner Arbeit in folgenden Sätzen mit:

1. Während die Luft der menschlichen Wohnungen schon bei einem Kohlensäuregehalte von 1 p. M. als verdorben zu bezeichnen ist, können wir eine Stallluft noch als gut ansehen, so lange sie unter 2·5 bis 3·0 p. M. Kohlensäure enthält.

2. Zur dauernden Erhaltung einer guten Luft in einem Stalle müssen jedem Stück Grossvieh pro Stunde 50 bis 60 Km. frischer und unverdorbener Luft zugeführt werden.

3. Die Zufuhr von frischer Luft muss im Winter zur Erhaltung einer gleichmässigen Temperatur möglichst auf dem Wege der natürlichen Ventilation durch die porösen Wände geschehen.

4. Als besonders für die Luft durchdringbares Baumaterial sind Lehmziegel zu bezeichnen, da eine aus solchem Material gebildete Wandfläche drei Mal so stark ventilirte als eine gleich grosse massive Wandfläche. Jedoch zeigen die vorliegenden Untersuchungen, dass auch andere Baumaterialien dieselbe Eigenschaft, wenn auch im geringeren Grade, besitzen.

5. Die Stärke der natürlichen Ventilation eines Stalles ist abhängig, nicht von seinem Kubikinhalte, sondern von der Grösse seiner ventilirenden Wandfläche.

6. Daraus folgt: dass in einem kleineren Stalle eine verhältnissmässig lebhaftere Ventilation stattfindet, als in einem grösseren, da auf jedes Stück Vieh in einem kleineren Stalle bei gleichem Kubikraume mehr ventilirende Fläche kommt als in einem grösseren.

7. Eine aus massivem, 79 Zm. starkem Bruchsteinmauerwerke gebildete Wandfläche, von 40 □ M. Oberfläche war ausreichend zur dauernden Reinerhaltung der Luft für ein Stück Grossvieh.

8. Die Zufuhr von frischer Luft scheint bei der natürlichen Ventilation hauptsächlich durch die Seitenwandungen, der Abzug der verdorbenen Luft hauptsächlich durch die Decke zu geschehen. Die Herstellung einer porösen Decke ist daher, als die Ventilation sehr begünstigend, zu empfehlen.

9. Einen besonderen Einfluss auf die Ventilation üben aus:

a) Der Wind. Durch denselben wurde die Ventilation unter Umständen auf das Vierfache der ursprünglichen Grösse vermehrt.

b) Der Regen. Durch denselben wird die Ventilation vermindert, da mit Feuchtigkeit benetzte Wände an Durchdringbarkeit für Luft verlieren.

10. Gut angelegte Abzugskanäle für verdorbene Luft, sogenannte Dunstfänge, zeigen unter Umständen eine nicht unbedeutende Wirksamkeit für die Ventilation und sind im Stande die Luft eines Stalles erheblich zu verbessern.

Die Untersuchungen von Max Märcker*) über die Diffusion von Kohlensäure durch poröse Scheidewände hatten folgendes Ergebniss:

1. Wenn man aus den durchlassenden Materialien eine Reihe nach abnehmender Durchlässigkeit bilden wollte, so würde dieselbe die nachstehende Folge zeigen:

Poröse Backsteine	mit	0·4	bis	0·6	Km. CO_2	Diffusion
Durchlassende Backsteine	„	0·2	„	0·4	„ „	„
Lockere Sandsteine	„	0·2	„	0·4	„ „	„
Dichte Backsteine	„	0·1	„	0·2	„ „	„
Durchlassende Sandsteine	„	0·1	„	0·2	„ „	„
Durchlassende Verblendsteine. . .	„	0·1	„	0·15	„ „	„
Dichte Verblendsteine	„	0·075	„	0·10	„ „	„
Dichte Sandsteine	„	0·05	„	0·10	„ „	„
Porzellanartige Verblendsteine . .	„	0·05	„	0·075	„ „	„

Die vorstehende Reihe zeigt, dass unter Umständen Backsteine durchlassender sein können als Sandsteine, dass andererseits aber eine Anzahl von Sandsteinarten in der Porosität über den Backsteinen steht; ein allgemeiner Schluss: Backstein ist durchlassender als Sandstein, ist hiernach unzulässig, da die Verschiedenheiten der Durchlässigkeit innerhalb derselben Gruppe sehr gross sind. Es hat danach die Prüfung für jeden einzelnen Fall zu erfolgen.

2. Von Einfluss auf die Durchlässigkeit der Backsteine sind folgende Momente:

a) Durch Mengen der Thonmasse mit Kohlenklein oder anderer organischer Substanz und nachheriges Brennen wird ein Backstein von höchster Durchlässigkeit (0·4 bis 0·6 Km. CO_2) erzielt.

b) Ein Gehalt an Sand und Gesteinstrümmern erhöht die Durchlässigkeit gegenüber reiner Thonmasse.

c) Leichteres Einstreichen, respektive festeres Einpressen der Thonmasse, ist von sehr grossem Einflusse auf die Durchlässigkeit der gewonnenen Backsteine, z. B.

lockerer Handziegel	0·25	Km. Diffusion
Maschinenpressziegel	0·10	„ „

d) Das Brennen der Backsteine erhöht die Durchlässigkeit derselben, so dass hart gebrannte Steine im Allgemeinen durchlassender sind, als schwach gebrannte; mit dem beginnenden Zusammensintern bei sehr starkem Brennen nimmt aber die Porosität wieder ab und kann durch intensivestes Brennen auf ein Minimum reducirt werden (Beispiel des holländischen Klinkers).

---

*) Landw. Jahrbücher Berlin 1877 Supplementheft, S. 1.

3. Chamottesteine sind ein Material von hoher Porosität.

4. Die Sandsteine sind in ihrer Durchlässigkeit so verschieden, dass die poröseren Arten zu den sehr durchlässigen, die dichteren zu den undurchlassensten Materialien zählen.

5. Die Holzarten (Tannenholz und Eichenholz) sind auf ihrem Längsschnitte so undurchlassend, dass sie in 24 Stunden nur 18 bis 20 Prozent der in den Diffuseuren vorhandenen Kohlensäure diffundiren liessen. Der Querschnitt von Tannenholz gehört zu den durchlassendsten, derjenige von Eichenholz jedoch noch zu den sehr dichten Materialien.

6. Kalkmörtel ist ein Material von sehr hoher Porosität, dessen Durchdringbarkeit für Luft durch die Zeit zwar um ein Geringes vermindert, jedoch selbst nicht durch öfters wiederholten Anstrich mit Kalkfarben wesentlich geschädigt wird.

7. Zäment in frisch erhärtetem Zustand zeigt eine ziemlich hohe Porosität, welche aber mit der Zeit wesentlich abnimmt (und beim Aufbewahren unter Wasser oder Beregnen ganz vernichtet wird. Lang.)

8. Grobsandiger Lehm gibt beim Eintrocknen ein Material von hoher Porosität, während thoniger und feinsandiger Lehm ein weniger durchlassendes Material abgeben mag.

9. Lehm- und Thonpisébauten sind für Luft im höchsten Grade durchdringbar und vom Standpunkte der natürlichen Ventilation als günstige Materialien zu bezeichnen.

10. Gypsguss aus dünnem Gypsbrei ist ein ausserordentlich poröses Material, während derselbe aus dickerem Brei weniger durchlassend ist.

11. Sehr leichter und dünner Oelfarbenanstrich verminderte die Durchlässigkeit nicht erheblich; einfacher stärkerer Oelanstrich schädigte dieselbe um etwa ein Drittel.

12. Doppelter Oelfarbenanstrich macht sämmtliche Materialien vollkommen undurchlassend.

13. Durch vollständige Erfüllung der Hohlräume mit Wasser wird selbstverständlich die Durchlässigkeit der Baumaterialien vollständig vernichtet.

14. Durch theilweise erfolgendes Benetzen wird die Durchlässigkeit in einem der Erfüllung der Poren mit Wasser entsprechenden geraden Verhältniss vermindert.

15. Es dauert eine sehr geraume Zeit, ehe vollständig durchfeuchtete Baumaterialien überhaupt einen erheblichen Grad ihrer ursprünglichen Durchlässigkeit wieder erhalten.

16. Die Diffusion besitzt nur bei einem sehr hohen Kohlensäuregehalt der Luft und sehr porösen, dünnen Wandungen einen irgendwie wesentlichen Einfluss auf die Reinigung der Luft; unter gewöhnlichen Verhältnissen kommt dieselbe kaum in Betracht.

§. 308. *Die innere Einrichtung der Stallung.*

Die Raumverhältnisse der Stallungen sind in folgender Tabelle übersichtlich zusammengestellt:

Tabelle LXIII. Raumverhältnisse der Stallungen.

Stalleinrichtung	Meter
A) Pferdestall.	
Stand für ein mittleres Arbeitspferd einschliesslich Krippe 2·80 bis 3·15 Meter lang	1·25 breit
Stand für ein grosses oder Luxuspferd einschliesslich Krippe 3·15 bis 3·50 Meter lang	1·40 bis 1·55
Höhe des Krippenrandes für mittlere Arbeitspferde	1·10 „ 1·20
„ „ „ für grosse und Luxuspferde	1·20 „ 1·30
„ der Raufe über der Krippe	0·30 „ 0·40
Gefälle, je nach der Konstruktion des Fussbodens, für die ganze Länge des Standes 0 bis 0·06 M.	
Zwischen je zwei Pferden eine feste Wand, aus gehobelten 0·04 M. starken Brettern; Höhe derselben.	1·10 „ 1·40
Breite des Ganges hinter den Pferden	1·25 „ 1·55
„ „ Mittelganges zwischen zwei Reihen . . .	1·90 „ 2·50
Ganze Tiefe des Stalles bei einer Reihe.	4·10 „ 5·00
„ „ „ „ „ zwei Reihen	7·50 „ 9·40
Höhe der Eingangsthür.	2·35 „ 2·50
Breite „ „	1·25 „ 2·50
Für jedes frei herumlaufende Fohlen 3·50 bis 4·00 □M.	
Höhe des Stalles für 20 bis 30 Pferde.	3·15 „ 3·75
„ „ „ „ 30 „ 50 „	4·10 „ 4·70
B) Rindviehstall.	
Stand für eine grosse Kuh oder einen Zugochsen, ausschliesslich Krippe 2·20 M. lang	1·25 breit
Stand für eine mittlere Kuh 2·20 M. lang.	1·20 „
„ „ „ kleine Kuh 2·00 M. lang.	1·00 bis 1·10 breit
„ „ Jungvieh 1·90 M. lang.	1·00 breit
Futtergang mit zwei Krippen, wenn ersterer erhöht liegt	1·90 bis 2·00
Futtergang mit zwei Krippen, wenn ersterer vertieft liegt	2·20 „ 2·50
Futtergang mit einer Krippe, ersterer erhöht	1·40 „ 1·60
Höhe des Krippenrandes	0·60 „ 0·70
Lichte Höhe zwischen Nackenriegel und Krippenbordschwelle	0·80
Gefälle von der Krippe bis zur Rinne 0 bis 0·08 M.	
Breite des Ganges hinter dem Rindvieh mindestens	1·25
„ „ „ zwischen zwei Reihen	1·90 bis 2·50

Stalleinrichtung	Meter
Ganze Tiefe des Stalles bei einer Reihe } nach der Länge des Stall. stehend {	4·70 bis 5·00
„ „ „ „ „ zwei Reihen	8·80 „ 9·70
„ „ „ „ „ drei „	12·50 „ 14·00
„ „ „ „ „ Stellung nach der Quere nicht über	14·10
Höhe des Einganges (beziehungsweise Einfahrt) . .	2·30 bis 3·10
Breite „ „ „ „ . .	1·25 „ 3·10
Für jedes Absatzkalb 1·40 bis 2·00 □M.	
Für halbjähriges Rindvieh 3·00 □M.	
C) Schafstall.	
Stallung für einen Jährling 0·50 bis 0·60 □M.; für einen Hammel oder das Stück durchschnittlich 0·60 bis 0·70 □M., bei Anwendung von runden Raufen 0·80 □M.	
Stallraum für ein Mutterschaf 0·70 bis 0·80 □M., für ein Mutterschaf einschliesslich Lamm oder für einen Bock 1·20 bis 2·00 □M.	
Krankenstall 5 bis 7 Prozent der Heerde fassend.	
Höhe der unteren Raufenkante über den Fussboden	0·50
Sprossen 0·10 M. weit.	
Höhe des Stalles	3·50 bis 4·00
Tiefe „ „ nicht unter	9·00
Höhe der Einfahrt . . . . . mindestens	3·00
D) Schweinestall.	
Stallraum für eine Zuchtsau mit Ferkeln 3·50 bis 4·00 □M.	
Stallraum für ein Mastschwein, allein, 1·60 bis 2·00 □M.	
Stallraum für ein Mastschwein, zwei bis vier in einem Stall, 1·20 bis 1·60 □M.	
Stallraum für einen Eber 3·50 □M., für 1-jährige Schweine (drei bis vier in einem Stall) 1·00 □M., für $^1/_4$- bis $^1/_2$-jährige 0·50 bis 0·80 □M.	
Höhe des Stalles	2·40 bis 2·50
„ der Abtheilungswände	1·25 „ 1·60
Gefälle des hochkantig mit Klinkern gepflasterten Fussbodens 0·03 auf 0·63 M.	

Der Fussboden, dessen Gefälle vorstehende Tabelle angibt, ist in Pferde- und Rindviehställen am zweckmässigsten mit (auf langer Kante gestellten) scharfgebrannten Ziegeln oder Klinkern zu pflastern, entweder der ganze Stand, oder die hintere Hälfte; in letzterem Falle kann die vordere Hälfte mit Holzbohlen belegt werden. Alles Steinpflaster ist für die Füsse zu hart und zu kalt. Schafställe werden gewöhnlich nicht gepflastert, weil der Dünger längere Zeit liegen bleibt. Falls das auch in Rindviehställen geschieht, ist auch hier die Pflasterung unnöthig. Für Pferdeställe empfiehlt sich das Liegenlassen des Düngers nicht,*) daher diese unter allen Umständen zu pflastern sind. In Schweineställen ist die gewöhnlich nach hinten gelegene Lagerstätte etwas zu erhöhen und mit Holzbohlen zu belegen, die einem schwach geneigten Hartziegel- oder Klinkerpflaster unmittelbar aufliegen; eine Hohllage des Holzbelages ist nicht rathsam, weil Ratten darunter ihren Zufluchtsort suchen. Der dem Futtergange zunächst liegende vordere Theil der Schweineställe ist mit Klinkern auf der langen Kante zu pflastern.

Unmittelbar hinter den Ständen (bei Schweinen vor dem Eingange in den Koben) sind die, am besten aus massiven Steinen, oder aus geformten Klinkern gefertigten Jauchenrinnen anzulegen, welche den Harn in die ausserhalb des Stalles liegende Jauchengrube führen.

Die Krippen können von Holz sein, wenn nur Trockenfutter gereicht wird; wird aber nass gefüttert, oder werden die Krippen auch zum Tränken benutzt, so sollen sie aus harten Steinen (am besten Marmor oder Granit), oder aus geformten Hartziegeln oder Klinkern gefertigt sein, deren Fugen durch Zäment zu verstreichen sind. Krippen aus Holz oder weichen Steinen (Sandsteinen) halten bei nasser Fütterung Feuchtigkeit zurück und sie machen die Futterreste sauer.

Die Anbringung von Streuklappen unter der Krippe von Pferden (zur Aufbewahrung der aufgerechten Streu über Tag) ist entschieden gesundheitsschädlich, weil der ammoniakalische Dunst der Streu den Pferden in die Nase und in die Augen steigt.

---

*) Die vielfach empfohlene „Matratzenstreu“ macht die Hufe der Pferde trocken und spröde, und da die angehalfterten Pferde sie aufscharren, so wird die Luft durch den in der tieferen Schicht faulenden Dünger verunreinigt. Das Liegenlassen des Düngers ist nur da anwendbar, wo die Thiere sich frei im Stalle bewegen können, und wo viel Streu zu Gebote steht.

Die Raufen in Pferdeställen sind am besten aus Eisen zu fertigen, weil hölzerne dem Annagen ausgesetzt sind. Die Stäbe der Raufen sind nahezu senkrecht zu stellen; bei sehr schrägen Stäben fallen die Heublumen den Pferden in die Augen. Die Raufen in Schafställen sind gewöhnlich aus Holz. Man hat lange Raufen und runde, eine Säule umschliessende Raufen; die letzteren sind besser, weil die Schafe an denselben geräumiger stehen. Die Sprossen der Raufen sollten aus dem oben bezeichneten Grunde nahezu senkrecht stehen.

Die Krippen und Raufen für Jungvieh müssen niedriger sein, als die in Tabelle LXIII angegebenen Maasse. Sind die Krippen und Raufen zu hoch, so müssen die jungen Thiere bei erhobenem Kopfe ihren Rücken einbiegen, was auf die Dauer zu Senkrücken führt.

Bei der Aufstellung der Thiere ist vom gesundheitspfleglichen Standpunkte nur darauf Rücksicht zu nehmen, dass den angebundenen Thieren das Tageslicht nicht ins Auge fällt. Pferde werden in der Regel mit dem Kopfe gegen die Wand gestellt, Kühe mit dem Kopfe nach einem Futtergange, was die Fütterung erleichtert.

Die Befestigung der Pferde soll derart sein, dass sie mit den Vorderfüssen sich nicht in die Anbindeketten oder Stränge verfangen können; am besten werden Pferde an zwei Ketten oder Strängen befestigt, welche seitwärts über eine Rolle laufen und an einem Gewichte endigen, welches sie immer straff erhält. Das Rindvieh wird am besten durch breite Halsketten befestigt; die vielfach übliche Befestigung um die Hörner erzeugt leicht Scheuerstellen.

Alle aus den Stallungen führenden Thüren sollten wegen des sichereren Ausganges entweder nach Aussen aufschlagen, oder es sollten Schiebethüren sein. In Jungviehställen empfiehlt es sich an beiden Thürpfosten leicht bewegliche, senkrecht gestellte Rollen anzubringen, damit sich das Jungvieh beim Hinausdrängen aus dem Stalle an den Thürpfosten nicht beschädigt.

Die Aufstellung von Futterkisten im Stalle ist zu vermeiden, weil das Futter den Stalldunst anzieht. Auch das Geschirr soll nicht im Stalle aufgehängt werden, einmal weil der Dunst der Geschirrschmiere die Luft verunreinigt, und dann weil das Geschirr selbst durch den Stalldunst verdorben wird.

Alle Stallgeräthe (Eimer, Besen, Schaufeln, Putzgeschirr) sollten im Stalle so aufgestellt werden, dass die Thiere, selbst wenn sie sich losreissen, nicht damit in Berührung kommen können. Bei grösserem Viehstande gehören jene Geräthe in die Geschirr- oder in die Futterkammer.

Die Krippen und Raufen, die Wände, Decken und der Fussboden der Stallung, sowie das Stallgeräthe, müssen stets reinlich gehalten werden. Jeder Stall ist wenigstens einmal jährlich mit Kalkmilch frisch zu weissen.

In Ställen, wo der Dünger nicht mehrere Monate liegen bleibt, wie in Schafställen und in Rindviehställen (in welchen das Rindvieh frei herumgeht) sollte aus gesundheitspfleglicher Rücksicht mindestens einmal täglich ausgemistet werden. Die Streu muss möglichst reichlich sein; nicht verunreinigte, ausgerechte Streu kann aufs Neue verwendet werden. An Streustroh ist täglich erforderlich: für ein Stück Grossvieh $2^1/_2$ bis 3 Kilo, für ein Schwein 2 bis $2^1/_2$ Kilo, für zehn Schafe $1^1/_2$ bis 2 Kilo.

Empfehlenswerthe Schriften über den Bau und die Einrichtungen von Stallungen sind: F. C. Schubert, Handb. der landw. Baukunde, Berlin 1860; Miles, Der Pferdestall, 1862; Hochwächter, Stallhaltung und Stallpflege, Berlin 1866; Achill Wolf, Der Rindviehstall, Leipzig 1868; A. v. Rueff, Bau und Einrichtung der Stallungen und Aufenthaltsorte unserer nutzbaren Hausthiere, Stuttgart 1875; Friedr. Engel: Der Viehstall, Berlin 1877; Der Pferdestall, Berlin 1876.

Für die Gesundheitspflege im Allgemeinen: das schon zitirte Werk von Haubner, und A. Sanson „Hygiène des animaux domestiques", Paris 1870.

Sechsunddreissigstes Kapitel.

Die Fütterung der landwirthschaftlichen Hausthiere.

§. 309. *Allgemeines über die Bedingungen der Nährwirkung des Futters.*

Die Nährwirkung des Futters ist bedingt durch seine Verdaulichkeit und durch das Ausnutzungsvermögen des Thieres.

Die Verdaulichkeit des Futters ist abhängig: 1. von gewissen physikalischen Zuständen des Futters, vermöge welcher es der Einwirkung des Verdauungsapparates mehr oder minder zugänglich wird; 2. von dem Zustande des thierischen Verdauungsapparates, beziehungsweise von dem Lösungsvermögen desselben.

Das Ausnutzungsvermögen des Thieres für ein bestimmtes Futter ist abhängig von dem Ernährungszustande des Thieres; die Ausnutzung des Futters aber ist in letzter Linie bedingt durch die Arbeit der Zellen und Gewebe im thierischen Organismus.

Bei der Beurtheilung der Nährwirkung eines bestimmten Futtermittels in Beziehung auf einen bestimmten thierischen Organismus ist demnach zu berücksichtigen:

1. der Nährstoffgehalt des Futtermittels;
2. die Verdaulichkeit des Futtermittels, abhängig:

a) von seiner Löslichkeit im Verdauungsapparate;
b) von dem Verdauungsvermögen des Thieres;

3. das Ausnutzungsvermögen, beziehungsweise der Ernährungszustand des Thieres.

Als Nährstoffgehalt eines Futtermittels dürfen wir streng genommen nur den verdaulichen Antheil seiner als Nährstoffe wirkenden Bestandtheile gelten lassen. In diesem Sinne würde sich der Nährstoffgehalt eines Futtermittels nur für einen bestimmten Organismus feststellen lassen, da ja die Verdaulichkeit eines Futtermittels immer in Beziehung steht zu dem Verdauungsvermögen eines bestimmten Thieres. Von diesem strengen Sinne des Begriffes „Nährstoff" aber nehmen wir im praktischen Leben Abstand, und wir bezeichnen als Nährstoff eines Futtermittels den schlechtweg ernährungsfähigen Stoff, ganz abgesehen von dem Grade seiner Verdaulichkeit im einzelnen Falle. In diesem Sinne ergibt sich der Nährstoffgehalt eines Futtermittels aus dem, durch die chemische Analyse nachgewiesenen Bestande an Eiweiss- und Fettstoffen, an Kohlehydraten, Zellulose und anorganischen Bestandtheilen.

Wenn wir so den Nährstoffgehalt eines Futtermittels festgestellt haben, kennen wir die Grenzen seiner möglichen Wirkung. Einen weiteren Aufschluss gibt uns die chemische Analyse des Futtermittels nicht.

Wollen wir weiter die Nährwirkung eines Futtermittels feststellen, so müssen wir seine Verdaulichkeit prüfen. Das kann nur geschehen durch Verdauungsversuche an bestimmten Thieren. Der Verdauungsversuch gibt uns Aufschluss über zweierlei: über das Verdauungsvermögen des Thieres, und über die Verdaulichkeit des Futters, was wohl zu unterscheiden ist!

Wenn dasselbe Futtermittel von zwei Thieren zu gleicher Zeit, oder von einem Thiere zu verschiedener Zeit, ungleich verdaut wird, so sagen wir: das Verdauungsvermögen der Thiere (oder des einen Thieres zu verschiedener Zeit) ist verschieden für das fragliche Futtermittel. Wenn aber ein gleichartiges Futtermittel in verschiedenen physikalischen Zuständen (z. B. Grünklee vom Nordabhange und vom Südabhange eines Berges, oder im früheren und im späteren Zustande der Entwicklung) von dem nämlichen Thiere (gleichzeitig oder in einer beschränkten Frist) ungleich verdaut wird, so sagen wir: die Verdaulichkeit des Futtermittels ist verschieden.

Die Verdaulichkeit der Futtermittel in Beziehung zum Verdauungsvermögen der Thiere lässt sich für verschiedene Thierarten im Allgemeinen wohl feststellen, nicht aber bei der nämlichen Thierart, oder bei der nämlichen Thierrasse. Wir können im Allgemeinen sagen, dass z. B. das Futtermittel „Heu" von den Wiederkäuern besser verdaut wird, als vom Pferde und Schweine; aber wir sind nicht im Stande von vornherein den Grad der Verdaulichkeit bei einem einzelnen Wiederkäuer, oder auch nur bei einer Rinderrasse, oder einer Schafrasse festzustellen. Das ungleiche Verdauungsvermögen für Heu beruht beim Pferde und Rinde auf so groben Verschiedenheiten in der Organisation des Verdauungsapparates, dass die Grenzen des Verdauungsvermögens für Heu bei Pferd und Rind niemals zusammenfallen. Dagegen sind die Bedingungen für die Verdauung des Heues im Organismus der Rinder, ohne sich in weiten Grenzen zu bewegen, doch so mannichfaltig, dass sich eine Voraussage oder eine allgemeine Feststellung des Verdaulichkeitsgrades von Heu nicht machen lässt.

Dagegen kann man ganz allgemein die Bedingungen feststellen für den Grad der Verdaulichkeit landwirthschaftlicher Futtermittel, insofern dieser abhängig ist von den Entwicklungszuständen der Pflanze und von gewissen Einflüssen der Aussenwelt. Wenn eine Pflanze überhaupt verdaulich ist, so ist sie im Allgemeinen in höherem Grade verdaulich, wenn sie jung ist; die Verdaulichkeit ist ferner grösser oder kleiner unter gewissen klimatischen und tellurischen Wachsthumsbedingungen, sowie unter gewissen von der Ernte- und Aufbewahrungsmethode abhängigen Bedingungen, die wir in den folgenden Paragraphen kennen lernen werden.

Die gleichen Nahrungsstoffe haben, wenn sie in das Blut der Thiere aufgenommen sind, eine ganz verschiedenartige Wirkung, je nach dem Ernährungszustande des Thieres. Das lehren uns vor Allem die Fütterungsversuche von Pettenkofer und Voit, mit denen wir uns im siebenundzwanzigsten Kapitel bekannt gemacht haben. Diese Beziehung eines Futtermittels, oder einer Nahrung, zum Ernährungszustande des Thieres verstehe ich unter „Ausnutzung des Futters"; sie ist im Wesentlichen abhängig von der Arbeit, beziehungsweise von den Stoffwechselvorgängen in den Zellen und Geweben des thierischen Organismus. Die verschiedenartigen Ursachen und Bedingungen dieser Stoffwechselvorgänge können wir zusammenfassen unter dem Begriffe des „Ausnutzungsvermögens" des Thieres. Die Ausnutzung des Futters ist also die Wirkung dieses Ausnutzungsvermögens.

Es ist die Aufgabe der landwirthschaftlichen Fütterungslehre: die Bedingungen festzustellen für die Nährwirkung der landwirthschaftlichen Futtermittel.

Im Verfolge dieser Aufgabe werden wir in den folgenden Paragraphen in Betracht ziehen:

a) den Nährstoffgehalt der landwirthschaftlichen Futtermittel;

b) die allgemeinen Bedingungen für die Verdaulichkeit der landwirthschaftlichen Futtermittel;

c) die Verdauung des Futters durch die landwirthschaftlichen Hausthiere;

d) die Ausnutzung und Nährwirkung des Futters, beziehungsweise die Erzeugung thierischer Leistungen durch Fütterung landwirthschaftlicher Hausthiere.

Die oben von mir bezeichnete Aufgabe der landwirthschaftlichen Fütterungslehre könnte vielleicht manchem praktischen Landwirthe zu beschränkt erscheinen, zumal die landwirthschaftliche Fütterungslehre Seitens einiger Agrikulturchemiker viel umfassender behandelt ist, und den Bedürfnissen der landwirthschaftlichen Praxis durch Aufstellung von Fütterungsregeln oder Fütterungsnormen unmittelbar gerecht zu werden sucht. Ich verkenne durchaus nicht den Nutzen, welchen Fütterungsnormen der landwirthschaftlichen Praxis bieten könnten, wenn sie allgemeine Gültigkeit hätten. Das ist aber nicht der Fall.

Alle für praktische Zwecke zusammengestellten Fütterungsnormen gehen aus von der Annahme eines mittleren Nährstoffgehaltes der Futtermittel, einer mittleren Verdaulichkeit derselben und einer mittleren Ausnutzung des Futters. Die Berechnung von Mittelzahlen für den Nährstoffgehalt, für die Verdaulichkeit und die Ausnutzung des Futters, hat allerdings einen grossen statistischen Werth, aber durchaus keinen für den Einzelfall

der Anwendung. Die Statistik kann uns z. B. mit grosser Sicherheit nachweisen, dass jährlich von allen Kühen eines Landes so und so viel Prozent männliche und weibliche Kälber geboren werden, dass jährlich so und so viel Prozent Kühe und Kälber erkranken und zu Grunde gehen. Kann der Landwirth aus solchen statistischen Mittelzahlen einen sicheren Schluss ziehen für den Einzelfall seiner Wirthschaft? Will er mit Hinblick auf die statistischen Mittelzahlen die Pflege seiner Kühe und Kälber vernachlässigen, weil ihm jene sagen, dass jährlich nur eine geringe Zahl derselben an Krankheiten zu Grunde geht? Oder will der Landwirth es unterlassen seine Gebäude und seine Erntevorräthe gegen Feuer zu versichern, weil ihm die statistischen Mittelzahlen nachweisen, dass in seinem Lande jährlich nicht einmal 1 Prozent davon durch Feuer zerstört wird?

Gerade so wie die statistischen Mittelzahlen, verhalten sich die Nährstoffzahlen und die sogenannten Verdauungskoëffizienten einiger Agrikulturchemiker, vor allem Emil Wolff's in Hohenheim. Eine eingehende Kritik der Wolff'schen Fütterungsnormen habe ich mitgetheilt in Fühling's landwirthschaftlicher Zeitung, 1876, Seite 833 und 881, und 1877, Seite 263. Aus dieser Kritik will ich nur folgende Sätze*) hier anführen.

Wolff hat in seiner „Ernährung der landwirthschaftlichen Nutzthiere" die „Verdauungskoëffizienten" verschiedener Futtermittel, wie sie sich aus den Fütterungsversuchen der agrikulturchemischen Versuchsstationen ergaben, zusammengestellt. Darnach enthielt z. B. die Trockensubstanz von dreiunddreissig Sorten Heu, Grummet und Gras von Wiesen im Mittel:

Eiweissstoffe	12·16	Prozent
Fettstoffe	3·42	„
Rohfaser	28·44	„
Stickstofffreie Extraktstoffe	47·76	„
Asche	8·22	„

Die mit diesen Futtermitteln ernährten Thiere (Ochsen, Kühe, Ziegen und Hammel) hatten davon im Mittel verdaut:

Eiweissstoffe	60·3	Prozent
Fettstoffe	47·8	„
Rohfaser	61·8	„
Extraktstoffe	66·2	„

Die dreiunddreissig Proben von Heu, Grummet und Gras, aus welchen Wolff die obige Durchschnittszahl berechnet hat, zeigen in ihrem Nährstoffbestande folgende prozentische Schwankungen:

Eiweissstoffe	7·1	bis	25·1
Rohfaser	17·4	„	37·0
Fett	1·6	„	5·9
Extraktstoffe	38·1	„	54·7
Asche	4·2	„	12·9

*) a. a. O. 1876, Seite 882 u. f.

Setzen wir die gefundene Minimalzahl jedes Nährstoffes = 100, so bekommen wir für die Mittelzahlen und für die Maximalzahlen folgende Verhältnisse:

Eiweissstoffe	100 : 171 : 354
Rohfaser	100 : 163 : 213
Fett	100 : 214 : 363
Extraktstoffe	100 : 125 : 144
Asche	100 : 196 : 307

Trotz dieser enormen Schwankungen in einer so geringen Anzahl von Untersuchungen, werden der landwirthschaftlichen Praxis Mittelzahlen geboten und auf Grund derselben Futternormen empfohlen. Es handelt sich hier nur um den Nährstoffgehalt von gleichartigen Futtermitteln nach den besten Analysen, und wie gross sind doch die Schwankungen in den dreiunddreissig Fällen! Der Eiweissgehalt schwankt bis zu 254 Prozent, und die berechnete Mittelzahl ist um 71 Prozent grösser als die Minimalzahl, und um 206 Prozent kleiner als die Maximalzahl.

Es liegt in der Natur der Sache, dass die Durchschnittszahl als das wahrscheinliche Mittel aus differirenden Fällen, um so grösseren Wahrscheinlichkeitswerth erlangt, je grösser die Zahl der summirten Fälle ist. Die Fälle aber, die mit einander verglichen werden und die durch eine Durchschnittszahl einen gemeinsamen Ausdruck erhalten sollen, müssen vor Allem gleichartig sein. Es dürfen nur gleichartige Faktoren, beziehungsweise gleichartige Verhältnisse, in einer Durchschnittszahl ihren Ausdruck finden. Im vorliegenden Falle, wo Wolff aus nur dreiunddreissig Analysen von Heu, Grummet und Gras eine Durchschnittszahl berechnet hat, sind aber ganz verschiedenartige Faktoren zusammengeworfen worden. Die dreiunddreissig Fälle umfassen die Arbeiten von sieben Versuchsstationen, und das analysirte Futter ist auf ganz verschiedenartigen Böden, unter ganz verschiedenartigen klimatischen und Kulturverhältnissen gewachsen, es ist zu ganz verschiedenen Zeiten geerntet, unter ganz verschiedenen Witterungsverhältnissen gedörrt, und endlich von mindestens dreissig verschiedenen Chemikern innerhalb fünfzehn Jahren analysirt. Wie kann man so verschiedenartige Verhältnisse, die nur dreiunddreissig Fälle bilden, durch eine Durchschnittszahl zum Ausdrucke bringen? Und eine solche durch und durch haltlose Durchschnittszahl benutzen praktische Landwirthe als wahrscheinliches Mittel des Nährstoffgehaltes der in ihren Wirthschaften erzeugten Futtermittel!

In den dreiunddreissig Fällen, wo in den agrikulturchemischen Versuchsstationen Heu, Grummet und Gras von Wiesen auf ihren Nährstoffgehalt untersucht wurden, fand sich das berechnete Mittel z. B. an Eiweissstoffen niemals, und nur in drei Fällen näherte sich die gefundene Eiweisszahl auf etwa 1 Prozent Differenz der Mittelzahl. Also selbst wenn wir diese Differenz zulassen, so verhält sich die Wahrscheinlichkeit zur Unwahrscheinlichkeit der Mittelzahl wie 1 : 10.

Man könnte vielleicht geltend machen, dass die irrthümliche Annahme einer Nährstoffdurchschnittszahl nur geringe Bedeutung habe, weil es in der Praxis doch nicht darauf ankomme, wie viel Nährstoffe ein Futtermittel enthalte, sondern wie viel davon verdaut werde. Wir wollen auf diesen Einwand eingehen und nunmehr den von Wolff berechneten Durchschnittszahlen der Verdauungskoëffizienten der Futtermittel näher treten.

Die oben angeführten Mittelzahlen der durch Ochsen, Kühe, Ziegen und Hammel verdauten Antheile der eben besprochenen Futtermittel, umfassen ebenfalls nur dreiunddreissig Fälle mit zusammen vierundachtzig Einzelversuchen. Die Schwankungen aber betragen bei dem verdauten Antheil: der Eiweisssubstanz 38·9 bis 79·3 Prozent, der Rohfaser 44·6 bis 75·2 Prozent, des Fettes 8·5 bis 69 Prozent, der Extraktstoffe 48·0 bis 84·4 Prozent. Bezeichnen wir die Minimalzahlen mit 100, so ist das Verhältniss der Mittelzahlen und der Maximalzahlen folgendes:

Eiweisssubstanz	100 : 155 : 204
Rohfaser	100 : 139 : 169
Fett	100 : 562 : 820
Extraktstoffe	100 : 138 : 176

Die Mittelzahl des verdauten Antheiles der Eiweisssubstanzen übertrifft also die Minimalzahl um 55 Prozent und sie wird von der Maximalzahl um 32 Prozent übertroffen. Die Mittelzahl des verdauten Fettes übertrifft die Minimalzahl gar um 462 Prozent, und sie wird von der Maximalzahl übertroffen um 46 Prozent. Das sind doch recht ansehnliche Schwankungen, und die geringe Bedeutung der Durchschnittszahl bedarf wohl keiner weiteren Erörterung. Man kann nur die wunderbare Thatsache feststellen: dass Wolff in seinem neuen Werke auf Grund so verschiedener Verhältnisse, wie die ungleichartige Verdauungsthätigkeit von Ochsen, Kühen, Ziegen und Hammel, Durchschnittszahlen berechnet hat. Welches Unheil diese Zahlen in der landwirthschaftlichen Praxis anrichten werden, davon scheint Wolff sich keine Rechenschaft gegeben zu haben!

Es scheint wohl Jedem, der die Bedeutung von Durchschnittszahlen kennt, und der dieselben zu gebrauchen versteht, selbstverständlich: dass aus so verschiedenartigen Verhältnissen kein wahrscheinliches Mittel gezogen werden kann.

Gleich mir, hat auch Julius Kühn in der neuesten (siebenten) Auflage seines Buches „Die zweckmässigste Ernährung des Rindviehes“ (Seite 127 u. f.) die Wolff'schen Fütterungsnormen scharf verurtheilt. Kühn äussert sich (nachdem er durch einige Beispiele die verschiedene Verdaulichkeit der Futtermittel nachgewiesen hat) über die mittleren Verdauungskoëffizienten Wolff's wie folgt:

„Es liegt auf der Hand, dass bei so ausserordentlich grosser Verschiedenheit der Verdaulichkeit die aus den sämmtlichen Versuchsfütterungen berechneten Mittelzahlen (die mittleren Verdauungskoëffizienten) nur mit derselben Vorsicht Futterberechnungen zu Grunde gelegt werden dürfen, wie wir sie für die Benutzung der aus den chemischen Analysen gefundenen Mittelzahlen als unerlässlich nothwendig bezeichnen mussten. Dennoch nimmt Emil Wolff einfach die mittleren Verdauungskoëffizienten zum Anhalt, um aus jenen Mittelzahlen der Analysen die verdaulichen Bestandtheile der Futtermittel in einheitlichen Zahlen zu berechnen. Auf Grund dieses Verfahrens bietet er ferner in dem viel verbreiteten „Mentzel und v. Lengerke'schen Hülfs- und Schreibkalender auf das Jahr 1876“ und in demselben Kalender pro 1877 S. 63 den Landwirthen eine Tabelle dar, in welcher er „den prozentischen Gehalt an verdaulichen Bestandtheilen, also den eigentlichen Nährstoffgehalt angegeben hat, wie derselbe für eine Anzahl der wichtigeren Futtermittel nach direkten Versuchsresultaten, im Uebrigen auf dem Wege der Vergleichung annähernd berechnet werden konnte“. — Es kann Emil Wolff nicht unbekannt geblieben sein, wie diese Tabellen von den Land-

wirthen ohne alles Bedenken als einfache Rechnungsgrundlage benutzt werden — es sind ja auch die Zahlen derselben augenscheinlich zu solchem Zwecke ohne alle Reserve als neueste Errungenschaft der Wissenschaft mitgetheilt, ja es ist nach denselben sogar der Geldwerth (als einheitliche, ein- für allemal maassgebende Zahl!!) berechnet und auf diesen gestützt, wird selbst — horribile dictu — ein Heuwerth respektive Roggenwerth ausgeworfen! Da darf es nicht Wunder nehmen, wenn der Landwirth glaubt, wenigstens bei den „wichtigeren Futtermitteln" den „eigentlichen Nährstoffgehalt", berechnet „nach den direkten Versuchsresultaten", zum ohnfehlbar sicheren Anhalt zu haben. Und doch bilden die Zahlen jener Kalendertabelle thatsächlich eine äusserst unsichere Grundlage für den Zweck, für welchen sie dargeboten werden." —

„Mit Hilfe jenes sehr problematischen mittleren Verdauungskoëffizienten berechnet nun Emil Wolff aus der Mittelzahl des Rohproteïns ($100 : 36 = 4 : x$) den Gehalt des Haferstrohes*) an verdaulichen Proteïn zu 1·4 Prozent und bietet diese nach der Methode ihrer Herleitung völlig werthlose Zahl den Landwirthen zur allgemeinen Benutzung für all ihre Futterberechnungen dar, in denen Haferstroh zur Berücksichtigung kommt. Wenn dies wirklich das Endergebniss der Forschung wäre, dann dürfte der blosse Empiriker „in seinem dunklen Drange" des rechten Weges sich wohl besser bewusst sein und sicherer zu einem guten Ziele gelangen, als der mit solcher Leuchte der Wissenschaft Beglückte!" —

Neben der speziellen Fütterungslehre für Rindvieh in vorerwähntem Buche, ist für die allgemeine Fütterungslehre zu empfehlen: Th. v. Gohren „Die Naturgesetze der Fütterung der landwirthschaftlichen Hausthiere", Leipzig 1872, und H. Settegast „Die landw. Fütterungslehre", Breslau 1872.

a) Der Nährstoffgehalt der landwirthschaftlichen Futtermittel.

§. 310. *Die den Nährstoffgehalt der landwirthschaftlichen Futtermittel beeinflussenden Umstände.*

Der Nährstoffgehalt eines Futtermittels ist niemals beständig, er kann demnach auch nicht durch eine beständige Zahl ausgedrückt werden. Vom Anfange ihrer Entwicklung bis zur Frucht- oder Samenreife verändert sich der Nährstoffgehalt der Pflanze fortwährend. Aber auch nach der Ernte bleibt der Nährstoffgehalt der landwirthschaftlichen Futterstoffe nicht beständig, selbst wenn die günstigsten Bedingungen für die Aufbewahrung obwalten. Es ist daher unmöglich den Nährstoffgehalt einer einzigen Futterpflanze durch eine beständige Zahl zu bezeichnen, geschweige

*) Als Beispiel führt Kühn die von Wolff berechneten Mittelzahlen von Haferstroh an.

denn eine solche Zahl für die gleiche Art der Futterpflanze festzustellen. Der Nährstoffgehalt eines einzigen Grases verändert sich fortwährend; wie sollte es da möglich sein den Nährstoffgehalt der Gräser durch eine Mittelzahl zum Ausdrucke zu bringen?

So werthlos demnach alle Mittelzahlen für die Beurtheilung des Nährstoffgehaltes der landwirthschaftlichen Futterpflanzen erscheinen, so werthvoll ist es für die landwirthschaftliche Praxis, wenn ihr die Minimal- und Maximalzahlen derselben geboten werden; sie bezeichnen die äussersten Grenzen des Nährstoffgehaltes, zwischen welchen die wahrscheinliche Mittelzahl durch Schätzung, beziehungsweise durch Beurtheilung der den Nährstoffgehalt begünstigenden oder schädigenden Bedingungen, für den Einzelfall festzustellen ist.

Innerhalb der Grenzen der Minimal- und Maximalzahlen wird der Nährstoffgehalt der landwirthschaftlichen Futtermittel beeinflusst: 1. durch die verschiedenen Entwicklungszustände der Pflanze, 2. durch die Vertheilung der Nährstoffe in den einzelnen Pflanzentheilen, 3. durch die Einwirkung des Lichtes während des Wachsthumes, 4. durch die Beschaffenheit des Bodens, 5. durch die Düngung, 6. durch die Jahreswitterung, 7. durch die Erntewitterung, 8. durch die Aufbewahrungsmethode.

1. Der Einfluss der verschiedenen Entwicklungszustände der Futterpflanze betrifft hauptsächlich den Bestand an Eiweiss und Mineralstoffen, sowie an Holzfaser; junge Pflanzen sind im Allgemeinen reicher an Eiweiss und Mineralstoffen, dagegen nimmt bei fortschreitender Entwicklung ihr Holzfasergehalt zu.

Nach einer Untersuchung von Ritthausen in Möckern (vom Jahre 1854) waren in 100 Theilen heutrockner Luzerne enthalten:

	am 24. April	am 22. Mai	am 3. Juli
Wasser	16·7	16·7	16·7
Asche	8·6	9·7	7·2
Rohfaser	18·3	22·6	40·4
Eiweisssubstanz	28·7	21·9	14·8
Sonstige Nährstoffe	27·7	29·1	20·9

Richard Deetz*) hat das englische Raigras (Lolium perenne) in sieben verschiedenen Stadien der Entwicklung untersucht, nämlich I. am 6. Mai, II. am

*) Journ. f. Landw. 1873, S. 57.

25. bis 27. Mai, III. am 10. Juni, IV. am 24. Juni, V. am 10. Juli, VI. am 22. Juli, VII. am 5. August. Das Ergebniss seiner Untersuchung zeigt folgende Tabelle.

Tabelle LXIV. Nährstoffgehalt von 1000 Theilen englischen Raigrases in verschiedenen Entwicklungsstadien.

Nährstoffe	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.
Wasser	812·331	835·123	829·522	824·408	822·464	769·705	748·790
Trockensubstanz . .	187·669	164·877	170·478	175·592	177·536	230·195	251·210
Stickstofffreie Stoffe	365·145	457·523	483·317	487·378	389·332	431·970	483·099
Rohfaser	177·133	214·409	224·245	236·203	325·133	286·160	297·022
Fettsubstanzen . . .	62·094	39·275	31·482	36·741	34·725	30·326	28·906
Eiweissstoffe	279·081	160·125	148·218	127·850	119·731	124·750	77·975
Mineralbestandtheile	116·547	128·668	113·137	111·828	131·079	126·854	112·998

Ludw. Rissmüller *) hat den wechselnden Nährstoffgehalt frischer Buchenblätter in den Monaten Mai bis November untersucht; das Ergebniss zeigt nachstehende Tabelle.

Tabelle LXV. Nährstoffgehalt von 1000 Theilen frischer Buchenblätter.

Nährstoffe	Mai	Juni	Juli	August	Septbr.	Oktob.	Novemb.
Wasser	766·5	597·9	563·6	492·6	525·8	496·3	494·5
Trockensubstanz	233·5	402·1	436·4	507·4	474·2	403·7	455·5
1000 Theile Trockensubstanz gaben:							
Rohfaser	144·60	209·70	219·60	220·90	214·40	202·50	255·20
Stickstofffreie Extraktstoffe.	502·60	524·73	494·58	489·58	505·08	504·10	493·08
Fett.	23·60	24·20	18·20	20·10	48·40	55·40	49·40
Eiweisskörper	282·50	189·37	193·12	178·12	143·12	120·00	78·12
Asche.	46·70	52·00	74·50	90·30	89·00	108·00	114·20

2. Die Vertheilung der Nährstoffe in der Pflanze ist in den verschiedenen Perioden ihres Wachsthumes verschieden; bald sind die Blätter, bald die Stengel, bald die Blüthen reicher an gewissen Nährstoffen. Als Beispiel führe ich an die Vertheilung

*) Landw. Versuchsst. XVII. 17.

der Mineralstoffe und des Stickstoffes in der Rothkleepflanze in den verschiedenen Perioden ihres Wachsthumes, nach R. Ulbricht*) und die Vertheilung der wichtigsten Baustoffe in der Kartoffelpflanze nach Chr. Kellermann.**)

Die Bestandtheile des Rothklee's in wasserfreiem Zustande verhalten sich wie folgt:***)

1. Am ärmsten an Stickstoff sind die Stengel, am reichsten die Blätter und, zur Zeit der Reife, die Blüthen.

3. Die Blüthen ausgeschlossen, nehmen alle Organe zur Reife hin an Stickstoff ab.

3. In der ganz jungen Pflanze gehört den Blattstielen der grösste Gehalt an Mineralstoffen; zur Zeit der Stengelbildung ist die Vertheilung derselben über die Organe in den verschiedenen Schnitten eine sehr schwankende.

4. Mit zunehmendem Alter sinkt der Gehalt an Mineralstoffen in der ganzen Pflanze, den Stengeln, Blattstielen und Blüthen; die Blätter werden daran reicher.

5. Das Kali tritt am reichlichsten in den Stengeln und Blattstielen auf, und in den Blüthen zur Zeit der Reife; die Blätter sind immer am ärmsten an Kali.

6. Stengel, Blattstiel und ganze Pflanze des ersten Schnittes sind reicher an Kali, als die des zweiten.

7. Die Bodenbeschaffenheit ist von bedeutendem Einflusse auf die Aufnahme des Kalis.

8. Der prozentische Gehalt der Kleeorgane an Kalkerde zeigt eine Steigerung in folgender Reihe: Stengel, Blüthe, Blattstiel, Blatt.

9. Zur Zeit der Reife ergibt sich für alle Organe der grösste Gehalt an Kalkerde.

10. Die prozentische Vertheilung der Phosphorsäure über die Kleepflanze schwankt. Der Stengel enthält die geringste, der Same die grösste Menge.

11. In der Jugend enthalten die Aschen der Blätter die grösste Menge Phosphorsäure, zur Blüthezeit dagegen sind die Aschen dieses Organes, sowie der Stengel und Blattstiele im Phosphorsäuregehalte wenig verschieden, erheblich reicher daran aber jetzt die der Blüthen.

12. Stickstoff und Mineralstoffe, beziehungsweise Alkalien und alkalische Erden werden in bestimmten Verhältnissen assimilirt, die verschieden sind in den verschiedenen Organen und nach deren Alter, welche aber nur wenig modifizirt werden durch die Verschiedenheit der Böden, auf denen die Kleepflanze gewachsen ist und nicht erheblich davon abzuhangen scheinen, ob die Pflanze dem ersten oder zweiten Schnitte angehört.

13. In der unreifen Pflanze ist das Verhältniss des Stickstoffes zur Phosphorsäure am grössten in den Blättern, zur Zeit der Reife aber in den Stengeln.

---

*) Landw. Versuchsst. III. 241 und IV. 1.

**) Landw. Jahrbücher, Berlin 1877, 647.

***) Ich entnehme der Untersuchung von Ulbricht nur die für die Fütterungslehre wichtigsten Sätze.

14. Das absolute Maximum der Aufnahme von Mineralstoffen, Kali und Phosphorsäure in die Stengel fällt in die Blütheperiode, von wo ab diese Körper zum Theil wieder austreten und beim Aufbau des Samens thätig sind. Kalkerde, Talkerde und Stickstoff werden vom Stengel bis zur Reife hin aufgenommen. — Mit zunehmender Reife wird die Blüthe an allen den ebengenannten Stoffen absolut reicher.

Nach Kellermann zeigte die ganze Kartoffelpflanze während der ganzen Vegetation (von einer einzigen Schwankung abgesehen) eine Zunahme im Zellulosegehalt. Eine mehr oder weniger regelmässige Zunahme und schliesslich Abnahme weisen auf: die Phosphorsäure, welche bis zur fünften Woche (nach der Aussaat), die Asche, welche bis zur neunten Woche zunimmt, sowie Kali und Kalk, welche in der achten Woche ihr Maximum erreichen. Das Fett nimmt ziemlich regelmässig während der ganzen Vegetationszeit zu. Die stickstofffreien Extraktstoffe nehmen von der ersten bis zur achten Woche ab, von da an in geringerem Maasse wieder zu. Im Anfange ihrer Entwicklung erzeugt die Pflanze eine verhältnissmässig grosse Menge von Eiweisskörpern.

3. Durch die Einwirkung des Lichtes werden nach Hermann Karsten*) an der Pflanze mehr Blätter und weniger Internodien erzeugt. In seinen Untersuchungen zeigten die in einem vollkommen verfinsterten Zimmer aufgezogenen Schminkbohnen stets einen höheren Prozentgehalt an Eiweisskörpern, und einen geringeren an unbestimmten Stoffen (stickstofffreie Extraktstoffe, mit Ausnahme der in Zucker umwandelbaren Stärke). Karsten folgert aus dieser Thatsache: dass die Eiweisskörper durch eine oder vielleicht auch mehrere Verbindungen, die noch unbekannt sind, hierdurch in Stärke, Zucker und schliesslich in Zellulose überzugehen vermögen. Der erste Schritt zu diesem Uebergange bedarf nach Karsten ganz wesentlich der Mithülfe des Lichtes, während die letzten Schritte vollständig, vielleicht sogar noch günstiger im Finstern verlaufen können. Es kann nach Annahme dieses Satzes, meint Karsten, nicht im Mindesten auffallen, dass eine grössere Produktion an Zellulose bei den im Finstern wachsenden Pflanzen und dem entsprechend ein grösserer Verbrauch an unbestimmbarer Substanz, Stärke, Gummi, Zucker, ja auch an Fett stattgefunden hat.

4. Die Beschaffenheit des Bodens äussert nach E. Wolff**) einen deutlichen Einfluss auf diejenigen Futterpflanzen, welche in einem sehr saftigen Zustande geerntet werden: also auf die Kartoffeln, die Rüben und alle grünen Gräser und

*) Landw. Versuchsst. XIII. 176.

**) „Die landw. Fütterungslehre.“ Stuttgart 1861, 325.

Kräuter. Im Allgemeinen kann man annehmen, dass ein sandig-lehmiger Boden mit durchlassendem Untergrunde, also ein Boden welcher der Luft freien Zutritt gestattet und an der Sonne sich leicht erwärmt, bei sonst richtiger Behandlung, das qualitativ beste Futter liefert. Ein nasser, kalter und undurchlassender Boden dagegen erzeugt wohl oft eine reichliche Menge von Gras und Heu, dieses ist aber schwammig, grobfaserig und arm an Eiweissstoffen und daher von geringer Nährkraft.

Nach Henneberg*) fällt der höhere Magnesiagehalt des Klees mit höherem Magnesiagehalte des Bodens zusammen; umgekehrt treten die Alkalien im Klee umsomehr zurück, je reicher der Boden daran ist. Den Kieselerde-, Kalk- und Alkaligehalt von Roggenstroh fand Henneberg in Proportion stehend mit dem Gehalte des Bodens.

5. Der Einfluss der Düngung auf den Nährstoffgehalt der Futterpflanzen ist durch zahlreiche Untersuchungen nachgewiesen worden, von denen wir nur die folgenden beispielsweise anführen wollen.

Lawes und Gilbert**) fanden (bei jeder Düngungsweise im Mittel aus dreizehn einzelnen Versuchen, die auf einem und demselben Boden angestellt waren):

	Turnipsrüben			Turnipsblätter	
	Trockensubstanz in Proz.	In der Trockensubstanz Stickstoff in Proz.	In der Trockensubstanz Asche in Proz.	Trockensubstanz in Proz.	Asche in der Trockensubstanz in Proz.
Reine Mineraldüngung . . .	8·34	1·52	6·99	13·73	9·52
desgl. und Rapskuchen . .	7·97	1·91	7·21	—	—
desgl. und Ammoniaksalze	7·41	2·86	8·24	13·31	9·49
desgl., Ammoniaksalze und Rapskuchen	7·48	2·33	8·08	12·87	9·72

Nach Grouven enthielt die auf gleichem Boden kultivirte Kartoffel im Mittel aus sieben Analysen in 100 Theilen:

	Wasser	Eiweissstoffe	Stärkmehl	Fett	Holzfaser	Sonstige organ. Stoffe	Asche
Mineralische Düngung . .	76·40	2·17	14·91	0·29	0·99	4·24	1·00
Stickstoffreiche „ . .	75·20	3·60	15·58	0·31	1·03	3·38	0·90

Peters***) fand in völlig trockenen Pflanzen an Eiweissstoffen:

	Stark gedüngt	Ungedüngt
von Luzerne	22·4 Proz.	16·8 Proz.
„ Inkarnatklee	19·6 „	14·6 „
„ engl. Raigras	16·2 „	12·3 „

*) Journ. f. Landw. 1861, 104.
**) Nach Wolff a. a. O. S. 327.
***) Nach Gohren a. a. O. S. 192.

Weiske*) untersuchte das Futter, welches auf einem schweren Thonboden in Proskau gewonnen wurde und das, neben einer geringen Beimengung von Rothklee, zum grössten Theile aus Thimothygras bestand.

Das Heu enthielt in Prozenten:

	von Stellen des Feldes, die sich im gewöhnlichen Düngungszustande befanden.	von Geilstellen desselben Feldes, auf denen durch den Harn der Weidethiere ein besonders üppiger Pflanzenwuchs erzeugt war.
Eiweissstoffe	11·00	20·28
Fettstoffe	4·18	4·80
Stickstofffreie Nährstoffe	56·24	41·30
Rohfaser	22·54	26·59
Asche	6·04	7·03

6. Der Einfluss der Jahreswitterung macht sich geltend während des Wachsthumes. Jede Pflanze bedarf zu ihrer Ausbildung, beziehungsweise zu ihrer Reife, einer bestimmten Wärmesumme. Ein Mangel an Wärme beeinträchtigt ihr Wachsthum, sowie die Aufnahme und Umbildung der organischen Substanz; daher sind in kalten Jahren die Kartoffeln und die Körner ärmer an Stärkmehl, die Rüben ärmer an Zucker. In der Regel sind in warmen Jahren die Pflanzen reicher an Eiweissstoffen. Stöckhardt fand in dem nasskalten Jahre 1851 in den Haferkörnern nur 7 Prozent Eiweissstoffe, in dem warmen Jahre 1852 aber 12 Prozent; 1851 enthielt das Haferstroh 2 Prozent, 1853 aber 3·5 Prozent Eiweissstoffe.

In dürren Jahren ist beim Getreide stets das Stroh verhältnissmässig reicher, das Korn verhältnissmässig ärmer an Nährstoffen. Dies erklärt sich daraus, dass schon mehrere Wochen vor der Reife der Körner, von der Pflanze keine Nährstoffe mehr aus dem Boden aufgenommen werden; die Ausbildung der Körner geschieht auf Kosten der Stengel und Blätter. Wird durch anhaltende Dürre verhindert, dass die in den unteren Pflanzentheilen aufgespeicherten, für die Ausbildung der Körner bestimmten Nährstoffe diesen zufliessen, so bleiben dieselben im Stroh zurück, wodurch dieses einen höheren Nährwerth erhält (v. Gohren).

7. Durch ungünstige, beziehungsweise nasse Erntewitterung wird, abgesehen vom Verderben und Faulen der Futtermittel, der Nährstoffgehalt derselben durch Auswaschen verringert.

---

*) Nach Settegast „Die landw. Fütterungslehre". Breslau 1872, S. 89.

Den Unterschied im Nährstoffgehalte von gutem und beregnetem Kleeheu zeigt folgende Analyse von Stöckhardt und Ritthausen (nach v. Gohren):

	Gutes Kleeheu	Beregnetes Kleeheu	Verlust berechnet für 100 Heu
Wasser	16·00	16·03	—
Asche	8·04	7·50	3·0
Holzfaser	25·25	37·24	—
Eiweisssubstanz	14·59	15·85	3·8
Kohlehydrat	36·12	23·38	20·6
	100·00	100·00	27·4

Isidore Pierre*) übergoss gutes Wiesenheu mehrmals mit kaltem Wasser, er presste die feuchte Masse aus und ermittelte die Menge der im Heu und in dem Wasserauszuge enthaltenen Bestandtheile:

	Trockensubstanz	Eiweissstoffe	Asche	Phosphorsäure	Natron	Kali
Gutes Heu in 100 Theilen	80·10	8·75	6·90	0·444	1·595	1·253
Wasserauszug	16·57	2·20	4·04	0·270	1·480	1·120

8. Der Einfluss der Aufbewahrung betrifft hauptsächlich den Stickstoffgehalt der Futtermittel, der mit der Zeit abnimmt. Gohren meint, dass dieser Vorgang wahrscheinlich als ein langsamer Verwesungsprozess anzusehen sei, denn es werden dabei Kohlensäure und Wasser gebildet.

Ein von Peters angestellter Versuch mit zwei Heusorten ergab:

	I.	II.
Stickstoffgehalt	1·81 Proz.	1·48 Proz.
Zwei Jahre später	1·68 „	1·38 „

Der verloren gegangene Stickstoff hatte in der Form von freiem Stickstoff sich verflüchtigt. Ammoniak war nicht gebildet worden. In derselben Weise lässt sich auch bei Stroh und Getreidekörnern ein Stickstoffverlust bei längerer Aufbewahrung nachweisen (v. Gohren):

§. 311. *Charakteristik der landwirthschaftlichen Futtermittel.*

(Hierzu Tafel XXXIX bis XLII.)

Wir können die landwirthschaftlichen Futtermittel in folgende Gruppen zusammenfassen: 1. Grünfutter, 2. Rauhfutter, 3. Wurzelfutter, 4. Körnerfutter, 5. Rückstände technischer Gewerbe, 6. animalische Futtermittel, 7. Tränkwasser.

1. Das Grünfutter ist das naturgemässeste Futter der Wiederkäuer und, bei ausreichendem Nährstoffgehalte, auch der

*) Nach E. Wolff „Die landw. Fütterungslehre“, S. 331.

jungen Pferde. Es enthält viel Wasser, aber seine Trockensubstanz ist verhältnissmässig reich an Eiweisskörpern, namentlich in jungem Zustande. Je älter das Grünfutter wird, desto mehr nimmt sein Gehalt an Holzfaser zu und an Eiweisskörpern ab. Das an Eiweisskörpern reichste und nahrhafteste Grünfutter umfasst folgende Gräser und Kräuter (in absteigender Reihenfolge):

Luzerne, Medicago sativa.
Die Kleearten, Trifolium pratense, hybridum, repens u. a.
Bärenwurz, Meum mutellina.
Thaumantel, Alchemilla vulgaris.
Die Wegericharten, Plantago alpina, lanceolata u. a.
Italienisches Raigras, Lolium italicum.
Esparsette, Onobrychis sativa.
Kümmel, Carum carvi.
Thimothygras, Phleum pratense.
Gemeines Kammgras, Cynosurus cristatus.
Gemeines Knaulgras, Dactylis glomerata.
Wiesenfuchsschwanz, Alopecurus pratensis.
Englisches Raigras, Lolium perenne.
Französisches Raigras, Avena elatior.
Goldhafer, Avena flavescens.
Die Fuchsschwanzarten, Alopecurus geniculatus et pratensis.
Die Schwingelarten, Festuca pratensis, ovina u. a.
Wiesengerste, Hordeum pratense.
Die Rispengräser, Poa alpina, nemoralis, annua, pratensis, serotina u. a.

2. Das sogenannte Rauhfutter umfasst die verschiedenen Arten von Heu, von Stroh und von Spreu. Es ist sehr reich an Trockensubstanz und an Holzfaser. Am meisten Eiweissstoffe enthält das Heu von den eben genannten Gräsern und Kräutern; am wenigsten Eiweissstoffe finden sich in dem Stroh und der Spreu von Getreide.

3. Das Wurzelfutter ist arm an Trockensubstanz, die aber verhältnissmässig viel Stärkmehlkörper (Kartoffeln) und Zucker (Rüben) enthält. Die übrigen Nährstoffe treten im Wurzelfutter sehr zurück. Unter den Wurzelfrüchten besitzen die in frisch gedüngtem Boden gewachsenen Kartoffeln am meisten Eiweissstoffe (etwa 4 Prozent).

4. Das Körnerfutter ist ausgezeichnet durch hohen Gehalt an Trockensubstanz, die sehr reich an Stärkmehlkörpern und verhältnissmässig arm an Holzfaser ist. Am meisten Eiweissstoffe besitzen die Körner der Hülsenfrüchte, am meisten Fettstoffe die Körner der Oelfrüchte und unter den Getreidekörnern: Hafer und Mais; am meisten Stärkmehlkörper: die Getreidearten.

5. Die Rückstände der technischen Gewerbe lassen sich im Allgemeinen schwer kennzeichnen. Die festen Rückstände besitzen sämmtlich einen hohen Trockensubstanzgehalt und meistens auch einen hohen Gehalt an Eiweisskörpern. Am meisten Eiweisskörper enthalten die Oelkuchen, die auch zugleich die fettreichsten landwirthschaftlichen Futtermittel sind. An Eiweissgehalt werden die Oelkuchen nur noch von den festen animalischen Futtermitteln übertroffen. Die flüssigen Rückstände technischer Gewerbe sind sehr arm an Trockensubstanz; sämmtliche Nährstoffe sind in denselben nur in geringer Menge vertreten; verhältnissmässig am reichsten (gegen 2 Prozent) an Eiweissstoffen sind die Schlempen von Mais und Roggen.

6. Unter den animalischen Futtermitteln für landwirthschaftliche Hausthiere unterscheiden wir flüssige und feste. Zu den ersteren gehören die Milch- und die Molkereiprodukte, zu den letzteren: der Fischguano und das amerikanische Fleischmehl (Fleischextraktrückstand); letzteres hat von allen für die Fütterung landwirthschaftlicher Hausthiere in Betracht kommenden Futtermitteln den höchsten Eiweissgehalt (gegen 75 Prozent).

7. Das Tränkwasser wirkt nicht bloss als Flüssigkeit, sondern auch durch seinen Gehalt an Mineralstoffen, der um so grösser ist, je länger das Wasser durch lösliche Gesteine hindurchsickert, oder über Felsmassen dahinströmt.

Wenn wir bei allen Gruppen von landwirthschaftlichen Futtermitteln drei Nährstoffgehaltstufen als viel, mittel und wenig unterscheiden wollen, so lassen sich dieselben übersichtlich ordnen wie in folgender Tabelle (in welcher sich die festen Nährstoffe auf den Trockensubstanzgehalt beziehen).

Tabelle LXVI. Nährstoffgehaltstufen der landwirthschaftlichen Futtermittel.

Futtermittel	Wasser	Trocken-substanz	Eiweiss-stoffe	Fett	Stickstoff-freie Extrakt-stoffe	Rohfaser	Mineral-stoffe
Grünfutter	viel	wenig	mittel	wenig	wenig	wenig	mittel
Heu.	wenig	viel	mittel	wenig	mittel	mittel bis viel	viel
Stroh und Spreu	wenig	viel	wenig	wenig	mittel	viel	viel
Wurzelfutter	viel	wenig	wenig	wenig	wenig bis mittel	wenig	wenig
Getreidekörner	wenig	viel	mittel	wenig bis mittel	viel	wenig	wenig bis mittel
Hülsenfruchtkörner . . .	wenig	viel	viel	wenig bis mittel	viel	wenig	wenig bis mittel
Oelfruchtkörner	wenig	viel	viel	viel	mittel	wenig	wenig bis mittel
Feste Rückstände } technischer Gewerbe	wenig	viel	viel	viel	mittel	wenig	mittel bis viel
Flüssige „ } technischer Gewerbe	viel	wenig	wenig	wenig	wenig	wenig	wenig
Flüssige } animalische	viel	wenig	mittel	mittel	mittel	—	wenig
Feste } Futtermittel	wenig	viel	viel	mittel	—	—	mittel

Den prozentischen Nährstoffgehalt der landwirthschaftlichen Futtermittel in Minimal- und Maximalzahlen habe ich in Tabelle LXXVIII und LXXIX am Schlusse dieses Werkes zusammengestellt.

Eine Uebersicht über den mittleren Nährstoffgehalt der wichtigsten landwirthschaftlichen Futtermittel geben die Tafeln XXXIX bis XLII. Diese Tafeln sollen dazu dienen: die Futtermittel bezüglich ihres Nährstoffgehaltes unter sich zu vergleichen, nicht aber um daraus Mittelzahlen für Futterrationen zu gewinnen. Die konzentrischen Kreise bezeichnen je 5 Prozent Nährstoffgehalt.

b) Die allgemeinen Bedingungen für die Verdaulichkeit der landwirthschaftlichen Futtermittel.

§. 312. Der Einfluss der verschiedenen Entwicklungszustände der Futterpflanze.

Junge Futterpflanzen sind (wie wir aus §. 310 wissen) nicht nur reicher an Stickstoff und an Mineralstoffen, sondern sie sind auch leichter verdaulich, als ältere Futterpflanzen. Dieser Einfluss des früheren Entwicklungszustandes zeigt sich namentlich

bei Gräsern und Futterkräutern, die in älterem Zustande reicher an Rohfaser und schwerer verdaulich werden.

Diese Thatsachen ergeben sich aus zahlreichen Fütterungsversuchen, von denen ich nur die folgenden als Beispiele auswähle.

Gustav Kühn*) hat die Verdaulichkeit des Rothklees in verschiedenen Entwicklungszuständen untersucht. Auf drei Parzellen eines gut bestandenen Kleefeldes wurde im Jahre 1869 der Klee zu drei Zeiten gemäht: I. am 20. Mai, als sich überall die grünen Blüthenköpfchen eben zeigten; II. am 7. Juni, als er gleichmässig in vollkommener Blüthe stand; III. am 20. Juni, als etwa zwei Drittel der Blüthenköpfe verdorrt waren.

Das sorgfältig getrocknete Kleeheu enthielt in 100 Trockensubstanz:

	Im Schnitt		
	I.	II.	III.
In Wasser lösl. stickstoffhalt. Bestandth.	5·57	3·82	3·75
„ „ unlösl. „ „	13·99	12·49	9·44
„ „ lösl. stickstofffreie Extraktst.	21·47	21·44	21·52
„ „ unlösl. „ „	21·05	23·51	26·85
Rohfaser	25·30	28·11	28·80
Fett	2·52	2·87	2·86
Mineralstoffe	10·10	7·76	6·78
	100·00	100·00	100·00

Das Kleeheu wurde an zwei Ochsen verfüttert, die davon in Prozenten des Futterbestandtheiles (im Mittel beider Thiere) verdauten:

	Vom Schnitt		
	I.	II.	III.
Trockensubstanz	61·1	58·5	54·3
Organische Substanz	64·6	61·0	56·8
Stickstoffhaltige Stoffe	70·9	65·0	58·8
Stickstofffreie Extraktstoffe	70·2	68·4	66·3
Rohfaser	50·6	46·6	39·8
Fett	58·0	64·4	60·2

E. Wolff**) verfütterte an zwei Hammel von derselben Wiese das Heu von drei Schnitten; der I. Schnitt am 24. April war so kurz, dass das Gras nur eben mit der Sense zu fassen war, der II. Schnitt am 13. Mai war vor der Blüthe, der III. Schnitt am 10. Juni zur Zeit der gewöhnlichen Heuernte genommen.

In 100 Trockensubstanz des Heues waren enthalten:

	Im Schnitt		
	I.	II.	III.
Eiweissstoffe	25·06	16·31	13·37
Rohfaser	18·10	17·36	26·41
Fett	5·88	5·38	4·43
Stickstofffreie Extraktstoffe	38·05	52·76	48·00
Reinasche	12·91	8·19	7·79

*) Amtsbl. f. d. landw. Ver. d. Königr. Sachsen. 1870. S. 90.

**) „Die Ernährung der landw. Nutzthiere." S. 110.

Das Heu wurde an zwei Hammel verfüttert, die davon in Prozenten des Futterbestandtheiles (im Mittel beider Thiere) verdauten:

	Vom Schnitt I.	II.	III.
Organische Substanz	75·4	78·4	70·9
Eiweissstoffe	79·2	71·7	69·6
Rohfaser	75·0	71·6	66·0
Fett	63·4	68·1	61·8
Stickstofffreie Extraktstoffe	75·0	83·7	74·8

Weiske hat gleichfalls den in Rede stehenden Einfluss durch sorgfältige Untersuchungen aufgeklärt, die wir, weil sie in näherer Beziehung stehen zur Frage der Fütterungsmethode, erst im nächsten Paragraphen in Betracht ziehen wollen.

§. 313. *Der Einfluss der Fütterungsmethoden.*

In landwirthschaftlichen Verhältnissen kommen folgende Fütterungsmethoden in Anwendung: 1. der Weidegang; 2. die Stallfütterung, die im Sommer entweder *a)* mit Grünfutter, oder *b)* mit Trockenfutter geschieht.

1. Der Weidegang ist die naturgemässeste und (vorausgesetzt dass die Weiden nicht sumpfig und mit schädlichen Futterpflanzen bestanden sind) auch die gesundeste Fütterungsmethode, die namentlich allem Jungvieh zu Theil werden sollte. Doch ganz abgesehen vom gesundheitspfleglichen Standpunkte, so bietet der Weidegang allen Hausthieren das verhältnissmässig nahrhafteste Futter, weil es denselben stets jung, beziehungsweise in frühem Entwicklungszustande zur Verfügung steht; wir wissen aber aus dem vorigen Paragraphen, dass das junge Futter nicht nur reicher an Eiweiss- und Mineralstoffen ist, sondern dass von diesen auch ein grösserer Antheil verdaut wird. Es ist also die Verdaulichkeit alles jungen Grünfutters grösser, als die des älteren, mehr verholzten Futters.

Der Weidegang kann ein freier oder ein beschränkter sein. Der grössere gesundheitspflegliche Vortheil (wegen der freien Bewegung) liegt wohl auf Seiten des freien Weideganges, aber der grössere wirthschaftliche Nutzen ist von dem beschränkten Weidegange zu erwarten, d. h. von dem sogenannten Tüdern. Das Tüdern, d. h. das Anpflocken des Viehes an fünf bis sechs Meter lange Stricke oder Ketten, ist vielfach üblich in Schleswig-Holstein (vorwiegend auf kleinem Grundbesitze). Durch

dieses Verfahren erspart man etwa ein Sechstel an Weidefläche; wo im freien Weidegange z. B. fünf Kühe sich füttern, da können durch Tüdern sechs Kühe ernährt werden. Hauptsächlich empfiehlt sich das Tüdern für kleinen Grundbesitz, dem umfriedete Weiden fehlen; durch das Tüdern kann selbst die kleinste Weidefläche ausgenutzt werden.*)

Die Nachtheile, die man dem Weidegange zur Last legt, sind: 1. eine zu eiweissreiche und daher verschwenderische Ernährung, 2. eine ungleichmässige Ernährung bei zu trockener, oder zu nasser Witterung, 3. eine Kraftverschwendung des Milch- und Mastviehes durch zu starke Bewegung, 4. eine Benachtheiligung des Weidevieches durch ungünstige Witterung, 5. Düngerverschwendung.

Den Nachtheil der zu eiweissreichen Ernährung werde ich später berücksichtigen, wenn die Ausnutzung und Nährwirkung des Futters in Betracht kommt.

Die ungleichmässige Ernährung bei zu trockener, oder zu nasser Witterung ist ein nicht bloss mit dem Weidegange verbundener Uebelstand, sondern er macht sich auch bei der Grünfütterung im Stalle geltend. Derselbe lässt sich beheben einerseits durch Trockenlegung (durch Drainage), andererseits durch zeitweilige Bewässerung der Weiden.

Die Kraftverschwendung des Milch- und Mastviehes lässt sich durch Tüdern vermindern; bei Milchvieh ist übrigens mässige Bewegung der Milchabsonderung förderlich; bei Mastvieh aber ist im Allgemeinen Stallfütterung vorzuziehen.

Die Benachtheiligung des Weideviehes durch ungünstige Witterung, insbesondere durch zu grosse Hitze und durch anhaltenden Regen, lässt sich theilweise beheben durch Anpflanzung von Bäumen und Hecken, unter und hinter denen die Thiere Schutz finden können. Genügt dieser Schutz nicht, so muss das Vieh zur Zeit der grössten Tageshitze, oder bei Regenwetter im Stalle gehalten werden. Die Unmöglichkeit jenen Schutz zu gewähren, ist übrigens das Einzige, was gegen das Tüdern auf freier Weide geltend gemacht werden kann.

Die Düngerverschwendung ist nur bezüglich der gleichmässigen Vertheilung des Düngers zuzugeben, insofern einige

*) Ueber das Verfahren beim Tüdern siehe meine „Beiträge zur landw. Thierzucht“, S. 263.

Stellen der Weide durch Koth und Harn des Weideviehes zu reichlich, andere gar nicht gedüngt werden. Ein eigentlicher Verlust aber kommt beim Harne gar nicht vor (während bei der Stallhaltung viel Harn verloren geht), und beim Kothe nur bezüglich seiner organischen Bestandtheile, die sich bei trockner Witterung verflüchtigen; die mineralischen Bestandtheile des Kothes gehen aber auch auf der Weide nicht verloren. Eine gleichmässige Vertheilung des Kothes der Weidethiere lässt sich übrigens beim Tüdern leicht bewerkstelligen, indem er (in etwas abgetrocknetem Zustande) auf den abgeweideten Stellen ausgebreitet wird.

2. Die Stallfütterung gestattet eine sparsamere Eintheilung des Futtervorrathes und eine den wirthschaftlichen Zwecken angemessene Zusammensetzung des Futters. Die Vortheile und Nachtheile der Stallfütterung gegenüber dem Weidegange kommen übrigens nur bei der Sommerfütterung in Frage, da die Stallfütterung im Winter (ausser in den Tropen) durch das Klima geboten ist. Für Arbeitsthiere und für Mastvieh verdient die Stallfütterung in der Regel den Vorzug, weil die ersteren intensiver, beziehungsweise in kürzerer Zeit gefuttert werden können, und die letzteren durch ruhigere Haltung das Futter besser ausnutzen.

Die Stallfütterung im Sommer kann vorwiegend mit Grünfutter, oder ausschliesslich mit Trockenfutter betrieben werden. Die Wiederkäuer erhalten im Sommer gewöhnlich vorwiegend Grünfutter; nur als Nachtfutter, oder bei nassem Grünfutter, reicht man ihnen Trockenfutter. Pferde, Zugochsen und Schweine erhalten Grünfutter gewöhnlich nur als Beifutter.*) In neuerer Zeit aber ist die ausschliessliche Trockenfütterung auch bei Wiederkäuern, insbesondere bei Milchkühen empfohlen worden, weil dadurch angeblich eine gleichmässigere und sparsamere Fütterung erzielt werden soll.**)

---

*) Das Grünfutter als Beifutter dient theils zur Ernährung, theils zur Erfüllung eines diätetischen Zweckes, nämlich zur Blutverdünnung und zur Beförderung der Kothentleerung.

**) Die Trockenfütterung im Sommer wurde neuerdings durch Ad. Krämer empfohlen (in Fühling's landw. Zeitung 1865, S. 404); sie war aber schon zu Vater Thaer's Zeiten in Uebung, und er hat sich in seinen „Grundsätzen der ration. Landw.", 1812, IV, §. 45 entschieden dagegen erklärt.

In Anerkennung der Thatsache, dass der Nährstoffgehalt und die Verdaulichkeit der Futterpflanze in ihren verschiedenen Entwicklungsstadien sich verändert, können wir die durch Trockenfütterung erzielte Gleichmässigkeit der Ernährung zugeben. Dieser Vortheil aber wird reichlich aufgewogen durch die wirthschaftlichen und physiologischen Nachtheile der Trockenfütterung im Sommer.

Die wirthschaftlichen Nachtheile der Trockenfütterung ergeben sich aus dem vergrösserten Risiko: durch ungünstige Witterung bei der Heuwerbung und durch die Inanspruchnahme vieler Arbeitskräfte zu Zeiten, wo auch andere wirthschaftliche Arbeiten dringend nothwendig sind. Wenn der ganze Bedarf an Sommerfutter durch Heu gedeckt werden soll, so wird die erste Heuernte die Arbeitskräfte von den Hackfruchtarbeiten weit mehr abziehen, als es gewöhnlich der Fall ist, wo nur das Heu für die Winterfütterung geworben wird; die zweite, beziehungsweise die dritte Heuernte, aber fällt gewöhnlich mit den Ernte- und Herbstsaatarbeiten zusammen. Die tägliche Arbeit der Grünfutterwerbung wird dagegen gewöhnlich von den Viehwärtern besorgt, ohne Benachtheiligung der übrigen Feldarbeiten.

Die physiologischen Nachtheile der Sommertrockenfütterung ergeben sich aus der geringeren Verdaulichkeit des Heues (siehe unten den Versuch von G. Kühn), die bei ungünstiger Werbung um so mehr nach abwärts sich vergrössert. Das Heu leidet viel mehr durch ungünstige Witterung als das Grünfutter; aus jenem gehen dadurch, wie wir aus §. 310, 7 wissen, gerade die werthvollsten Nährstoffe verloren. Auch verliert das Heu durch längere Aufbewahrung an seinem Nährstoffgehalte und an seiner Verdaulichkeit (siehe §. 314). Dagegen lässt sich die gleichmässige Ernährung durch Grünfutter wohl durch Zugabe von Trockenfutter (sei es zur Verminderung des zu grossen Wassergehaltes des Grünfutters, sei es zur Verminderung seines zu grossen Eiweissgehaltes) herbeiführen.

Die Grünfütterung, und zwar sowohl im Stalle, wie auf der Weide (hier im höheren Grade) ist für die Milcherzeugung entschieden günstiger, als die Trockenfütterung; bei Grünfutter wird nicht nur mehr, sondern auch bessere Milch gewonnen und daraus ein besseres Fabrikat erzeugt.

Ueber den Einfluss von Grün- und von Trockenfutter auf den Milchertrag äussert sich B. Martiny (Milchzeitung 1874, S. 847) wie folgt:

„Bei Grünfutter wird mehr und bessere Milch gewonnen als bei Trockenfutter. Diese Thatsache gilt nicht nur, wie von Vertretern der Trockenfütterung behauptet wird, von denjenigen Wirthschaften, in denen eine dürftige Winter- von einer verschwenderischen Grünfütterung gefolgt sei, sondern sie wiederholt sich allemal auch in den Wirthschaften mit reichster Winterfütterung. Mag letztere noch so intensiv, und vielleicht aus gutem Heu, Rüben, Oelkuchen, Kleie oder Schrot zusammengesetzt sein, sobald an Stelle des Heus Grünfutter tritt, mehrt sich der Ertrag und verfeinert sich die Qualität der Milch. Auf diese Erfahrung gründet sich die in manchen Ländern, z. B. im Algäu, übliche Praxis, die Kühe im Herbst kalben zu lassen, so dass der frischmilchende Zustand derselben auch im Winter bei Heu einen hohen Milchertrag gewinnen lässt, im Frühjahre aber, wenn gegen Beginn desselben der Milchertrag nachlässt, das Eintreten der Grünfütterung den Ertrag wieder hebt, die Kühe, wie man sagt, wieder aufmilchen. Es gründet sich ferner darauf der Feinheits- und infolgedessen Werthsunterschied zwischen Butter und Käse sommerlichen und winterlichen Ursprungs. Mag auch der Gehalt der Milch an Trockensubstanz bei Grünfütterung vielleicht etwas geringer sein, als bei Trockenfütterung, so gewinnt doch die Milch durch jene eine feinere, heute durch die chemische Analyse noch nicht nachweisbare Beschaffenheit der Trockensubstanz, welche der Butter oder dem Käse aus solcher Milch eine Farbe und einen Wohlgeschmack verleihen, die bei keiner Trockenfütterung erzielt werden können. Die Bereitung feinerer Käsesorten, wie des Cheddar, Chester, Emmenthaler, Edamer (Graskäse), Brie (fromage de saison) etc. ist deshalb ausschliesslich auf den Sommer beschränkt und der Liebhaber des eigenthümlichen feinen pikanten Geschmackes der sogenannten Klee- oder Grasbutter wird solche stets von Butter zu unterscheiden wissen, die bei Trockenfutter gewonnen wurde, auch wenn man letztere in der Farbe künstlich noch so täuschend jener nachgeahmt hätte."

Den Einfluss von Grün- und von Trockenfütterung auf den Milchertrag studirte Werner*) in einem Versuche, welcher aus zwei Abschnitten von je neun Tagen bestand, die sich mit einer Vorfütterung von je sieben Tagen einander unmittelbar folgten. In dem ersten Abschnitte kamen bestimmte Gewichtsmengen üppigen Rothklees zur Verfütterung, von denen täglich die Hälfte abgenommen und sorgfältig auf Kleepyramiden zu Heu gemacht wurde. Dem Klee wurde Haferstroh in allmälig abnehmender Menge beigefüttert. Zu dem Versuche diente der gesammte Milchviehstand von einem Stier und zwanzig Kühen.

Die Milchmenge bei		Der Gehalt der Milch bei				Die Lebendgewicht-Zunahme bei	
		Grünfutter an		Trockenfutter an			
Grünfutter	Trockenfutter	Trockensubstanz	Fett	Trockensubstanz	Fett	Grünfutter	Trockenfutter
Kilo	Kilo	Proz.	Proz.	Proz.	Proz.	Kilo	Kilo
2155	1619	11·04	2·8	11·48	3·40	40·0	192·5

Die unabhängig von der Fütterung, infolge längerer Melkungsdauer eintretende Verminderung des Milchertrages berechnete sich aus den durch den Versuch selbst gegebenen Anhaltspunkten auf 1619 Kilo Milch. Diese dem wirklichen

*) Zeitschr. d. landw. Ver. Rheinpreussen 1872, Nr. 8.

Milchertrage hinzugerechnet und von der Lebendgewichtzunahme im Verhältnisse von 10 Kilo Milch = 1 Kilo Lebendgewicht in Abzug gebracht, haben erzeugt:

10440 Kilo Grünklee + 711 Kilo Haferstroh
2155 Kilo Milch (mit 11·04 Proz. Trockensubstanz und 2·8 Proz. Fett) und 40 Kilo Lebendgewicht;

und 2085 Kilo gleichwerthiges Kleeheu + 711 Kilo Haferstroh:
1744 Kilo Milch (mit 11·48 Proz. Trockensubstanz und 3·4 Proz. Fett) und 30·6 Kilo Lebendgewicht.

Auf die berechnete Trockensubstanz des Futters bezogen, haben 100 Kilo Trockensubstanz geliefert:

an Milchmenge bei		an Gehalt der Milch bei				an Lebendgewicht bei	
Grünfutter	Trockenfutter	Grünfutter		Trockenfutter		Grünfutter	Trockenfutter
		Trockensubstanz	Fett	Trockensubstanz	Fett		
Kilo	Kilo	Proz.	Proz.	Proz.	Proz.	Kilo	Kilo
91	74	10·37	2·55	8·5	2·52	1·7	1·3

Die grössere Verdaulichkeit des Grünfutters gegenüber dem Trockenfutter, ist durch G. Kühn*) nachgewiesen worden. Er futterte in den Jahren 1868 und 1870 an zwei Ochsen in der ersten Versuchsperiode grünen Rothklee und grüne Luzerne, in der zweiten Versuchsperiode die nämlichen Futtermittel getrocknet. Die Ochsen verdauten (im Mittel beider) in Prozenten des Futterbestandtheiles:

	Grün	Trocken	mehr verdaut vom Grünfutter
1868 vom Rothklee:			
Trockensubstanz	66·4	64·1	2·3
Organische Substanz	71·2	66·5	4·7
Eiweissstoffe	72·5	69·8	2·7
Stickstofffreie Extraktstoffe	79·0	74·9	4·1
Fettartige Stoffe	75·2	72·8	2·4
Rohfaser	58·2	52·0	6·2
1870 vom Rothklee:			
Trockensubstanz	64·0	59·0	5·0
Organische Substanz	67·0	61·5	5·5
Eiweissstoffe	81·2	78·0	3·2
Stickstofffreie Extraktstoffe	76·0	70·4	5·6
Fettartige Stoffe	53·7	32·7	21·0
Rohfaser	44·6	42·0	2·6
1870 von Luzerne:			
Trockensubstanz	64·0	59·1	4·9
Organische Substanz	67·0	61·3	5·7
Eiweissstoffe	81·2	78·4	2·8
Stickstofffreie Extraktstoffe	76·0	70·6	5·4
Fettartige Stoffe	52·2	31·8	20·4
Rohfaser	44·6	38·9	5·7

Da das Heu von Rothklee und Luzerne zum Zwecke des Versuches mit besonderer Sorgfalt getrocknet war, so macht sich in der Praxis (wo diese Sorg-

*) Amtsbl. für die landw. Ver. des Königr. Sachsen 1869, S. 43, Landw. Versuchsstat. XIV, 414 und XVI, 81.

falt nicht anwendbar ist) die grössere Verdaulichkeit des Grünfutters noch weit mehr geltend, als in den Kühn'schen Versuchen.

Die überwiegende Mehrzahl der in physiologischen Fragen urtheilsfähigen Theoretiker *) und Praktiker spricht sich entschieden gegen die Trockenfütterung im Sommer aus. Doch ist nicht zu läugnen, dass die Grünfütterung im Stalle manche Uebelstände mit sich führt, die durch Trockenfütterung zwar wohl behoben werden können, an deren Stelle aber andere, mit der Trockenfütterung verbundene Uebelstände gesetzt werden. Die Frage: in welcher Weise im Sommer das Futter in sparsamster, d. h. in meist verdaulicher Weise verwerthet wird, bezieht sich meines Erachtens nicht mehr auf den Gegensatz von Grünfütterung und Trockenfütterung (denn diese Frage ist zu Gunsten der Grünfütterung unzweifelhaft entschieden), sondern auf den Gegensatz von Grünfütterung im Stalle und Grünfütterung auf der Weide, beziehungsweise auf die Frage: Weidegang oder Sommerstallfütterung?

Diese Frage ist, wenigstens so weit die Verdaulichkeit des abgeweideten und des abgemähten Futters in Betracht kommt, hauptsächlich durch die ausgezeichneten Arbeiten von Hugo Weiske wohl zu Gunsten des ersteren entschieden worden. Aber auch die früher angeführten gesundheitspfleglichen Erwägungen sprechen (namentlich bei der Aufzucht des Jungvieches) unzweifelhaft zu Gunsten des Weideganges.

Weiske**) untersuchte den Nährstoffgehalt und die Verdaulichkeit einer Rothkleeernte, die von je 4 □Ruthen entweder durch zwölfmaliges Abrupfen durch Menschenhand (das Abweiden der Thiere nachahmend) oder durch dreimaliges Schneiden (beziehungsweise zweimaliges Schneiden und nachheriges Abrupfen) gewonnen wurde. Der sorgfältig getrocknete Klee wurde an zwei Hammel verfuttert, die davon in Prozenten des wasserfreien Futterbestandtheiles (im Mittel von beiden) verdauten:

	Organische Substanz	Eiweissstoffe	Fett	Rohfaser	Stickstofffr. Extraktstoffe	Asche
Von geschnittenem Klee	62·59	61·37	62·62	48·65	70·52	28·35
„ gerupftem „	75·42	78·19	64·18	67·15	78·26	31·11

*) Unter Anderen auch Jul. Kühn in der Zeitschr. des landw. Zentr.-Ver. der Prov. Sachsen 1869, S. 237 und in „Die zweckmässigste Ernährung des Rindviehes." 7. Aufl., S. 251 ff. Ich habe mich ebenfalls (Landw. Wochenbl. des k. k. Ackerbauministeriums 1870, Nr. 12 und 13, und Beitr. z. landw. Thierzucht, S. 260) schon früher gegen die Trockenfütterung im Sommer ausgesprochen. Siehe übrigens auch §. 322.

**) „Beitr. zur Frage über Weidewirthschaft u. Stallfütterung." Breslau 1871.

Es wurden also von dem gerupften (beziehungsweise abgeweideten) Klee mehr verdaut:

Von organischer Substanz	12·83	Prozent
„ Eiweissstoffen	16·82	„
„ Fett	1·56	„
„ Rohfaser	18·50	„
„ stickstofffreien Extraktstoffen	7·74	„
„ Asche	2·76	„

§. 314. *Der Einfluss der Erntemethode und der Aufbewahrung des Futters.*

Der Einfluss der Erntemethode auf die Verdaulichkeit des Futters ist bisher nur bezüglich der verschiedenen Erntemethoden des Heues von H. Weiske*) untersucht worden. Weiske hat die Verdaulichkeit von Luzerne-Dürrheu und -Brennheu, sowie von Esparsette-Dürrheu, -Braunheu und -Sauerheu durch Verfütterung an zwei Hammel festgestellt, und er hat die Verdaulichkeit dieser Heuarten verglichen mit der Verdaulichkeit der entsprechenden grünen Pflanze. Das Ergebniss der Weiske'schen Untersuchung zeigt die folgende Tabelle (im Mittel beider Hammel und in Prozenten des Futterbestandtheiles).

Tabelle LXVII. Verdaulichkeit von Grünfutter und Heu.

	Organische Substanz	Eiweissstoffe	Rohfaser	Fettstoffe	Stickstofffr. Extraktstoffe	Asche
Luzerne:						
Grüne Luzerne	57·80	78·80	33·38	37·98	67·92	44·82
Sorgfältig getrocknete Luzerne	57·24	77·84	34·21	49·58	65·26	47·27
Luzernedürrheu	55·40	73·42	36·57	32·00	64·94	43·46
Luzernebrennheu	54·38	72·40	44·56	43·32	54·04	46·57
Esparsette:						
Grüne Esparsette	66·35	72·50	42·16	66·68	78·29	50·21
Sorgfältig getrocknete Esparsette	62·12	69·98	36·40	66·24	74·35	45·52
Esparsettebraunheu	59·25	63·51	45·29	75·64	67·04	54·26
Esparsettesauerheu	44·93	50·25	28·77	74·14	53·20	31·26
Luzerne:						
Grüne Luzerne	67·40	83·08	45·15	72·79		51·46
Sorgfältig getrocknete Luzerne	66·69	82·73	44·83	71·71		51·30

*) „Beitr. zur Frage über Weidewirthschaft und Stallfütterung, sowie über die Ausnutzung des bei verschiedenen Erntemethoden gewonnenen Rauhfutters." Breslau 1871, S. 38, und Journ. f. Landw. 1877, S. 170.

Weiske fasst das Ergebniss seiner Versuche in folgende Sätze zusammen:

„1. Die Verdaulichkeit der frischen und sorgfältig unter Vermeidung von jeglichen Verlusten getrockneten Futterpflanzen ist die gleiche.

„2. Durch die in der Praxis üblichen Werbungsmethoden: Dürrheu-, Brennheu-, Braunheu-, Sauerfutterbereitung wird die Verdaulichkeit der Futterpflanzen nicht erhöht, sondern vermindert.

„3. Mit allen diesen Werbungsmethoden sind ausserdem grössere oder geringere Verluste an Futtertrockensubstanz verbunden.

„4. Unter den verschiedenen Zubereitungsweisen des Futters ist diejenige des Einsäuerns für Futterpflanzen von chemisch und physikalisch guter Beschaffenheit, die unvortheilhafteste, weil hierbei die durch Gährungsprozesse hervorgerufenen Verluste an Trockensubstanz am grössten, dagegen die Verdaulichkeit des auf diese Weise geworbenen Futters am geringsten ist.

„5. Obschon die Verdaulichkeit der Futterpflanzen bei sorgfältigem Trocknen nicht verringert wird, so ist dies doch meist im erheblichen Grade bei dem unter wirthschaftlichen Verhältnissen geworbenen Dürrheu der Fall, weil beim Trocknen auf dem Felde und beim Einbringen des getrockneten Futters grössere oder geringere Verluste an werthvollen Futterbestandtheilen unvermeidlich sind.“

Bei längerer Aufbewahrung vermindert sich die Verdaulichkeit des Rauhfutters. Bei den übrigen Futtermitteln ist das wahrscheinlich auch der Fall, wenigstens lehrt es die Erfahrung der Praktiker. Verdauungsversuche aber sind nur mit Rauhfuttermitteln, und zwar von E. Wolff und V. Hofmeister angestellt worden.

Tabelle LXVIII. Verdaulichkeit von Rauhfutter bei verschiedener Dauer der Aufbewahrung.

Rauhfutter	Zeit der Verfütterung	Eiweissstoffe	Rohfaser	Fett	Stickstofffr. Extraktstoffe	Organische Substanz
Wiesengrummet .	Ende Oktober	61·5	66·7	42·2	60·3	62·0
	Mitte Januar	56·0	63·8	38·5	65·4	62·6
	Ende März	53·9	60·7	41·6	62·5	59·7
Wickenheu. . . .	Mitte November	76·52	54·18	64·35	65·63	64·94
	Anfang Februar	79·36	57·05	63·89	66·52	66·81
	Mitte April	73·24	51·62	51·37	64·22	62·26
Wiesengrummet .	Mitte November	65·36	69·73	53·42	67·37	67·13
	Anfang Februar	66·39	64·90	48·24	63·30	63·59
	Mitte April	60·13	63·12	42·62	64·80	62·71
Wiesenheu	Mitte November	54·93	53·68	60·98	61·08	57·92
	Ende Januar	55·45	52·03	57·89	60·57	57·03
	Ende März	49·40	53·72	51·26	62·50	57·92
Wiesengrummet .	Mitte November	63·00	60·53	53·20	66·85	61·89
	Ende Januar	60·47	58·37	50·54	66·58	62·70
	Ende März	58·89	57·67	48·61	63·70	60·63

E. Wolff*) verfütterte im Winter 1871/72 zu verschiedenen Zeiten Wiesengrummet an zwei Hammel, im Winter 1872/73 Wickenheu und Wiesengrummet, im Winter 1873/74 Wiesenheu und Wiesengrummet an vier Hammel. Den verdaulichen Antheil jener Futtermittel (im Mittel der Thiere und in Prozenten des Futterbestandtheiles) zeigt vorstehende Tabelle LXVIII.

W. Hofmeister**) untersuchte die Verdaulichkeit des nämlichen Kleeheues im September und Februar durch Verfütterung an zwei Schafe; dieselben verdauten davon (im Mittel beider Thiere und in Prozenten des Futterbestandtheiles):

	Organische Substanz	Eiweissstoffe	Rohfaser	Stickstofffreie Extraktst.
Im September	66·8	68·4	51·2	73·4
Im Februar	58·7	65·0	46·2	63·1

§. 315. *Der Einfluss der Zubereitung des Futters.*

Die Zubereitung des Futters hat den Zweck: dasselbe den Thieren schmackhafter zu machen, die Verdauungsarbeit zu erleichtern und die Verdaulichkeit des Futters zu erhöhen. Die in der landwirthschaftlichen Praxis üblichen Zubereitungsmethoden bezwecken: 1. eine mechanische, 2. eine chemische Veränderung des Futters.

1. Die mechanische Veränderung des Futters wird bewirkt durch Schneiden des Grün- und Rauhfutters, sowie des Wurzelfutters, durch Brechen der Oelkuchen, durch Quetschen, Schroten und Mahlen der Körner, durch Einquellen der Körner, durch Dämpfen und Brühen der Körner, sowie des Wurzel- und Rauhfutters.

Das Schneiden des Grünfutters und des Heues geschieht gewöhnlich nur zur sparsameren Verwendung kleiner Futtermengen, und bei hartstengeligem Futter: um es den Thieren leichter zugänglich zu machen. Die Verdaulichkeit des Futters wird dadurch nicht erhöht. Das Schneiden des Strohes zu Häcksel bezweckt hauptsächlich die leichtere Vermengung mit Körnern oder mit Wurzelfutter; bei ersterem um die Thiere zu nöthigen, sie vollständiger zu zermalmen und einzuspeicheln,***)

*) „Die Ernährung der landw. Nutzthiere." S. 101 u. f.

**) Landw. Versuchsst. XVI. 353.

***) Nach Haubner's Versuchen („Gesundheitspflege", 3. Aufl., S. 314) betrug der Abgang an unverdautem Hafer mit Häcksel verfüttert $^1/_{500}$ bis $^1/_{1000}$ der Ration, ohne Häksel verfüttert $^1/_{64}$ bis $^1/_{46}$. — J. Lehmann (Ztschr. der landw. Ver. in Baiern 1869, Nr. 4) beobachtete an drei Ochsenkälbern im

bei letzterem: um den Trockengehalt des Futters zu vermehren. Der Häcksel soll bei Pferden und Schafen eine Länge haben von $1^1/_3$ bis 2 Zm., bei Rindern von $2^1/_2$ bis 3 Zm. Das Schneiden der Wurzelfrüchte geschieht: um den Thieren die Aufnahme derselben zu erleichtern und um jene besser mit anderen Futtermitteln vermengen zu können. Die Stücke erhalten am besten die Scheibenform und sie sollen so gross sein, dass die Thiere sie leicht fassen und zerkauen können. Das Mussen der Wurzelfrüchte ist verwerflich, weil damit zu viel Saft und darin die leichtlöslichen Nährstoffe verloren gehen.

Das Brechen der Oelkuchen hat den Zweck: sie leichter aufnehmbar zu machen und sie mit anderen Futtermitteln zu vermengen.

Das Quetschen, Schroten und Mahlen der Körner geschieht zu gleichem Zwecke, sowie zur besseren Ausnützung der Nährstoffe.

Das Quetschen des Hafers (das in England vielfach üblich ist, angeblich zur besseren Ausnutzung der Körner) hält Peters*) zur Pferdefütterung für unnöthig; er meint, dass es nur deshalb empfohlen werde: weil man aus dem Aussehen des Pferdekothes schliesse, dass das Pferd von ungequetschtem Hafer einen bedeutenden Theil der Körner unverdaut von sich gebe. Durch genauere Untersuchungen sei aber festgestellt, dass die Haferspelzen im Pferdekothe grösstentheils leer sind und dass der Verlust an Futter auch bei ungequetschtem Hafer bei gesunden Thieren mit vollem Gebisse nicht erheblich ist. Auch Haubner**) verwirft das Haferquetschen für die Pferdefütterung im Allgemeinen; er empfiehlt es nur bei Pferden mit schlechtem Gebisse (bei jungen Pferden zur Zeit des Zahnwechsels, und bei alten Thieren mit abgenutzten Zähnen), sowie bei gierigen Fressern. Er meint, dass durch das Quetschen im Laufe des ganzen Jahres bei Verabreichung des Hafers ohne Häcksel nur drei bis vier, allerhöchstens acht Tagesrationen erspart werden, und bei Verabreichung mit Häcksel noch nicht

---

Alter von 5, 8 und 14 Monaten, dass von der verfütterten Gerste ohne Häckselzusatz 42·2 Prozent, mit Häckselzusatz 24·1 Prozent, von dem verfütterten Hafer ohne Häckselzusatz 11·4 Prozent, mit Häckselzusatz 6·3 Prozent im Durchschnitte unverdaut wieder abgingen.

*) Breslauer „Landwirth" 1869, Nr. 47 und 48.

**) a. a. O. S. 314.

einmal eine Tagesration, was offenbar nicht dem Kostenaufwande entspricht.

Das Schroten und Mahlen der Körner erspart die Mahlarbeit der Backenzähne, aber es umgeht auch die Einspeichelung, wodurch die Verdauung beeinträchtigt wird;*) ausserdem erfordert sie viel Wasserzusatz, wodurch eine „schwammige" Ernährung bewirkt wird. Diese Zubereitungsmethode empfiehlt sich daher nur bei Thieren mit schlechtem oder unvollkommenem Gebiss. Haubner**) macht mit Recht darauf aufmerksam, dass schon das Schrot, noch mehr das Mehl, mehr extensiv nährt und wohlbeleibt macht, ohne Kraft zu gewähren. Dasselbe gelte von der Kleie. Sie sämmtlich empfehlen sich daher nur für Thiere, die überhaupt die Körner nur ungenügend zerkauen und verdauen, und bei denen es mehr auf Wohlbeleibtheit, als auf eine kräftige Ernährung abgesehen ist, so namentlich bei Wiederkäuern und Schweinen,***) sowie bei mässig beschäftigten Pferden. — Sie zählen aber auch zu den faden, reizlosen und erschlaffenden Nahrungsmitteln (namentlich das Mehl), und sie können bei längerem Fortgebrauche und wenn sie das Hauptnahrungsmittel ausmachen sollen, leicht Verdauungsschwäche und Folgekrankheiten erzeugen, was namentlich beim Pferde der Fall ist.

Das Einquellen der Körner hat den Zweck: den Thieren das Zermalmen der harten Schalen zu erleichtern; es geschieht hauptsächlich bei Fütterung von Mais-, Erbsen- und Bohnenkörnern. Zum Einquellen darf nicht mehr Wasser verwendet werden, als gerade aufgesogen wird; andernfalls findet eine Auslaugung von Nährstoffen statt.

Das Dämpfen und Brühen der Körner, sowie des Wurzel- und Rauhfutters geschieht: um sie schmackhafter und leichter verdaulich zu machen. Ausserdem wird durch die warme Fütterung

*) Nach J. Lehmann (a. a. O.) werden beim Schroten die Körner in einzelne feine Theile zerlegt, welche ohne weiteres Durchkauen und gehöriges Einspeicheln direkt in den Magen gelangen; übrigens behalten hierbei die meisten fein zerlegten Theilchen auch ihre ursprüngliche Härte, und dies könne einer vollständigen Verdauung nicht förderlich sein.

**) a. a. O. S. 286.

***) J. Lehmann beobachtete, dass ein 3-jähriges englisches Schwein, welches vorher durch $1^3/_4$ Jahre nur mit Roggenkleie ernährt war, von den in ganzer Form gefütterten Körnern im Kothe wieder ausschied: von Hafer 50·6 Prozent, von Gerste 54·8 Prozent, von Roggen 49·8 Prozent, von Erbsen 4·0 Prozent.

dem Körper Wärme erspart.*) Am meisten empfiehlt sich diese Zubereitungsmethode, wo es sich darum handelt: Stroh und Spreu, sowie Heu von geringer Qualität, den Thieren schmackhaft zu machen und in grösserer Menge zuzuführen. Für die übrigen Futtermittel ist das Dämpfen und Brühen keineswegs unter allen Umständen vortheilhaft, im Gegentheile kann dadurch die Verdauungsthätigkeit erschlafft werden.

Die Meinungen über den grösseren oder den geringeren Vortheil des Dämpfens und Brühens der landwirthschaftlichen Futtermittel gehen weit auseinander. Nur in Betreff der Pferde ist man einig in der Verwerfung jener Zubereitungsmethoden, dagegen hält man sie im Allgemeinen angemessen für Schweine. Die Anwendung des Dämpfens und Brühens bei der Fütterung der Wiederkäuer zählt unter den Praktikern fast eben so viele Gegner wie Anhänger; die an Wiederkäuern ausgeführten wissenschaftlichen Versuche mit gedämpftem und gebrühtem Futter sprechen nicht für eine dadurch bewirkte wesentliche Steigerung der Verdaulichkeit.

Dudgeon**) in Ronburgshire fütterte elf Stück 9 Wochen alte Ferkel mit Kartoffeln und Bohnenschrot; bei Verabreichung dieses Futters in gekochtem Zustande nahmen sechs Thiere in 100 Tagen das Stück um 89 Pfd. an Gewicht zu, unter dem Einflusse des rohen Futters dagegen fünf Thiere das Stück nur um 49 Pfd. Walker in East-Lothian erzielte durch Fütterung von fünf Stück $2^1/_2$ Monaten alten Ferkeln mit Kartoffeln und gequetschter Gerste das folgende Resultat:

	Anfangsgewicht	Endgewicht	Gewichtszunahme in 90 Tagen	Gewichtszunahme in 1 Tage
1. Gedämpftes Futter	106 Pfd.	279 Pfd.	173 Pfd.	1·92 Pfd.
2. Rohes Futter . . .	108 „	223 „	115 „	1·28 „

Fütterungsversuche, welche an Kühen ausgeführt sind: von Boussingault mit angebrühtem und trockenem Heu, von Ritthausen mit geschrotenen und gekochten Körnern, von Struckmann mit rohen und gedämpften Runkelrüben, ergaben keinen Vortheil zu Gunsten des künstlich erwärmten Futters; in Struckmann's Falle hatten acht Kühe während zehntägiger Fütterung mit rohen Rüben täglich 152·8 Pfd. Milch gegeben, während darauf folgender achtzehntägiger

*) Grouven („Vorträge über Agrikultur-Chemie.“ 1862, S. 532) berechnet den Bedarf einer Kuh an Brennmaterial zur Erwärmung ihrer gewöhnlichen Nahrung (mit 25 Pfd. Trockensubstanz und 85 Pfd. Wasser) auf ungefähr $^1/_2$ Pfd. Kohlenstoff, oder dem entsprechend auf $^1/_2$ Pfd. Fett oder $1^1/_2$ Pfd. Zucker. Bei kalter Fütterung und Tränkung sei dieser Verlust an Futtersubstanz unvermeidlich, er sei aber bedeutend genug, um Berücksichtigung zu fordern, denn er betrage ungefähr ein Zehntel des Gesammtbedarfes des Thieres an stickstofffreien Nährstoffen.

**) Zitirt nach E. Wolff's Fütterungslehre, S. 489.

Fütterung mit gedämpften Rüben täglich 147·2 Pfd. Milch, und während darauf folgender vierzehntägiger Fütterung mit rohen Rüben täglich 149·0 Pfd. Milch. Aus der Praxis liegen mehrfache Erfahrungen vor, dass Kühe bei Fütterung mit gedämpften Kartoffeln weniger Milch gaben, die aber etwas reicher an Butter war, als bei Fütterung mit rohen Kartoffeln. Nach meiner Erfahrung ist die Fütterung mit gedämpften Kartoffeln günstiger für die Mastung des Rindviehes.

G. Kühn*) hat Versuche über die Verdaulichkeit der Weizenkleie in rohem und gekochtem Zustande, sowie nach Aufschliessung mit verdünnter Salzsäure und Soda und mit Milchsäure, an Ochsen ausgeführt; die Zubereitung der Kleie hatte fast durchgehends eine geringere Verdauung des Gesammtfutters zur Folge gehabt.

2. Die chemische Veränderung des Futters wird bewirkt durch Selbsterhitzung und durch Einsäuern.

Die Selbsterhitzung, beziehungsweise die Gährung des Futters, kommt in Verwendung: wo es sich um die Verfütterung grosser zu Häcksel verschnittener Massen von Stroh, oder von Heu geringerer Qualität handelt, die (je nach den zur Verfügung stehenden Futtermitteln) mit Wurzelfrüchten, mit Schrot, Mehl oder Kleien, mit Oelkuchen, Malzabfällen und Salz gemengt, mit Schlempe oder Wasser übergossen (auf 1 Hektoliter Futtermasse 12 bis 13 Liter Flüssigkeit) in Brettkästen fest eingetreten und unter möglichstem Luftabschluss 1 ½ bis 2 Tage der Gährung überlassen werden. Die Temperatur steigt in der Futtermasse bis 40° C.; die Gährung bewirkt gewisse chemische Veränderungen des Futters, und sie ertheilt demselben einen weinsäuerlichen Geruch und einen den meisten Thieren angenehmen Geschmack. Eine grössere Verdaulichkeit wird jedoch durch die Selbsterhitzung des Futters nicht erzielt.

Hellriegel und Lucanus**) haben mit sogenanntem Brühhäcksel, welches durch Selbsterhitzung erzeugt wird, Versuche an Hammeln ausgeführt; sie bestätigen die öfter gemachte Erfahrung, dass die Thiere sich bei Brühhäckselfutter besser hielten, als bei trockenem Strohhäcksel. Diese Erscheinung hat aber nicht darin ihren Grund, dass durch die Selbsterhitzung sich in dem Stroh ein neuer Nährstoff bildet, oder dass die im Stroh enthaltenen Nährstoffe löslicher und leichter verdaulich werden, sondern einfach darin, dass die Thiere von dem trocknen Strohhäcksel, der ihnen beim Kauen und Einspeicheln viel grössere Anstrengung verursacht, weniger aufnehmen (und wohl auch weniger aufnehmen können), als von dem weichen, warmen und angenehm riechenden Brühhäcksel. Bei der Selbsterhitzung erfährt das Stroh einen Verlust von fast 4 Prozent, und zwar scheint der Verlust hauptsächlich in leicht verdaulichen Stoffen zu bestehen; daher kommt es, dass von den Eiweissstoffen, der Holzfaser und den stickstoff-

*) Zitirt nach dem Jahresberichte über Agrikultur-Chemie 1878, S. 105.
**) Landw. Versuchsstat. VII. 242 ff.

freien Extraktstoffen des Brühhäcksels durchschnittlich überall ein wenig mehr im Kothe unverdaut ausgeschieden wurde, als von den gleichnamigen Nährstoffen des trocknen Strohhäcksels.

Das Einsäuern geschieht hauptsächlich mit Rüben- und Möhrenblättern und mit ganzen Wasserrüben (Wurzeln und Blättern), die in frischem Zustande schlecht füttern und häufig Durchfall erzeugen. Diese Futtermittel werden in gemauerten oder in Erdgruben ohne weitere Zuthat fest eingetreten und durch Bedeckung mit Erde von der Luft abgeschlossen, wodurch sie in saure Gährung gerathen. Zum Einsäuern eignen sich auch die Abfälle der Rübenzucker- und der Stärkefabrikation. Der Vortheil des Einsäuerns besteht in der längeren Aufbewahrung von Futtermitteln, die in frischem Zustande leicht verderben, oder bei massenhafter Verfütterung nachtheilig wirken. Ob durch das Einsäuern jenen Futtermitteln eine grössere Verdaulichkeit ertheilt wird, ist durch Versuche nicht festgestellt worden. Nur bezüglich des Sauerheues wissen wir aus den Versuchen von Weiske (siehe §. 314), dass es minder verdaulich ist, als das entsprechende Grünfutter und als Dürr- und Braunheu. Das Einsäuern des Heues empfiehlt sich also nicht zur Erhöhung der Verdaulichkeit desselben, wohl aber könnte es in Frage kommen: wenn die übrigen Methoden der Heuwerbung nicht anwendbar sind — was meines Erachtens aber sich selten ereignet.

Das Einsäuern der Rübenblätter habe ich viele Jahre in der Praxis ausgeführt und ich kann dasselbe zur besseren Verwerthung dieses Futtermittels (als im frischen Zustande) bestens empfehlen. Am höchsten wird es bei der Fütterung der Milchkühe verwerthet.

§. 316. *Der Einfluss der Zusammensetzung des Futters und die Bedeutung des Nährstoffverhältnisses.*

Ein vollkommen nahrhaftes Futter muss die Eiweiss- und Fettstoffe, sowie die Kohlehydrate und Mineralstoffe in ausreichender Menge, aber auch in einem bestimmten Verhältnisse enthalten, welches für die verschiedenen Nährzwecke und für die Thierindividuen verschieden ist. Die Verdaulichkeit der einzelnen Nährstoffe ist bis zu einem gewissen Grade abhängig von dem Verhältnisse, in dem sie im Futter enthalten sind. Es wirkt z. B. ein gewisser, wenn auch nur kleiner Fettgehalt im Futter fördernd auf die Verdauung der Eiweisskörper und der Holz-

faser; dagegen beeinträchtigt ein übermässiger Fettgehalt die Verdauung dieser Nährstoffe. Zur möglichst vollständigen Verdauung der Stärkmehlkörper, wenn sie in grösserer Menge gefüttert werden, gehört ein höherer Eiweissgehalt des Futters, andernfalls geht ein Theil des Stärkmehles unverdaut ab. Ueberhaupt werden die stickstofffreien Nährstoffe vollständiger verdaut, wenn sie mit einer gewissen Eiweissmenge im Futter verbunden sind. Die Verdaulichkeit der Eiweisskörper wird herabgesetzt durch Beifütterung einer grösseren Menge von Kohlehydraten. Dagegen erleiden diese keine Herabsetzung („Depression") durch Beifütterung leicht verdaulicher Eiweisskörper. Im Allgemeinen ist die Verdaulichkeit eines Futtermittels um so grösser, je reicher dasselbe an Eiweisskörpern ist; dagegen wird die Verdaulichkeit aller Nährstoffe, und ganz besonders die der Eiweissstoffe, herabgesetzt durch den höheren Holzfasergehalt eines Futtermittels.

Alle trockenen Futtermittel werden leichter verdaulich durch mässige Aufnahme von Tränke; dagegen bewirkt übermässige Wasseraufnahme eine Verdünnung des Magensaftes, wodurch die Verdauung beeinträchtigt wird. Auch durch Zufuhr von Kochsalz in geringer Menge wird die Verdaulichkeit des Futters befördert, hauptsächlich durch seine schwach reizende, die Speichel- und Magensaftabsonderung begünstigende Wirkung, sowie durch die in Folge von Dursterregung bewirkte Mehraufnahme von Tränke. Durch grössere Kochsalzgaben aber wird die Verdaulichkeit des Futters vermindert.*)

Bei der Zusammensetzung des Futters legt man einen besonderen Werth auf das Verhältniss der stickstoffhaltigen zu den stickstofffreien Nährstoffen (das sogenannte Nähr-

---

*) Hofmeister (Landw. Versuchsstat. XVI, 383) fand, dass eine Steigerung der Kochsalzgabe von 12·5 auf 25 Grm. für 100 Kilo Schaf die Verdauung nicht förderte, dagegen die Grösse der Futteraufnahme und die Verdaulichkeit der Nährstoffe desselben benachtheiligte.

Nach Weiske's Untersuchungen an Hammeln (Journ. f. Landw. 1874, S. 390) bewirkt Kochsalzbeigabe zwar grössere Fresslust, aber eine bemerkenswerthe gesetzmässige Vermehrung oder Verminderung der Verdaulichkeit der einzelnen Nährstoffe im Futter konnte er hierbei nicht feststellen. Nur die prozentische Grösse der Verdaulichkeit der Mineralbestandtheile im Futter sank und stieg in dem Maasse, als Kochsalz zugesetzt und entzogen wurde, weil letzteres unter normalen Verhältnissen jedenfalls vollständig zur Resorption und, soweit es vom Körper nicht zurückgehalten wird, durch den Harn zur Ausscheidung gelangt.

stoffverhältniss). Für dieses Verhältniss aber darf keinenfalls der (Roh-) Nährstoffgehalt im Futter allein maassgebend sein, sondern es muss auch der verdauliche Antheil desselben berücksichtigt werden. Dieser aber ändert sich fortwährend, je nach der Beschaffenheit der Futtermittel und der Zusammensetzung des Futters, und je nach dem Verdauungsvermögen des Thieres.

Wenn wir uns alle Umstände vor Augen halten, welche die Verdaulichkeit der Futtermittel beeinflussen, so begreifen wir: dass jenes Nährstoffverhältniss im Futter uns keinen alleinigen Anhalt bietet für die Beurtheilung seiner Nährwirkung.

Für die Nährwirkung des Futters ist vielmehr in erster Linie die absolute Menge der Nährstoffe entscheidend.

Das Verhältniss der Nährstoffe im Futter ist hauptsächlich maassgebend für den Grad der Verdaulichkeit. Das Thier kann von verschiedenartigen Nährstoffen im Allgemeinen mehr verdauen, als von der gleichen Summe eines einzigen Nährstoffes. Für die Verdauung der Eiweissstoffe, der Fette, der Kohlehydrate, stehen dem Organismus besondere Verdauungssäfte zu Gebote, die in einer beschränkten Menge abgesondert werden. Ist die Menge der zugeführten Eiweissstoffe zu gross für die Menge des abgesonderten Magen- und Darmsaftes, so bleibt ein Theil von jenen unverdaut; dasselbe ist der Fall, wenn die Menge der zugeführten Fettstoffe zu gross ist für die Menge des abgesonderten Bauchspeichels und der Galle, oder wenn die Menge der zugeführten Kohlehydrate zu gross ist für die Menge des abgesonderten Speichels und des Darmsaftes. Aber wenn die Wirkung des abgesonderten Magen- und Darmsaftes erschöpft ist für die Verdauung der Eiweisskörper, so leidet darunter nicht die Verdaulichkeit der Fettstoffe und der Kohlehydrate, weil diese Nährstoffe andere Verdauungssäfte, beziehungsweise andere Fermente, zu ihrer Lösung und Umwandlung bedürfen. Die Verdaulichkeit aller stickstofffreien Nährstoffe aber wird gesteigert durch Zufuhr stickstoffhaltiger Nährstoffe, weil alle Verdauungssäfte stickstoffhaltige Fermente enthalten, welche für die Verdauung nothwendig sind.

Da, wo es sich um die Inanspruchnahme gleicher Verdauungssäfte handelt, ist der Grad der Verdaulichkeit des Futters abhängig von der geringeren oder grösseren Löslichkeit der Nährstoffe. Wir wissen z. B. dass sämmtliche Kohlehydrate im thierischen Organismus in Traubenzucker übergeführt werden,

aber das geschieht leichter, beziehungsweise in kürzerer Zeit, mit Rohrzucker als mit Stärke, leichter und rascher mit Stärke als mit Zellulose. Wenn nun Rohrzucker, Stärke und Zellulose zugleich in den Verdauungskanal gelangen, so wird bei einer beschränkten Absonderung von Speichel und von Darmsaft vielleicht der ganze Rohrzucker, aber nur ein Theil der Stärke und keine Zellulose gelöst werden. Die gegebene Menge der Verdauungssäfte wird also von den leichter löslichen, beziehungsweise von den in kürzerer Zeit verdaulichen Nährstoffen, in grösserem Maasse in Anspruch genommen. Je grösser die Menge der abgesonderten Verdauungssäfte ist, desto mehr wird auch von den schwer löslichen Nährstoffen gelöst und desto rascher wird die Verdauung derselben beendet. Darum wird die Verdauung schwer löslicher Nährstoffe wesentlich erleichtert durch reichliche Zufuhr von Eiweissstoffen, als des Hauptmateriales zur Erzeugung von Verdauungssäften.

Die Bedeutung des Nährstoffverhältnisses für die Verdauung hat schon Grouven*) erkannt: „Die Möglichkeit eines richtigen Verhältnisses von Proteïn, Fett, Kohlehydrate in einer Futterration, so schliesse ich, beruht nicht auf dem vorausgesetzten Bedarfe des Blutes oder des Organismus, sondern viel eher auf der unter einem gewissen Mischungsverhältnisse wesentlich erleichterten Verdaulichkeit aller einzelnen Theile der Ration. Wenn z. B. eine Ration ein Nährverhältniss von 1 : 12 besitzt und das Thier darnach eine Menge stickstoffloser Stoffe in seinem Kothe zeigt, alsdann erfolgt diese nutzlose Ausscheidung nicht, weil der Organismus davon zu viel dargeboten erhielt, sondern weil die chemischen Prozesse der Auflösung und Verarbeitung der Stoffe im Verdauungskanale bei solch einseitigem Vorgange zu schwach und mangelhaft blieben“.

Th. v. Gohren**) erinnert hiebei an ähnliche Vorkommnisse bei der Alkoholgährung: „Hefe, Zucker und Wasser müssen in einem bestimmten Verhältnisse stehen, wenn der Prozess normal verlaufen und alle Materialien vollständig ausgenutzt werden sollen.“

Jul. Kühn***) hält die Ermittelung des Verhältnisses der stickstoffhaltigen zu den stickstofffreien Stoffen „nicht für unwichtig“ zur Charakterisirung der Ration und zur sicheren Beurtheilung der zweckentsprechenden Beschaffenheit, insofern ein in Rücksicht auf den Nährzweck zu weites Verhältniss eine mangelhafte Ausnutzung der stickstofffreien Stoffe, und ein zu enges Verhältniss eine theilweise Vergeudung stickstoffhaltiger Futterbestandtheile erwarten lässt. So räthlich es nun auch Kühn erscheint, das Nährstoffverhältniss einer Ration zu berechnen, „so darf man doch auf dasselbe sein Urtheil nicht allein stützen. Es kann das Nähr-

*) „Physiol.-chem. Fütterungsversuche.“ Berlin 1864, S. 558.
**) a. a. O. S. 183.
***) a. a. O. S. 154.

stoffverhältniss zweckentsprechend und doch die Ration unangemessen sein. Erhielte beispielsweise eine Milchkuh auf 1000 Pfd. Lebendgewicht täglich 1·9 Pfd. Proteïn, 0·4 Pfd. Fett und 10·4 Pfd. stickstofffreie Extraktstoffe, so ergibt dies ein Nährstoffverhältniss von 1 : 6.*) Trotz dieses ganz angemessenen Nährstoffverhältnisses ist diese Ration dennoch eine dem Zweck nicht entsprechende; sie enthält zu wenig Proteïn und nicht genug Extraktstoffe."

Carl Voit**) spricht sich über die Bedeutung des bei landwirthschaftlichen Futterberechnungen in Betracht gezogenen Nährstoffverhältnisses wie folgt aus.

„Bei dem Bestreben, dasjenige Verhältniss der stickstoffhaltigen und stickstofflosen Stoffe, bei welchem mit möglichst geringen Mengen oder Kosten der gewünschte Effekt erreicht wird, aufzufinden, machte man nämlich nach und nach die höchst unangenehme Beobachtung, dass dieses nicht für alle Fälle ein konstantes sein darf, sondern je nach Art, Alter und Nutzung der Thiere ein verschiedenes sein muss. Bei einer solchen Sachlage wäre der Praktiker, auch wenn er tausende von Versuchen angestellt hätte, doch „nur im düstern und unbegrenzten Reiche der Möglichkeiten umhergeirret" und wahrscheinlich nie zum Ziele gelangt."

„Der Landwirth wurde so auf eine Bahn gedrängt, die der Physiologe seit einiger Zeit zu betreten angefangen hatte. Regeln für gewisse Fälle reichten ihm nicht mehr aus, die frühere Untersuchungsmethode, so bedeutend und verdienstlich ihre Resultate waren, gab ihm keine Antwort auf seine Fragen mehr, man musste auf dem langwierigen aber sichern Wege der Wissenschaft die Gesetze und Ursachen der Zersetzungen im Körper kennen lernen und zu allgemeinen Schlüssen sich erheben. Mit der Aufstellung einer bestimmten Mischung von stickstofffreier und stickstoffhaltiger Substanz war seiner Zeit viel genützt, jedoch nichts erklärt; nur die volle Erkenntniss der Bedeutung derselben konnte weitere Hülfe bringen."

c) Die Verdauung des Futters durch die landwirthschaftlichen Hausthiere.

§. 317. *Die das Verdauungsvermögen der landwirthschaftlichen Hausthiere beeinflussenden Umstände.*

Die das Verdauungsvermögen der landwirthschaftlichen Hausthiere beeinflussenden Umstände sind: 1. der Gesundheitszustand, 2. die Form des Verdauungsapparates, 3. die Ent-

*) Bei dieser Berechnung ist die Fettzahl durch Multiplikation mit 2·5 auf ihr sogenanntes Stärkmehläquivalent erhoben. Eine Kritik dieses Verfahrens und der Auffassung des Nährstoffverhältnisses Seitens der Agrikulturchemiker habe ich veröffentlicht in Fühling's landw. Zeitung, 1876, S. 833 und 881. Siehe übrigens auch Seite 591 dieses Werkes.

**) „Ueber die Theorien der Ernährung der thierischen Organismen." München 1868, S. 20.

wicklung des Verdauungsapparates, 4. die Leistungen des Thieres, 5. die Futterzeit und Futterordnung, 6. die Rasse des Thieres.

1. Der Gesundheitszustand des Thieres steht im innigsten Zusammenhange mit der Grösse der Verdauung. Nur gesunde Thiere vermögen das Futter vollkommen zu verdauen, und jede Gesundheitsstörung beeinträchtigt auch das Verdauungsvermögen der Thiere. Bei höheren Graden der Gesundheitsstörung wird die Aufnahme von Futter gänzlich verweigert. Wie schon in §. 288 erwähnt, ist die „Fresslust" eines der sichersten Zeichen ungestörter Gesundheit.

2. Die Form des Verdauungsapparates bietet uns einen sicheren Anhalt für die Intensität und Extensität der Verdauungsthätigkeit. Im Allgemeinen ist ein kurzer und minder geräumiger Verdauungskanal geeigneter für die Verdauung sogenannter intensiv nährender, beziehungsweise eiweissreicher Futtermittel; dagegen ist ein verhältnissmässig langer und geräumiger Verdauungskanal geeigneter für die Verdauung sogenannter extensiv nährender, beziehungsweise eiweissarmer und holzfaserreicher Futtermittel. Alle Thiere mit einfachem Magen (wie unter den landwirthschaftlichen Hausthieren das Schwein und das Pferd) verdauen eiweissreiches und holzfaserarmes Futter besser, als die Thiere mit mehrfachem Magen (wie die Wiederkäuer); dagegen wird von diesen das eiweissarme und holzfaserreiche Futter besser verdaut. Uebrigens passt sich auch bei erwachsenen Thieren die Form des Verdauungskanales der Form der Nahrung an, d. h. jener erweitert sich bei voluminösem Futter, und er verengert sich bei konzentrirtem Futter. *)

3. Die Entwicklung des Verdauungsapparates ist hauptsächlich maassgebend für die grössere oder geringere Verdauung der Eiweissstoffe und der Holzfaser. Alle jugendlichen

*) Haubner („Gesundheitspflege", 3. Aufl. S. 255) hebt mit Recht hervor, dass die Erweiterung des Verdauungsschlauches bei voluminösem Futter keine passive Ausdehnung mit Verdünnung der Magen- und Darmwände ist, sondern ein selbstthätiges Erweitern, ein Wachsen. Daher kann es auch nur langsam erfolgen und ohne alle Beeinträchtigung des Verdauungsvorganges geschehen. Die nachfolgende Verkleinerung ist wiederum ein Schwinden. So wie der thätige Muskel wächst und erstarkt, und die trächtige Gebärmutter sich vergrössert und wieder verkleinert, so auch Darm und Magen. Darin liegt es, dass ein Thier, welches an voluminöses Futter gewöhnt war, bei Verabreichung konzentrirter Nahrung sich leicht überfrisst. Magen und Darmkanal können erst allmälig nach der Räumlichkeit des Futters sich einrichten.

Thiere verdauen die eiweissreichen Futtermittel in höherem Grade, die holzfaserreichen Futtermittel aber in minderem Grade, als die erwachsenen Thiere. In der Säugezeit unterscheiden sich die pflanzenfressenden Hausthiere, bezüglich ihres Verdauungsvermögens für Milch, durchaus nicht von den fleischfressenden Thieren. Das Verdauungsvermögen für eiweissreiches, vegetabilisches Futter kann bei den pflanzenfressenden Hausthieren wesentlich gesteigert werden, wenn sie möglichst lange Zeit gesäugt, beziehungsweise mit Milch ernährt werden. Dieses Verfahren kommt namentlich bei der Aufzucht der Wiederkäuer in Betracht, deren Labmagen sich dadurch, im Vergleiche zu den drei ersten Magenabtheilungen, viel stärker entwickelt. Die vorwiegende Entwicklung des Labmagens ist verbunden mit einer Vermehrung der Magendrüsen, deren Saft dementsprechend in grösserer Menge abgesondert wird. Wo also die wirthschaftlichen Zwecke ein gesteigertes Verdauungsvermögen für eiweissreiche Futtermittel fordern, da ist jenes, die vorwiegende Entwicklung des Labmagens begünstigende Verfahren einzuschlagen. Dagegen empfiehlt sich dieses Verfahren nicht, wenn die wirthschaftlichen Zwecke eine vorwiegende Verdauung von holzfaserreichen Futtermitteln erheischen, die zur vollkommenen Ernährung stets in grösserer Menge aufgenommen werden müssen, wozu die als Futtersäcke, aber auch als vorbereitende Verdauungsorgane dienenden ersten drei Magenabtheilungen in Anspruch genommen werden. Wiederkäuende Hausthiere also, welche vorwiegend zur Verwerthung holzfaserreicher Futtermittel benutzt werden sollen, müssen auch vorwiegend die drei ersten Magenabtheilungen entwickeln, was durch möglichst frühe Gewöhnung an jene Futtermittel geschieht. In gleicher Weise kann auch das Pferd durch längere Säugezeit oder längere Milchernährung für die gesteigerte Verdauung eiweissreicher, durch frühe Gewöhnung an holzfaserreiche Futtermittel aber für die gesteigerte Verdauung der letzteren vorbereitet werden. Diese Erscheinungen gehören in das Gebiet der Anpassung.

4. Der Einfluss der Leistung der Thiere zeigt sich sehr deutlich bei der Leistung und Nichtleistung mechanischer Arbeit. Alle Arbeitsthiere, sowie alle Thiere, welche sich im Freien bewegen, verdauen das Futter vollständiger. Die Stallhaltung ist daher auch aus diesem Grunde so nachtheilig für die Entwicklung jugendlicher Thiere. Dagegen wird das Ver-

dauungsvermögen der Thiere durch übermässige Leistungen, beziehungsweise durch anstrengende Arbeiten (namentlich zur Zeit der Verdauung) entschieden benachtheiligt.

5. Der Einfluss der Futterzeit und Futterordnung ist schliesslich maassgebend bei allen im Stalle gefütterten und von der Hand des Menschen unmittelbar abhängenden Thieren. Bei dem Pferde und den Wiederkäuern ist eine täglich dreimalige Fütterung angemessen; Zucht- und Faselschweine sollten täglich drei- bis viermal, Mastschweine vier bis fünfmal gefüttert werden. Im Allgemeinen ist das leichter verdauliche Futter in kürzeren Zeiträumen, das schwerer verdauliche Futter in längeren Zeiträumen zu reichen. Liegen die Futterzeiten zu weit auseinander (wie namentlich bei der an manchen Orten beliebten nur zweimaligen Fütterung des Rindvieches), so werden die Thiere genöthigt grosse Futtermassen auf einmal aufzunehmen, wodurch der Verdauungsapparat belästigt und eine ausreichende Durchtränkung des Futters mit den Verdauungssäften erschwert wird. Folgen die Futterzeiten zu rasch auf einander, so wird die Verdauung des früher aufgenommenen Futters, und bei Wiederkäuern insbesondere auch das Wiederkauen gestört; in beiden Fällen wird das Futter unvollkommen verdaut.

Der Einfluss der Futterordnung betrifft einmal die Folge der Futtermittel zur nämlichen Futterzeit, und sodann die Regelmässigkeit der Fütterung. Wenn einem Thiere zur nämlichen Futterzeit leicht und schwer verdauliche Futtermittel vorgelegt werden sollen, so müssen die leicht verdaulichen zuerst gefüttert werden; also z. B. Körner und Wurzelfutter vor Rauhfutter. Es müssen ferner alle intensiv nährenden, beziehungsweise eiweissreichen Futtermittel, den extensiv nährenden, mehr voluminösen Futtermitteln vorangehen. In der Regel sollte die Tränke am Schlusse der Futterzeit gereicht werden, es sei denn, dass Thiere aus quälendem Durst die Futteraufnahme verweigern, was nach anstrengender Arbeit bei Pferden vorkommt. Die Regelmässigkeit der Fütterung muss so viel wie möglich beobachtet werden, d. h. es ist ein Wechsel verschiedener Futtermittel, oder gar verschiedener Fütterungsmethoden, möglichst zu vermeiden. Bei jedem Wechsel wird das neue Futter, wenn es qualitativ nicht entschieden besser und leichter verdaulich ist, anfangs schlechter verdaut. Nur bei Thieren, deren Fresslust gering ist, wie bei schwachen und kranken Thieren, sowie beim Mastvieh im letzten

Stadium der Mast, kann es räthlich sein, das Futter öfter zu wechseln, um durch neuen Geschmackreiz die Fresslust zu steigern.

Unter normalen Verhältnissen der Fütterung, beziehungsweise bei gesunden Thieren, muss jeder, durch wirthschaftliche Verhältnisse nothwendig werdende Futterwechsel allmälig geschehen, damit der Verdauungsapparat dem neuen Futter sich anpassen kann. Die für die Verdauungsthätigkeit der landwirthschaftlichen Hausthiere nachtheiligsten Uebergänge sind die von der Trockenfütterung (Winterfütterung) zur Grünfütterung (Sommerfütterung), so wie der Uebergang von der Milchnahrung zum vegetabilischen Futter bei gesäugten Thieren. Das „Abfallen" der Saugkälber ist eine sehr häufig beobachtete Erscheinung, die aber sehr wohl vermieden werden kann, wenn die Abgewöhnung von der Muttermilch und die Angewöhnung an vegetabilisches Futter allmälig geschieht.

6. Unter „Einfluss der Rasse" fasst man gewöhnlich eine Summe von Einflüssen zusammen, welche grösstentheils durch die Form und Entwicklung des Verdauungsapparates bedingt sind. In der That bleibt von den Einflüssen auf das Verdauungsvermögen, welche gewöhnlich der Rasse zugeschrieben werden, sehr wenig und schwer Bestimmbares übrig, wenn wir jene Einflüsse davon in Abzug bringen. Die zahlreichen Fütterungsversuche der Agrikulturchemiker, welche den Einfluss der Rasse auf das Verdauungsvermögen der landwirthschaftlichen Hausthiere festzustellen bezwecken, haben meistens nicht Rücksicht genommen auf die Form und die Entwicklung des Verdauungsapparates, sonst hätten sie ohne Zweifel dessen Einfluss auf das Verdauungsvermögen der Versuchsthiere erkannt.

Der einzige mir bekannte, auf einer landwirthschaftlichen Versuchsstation (von E. Wolff)*) ausgeführte Verdauungsversuch, bei welchem die Form und die Entwicklung des Verdauungsapparates der zu den Versuchen benutzten Thiere verschiedener Rasse (es waren vier Southdown- und vier Bastardhammel) untersucht worden war, scheint mir nicht maassgebend zu sein zur Entscheidung der Frage: ob das ungleiche Verdauungsvermögen zweier Rassen bedingt ist durch die Form und die Entwicklung des Verdauungsapparates; es wurde nämlich der Versuch mit den Southdownhammeln nicht ungestört durchgeführt, weil zwei derselben, an Blasenwürmern leidend, vor Beendigung des Versuches geschlachtet werden mussten; ausserdem haben die Versuchsansteller die Methode nicht angegeben, die zur Ausmessung der Mägen mit Wasser angewendet wurde.

*) Landw. Jahrbücher II, Berlin 1873, S. 221.

§. 318. *Das Verdauungsvermögen des Pferdes.*

Verdauungsversuche mit Pferden sind bisher nur in geringer Zahl ausgeführt worden. An den deutschen Versuchsstationen haben zuerst Haubner und Hofmeister*) in Dresden im Jahre 1864 die Verdaulichkeit der Holzfaser durch das Pferd festgestellt. Sie fanden, dass das zu den Versuchen verwendete Pferd von der aufgenommenen Holzfaser 20·04 Prozent verdaute; von den übrigen Nährstoffen des Futters verdaute es unter den gleichen Futterverhältnissen über die Hälfte; das Heueiweiss zeigte sich dabei schwerer verdaulich als das Hafereiweiss. Aus den von Hofmeister im Jahre 1865 fortgesetzten Versuchen**) ergibt sich:

1. dass das Pferd im Verhältnisse zu den Wiederkäuern das Wiesenheu in auffallend geringerem Grade verdaut, und zwar gilt dies für alle Nährstoffe des Heues;

2. dass das Wiesenheu unzulänglich erscheint für die Ernährung des Pferdes;

3. dass das Pferd ein grösseres Verdauungsvermögen besitzt für alle Nährstoffe des weniger voluminösen Hafer-Heu-Häckselfutters, als für die des voluminösen Heufutters.

In neuerer Zeit sind in Hohenheim unter E. Wolff's***) Leitung Verdauungsversuche mit einem Pferde begonnen worden. Das Pferd (in mittlerem Lebendgewichte von 550 Kilo) wurde zunächst mit Wiesenheu, Hafer und Weizenstroh gefüttert; das Ergebniss des Versuches zeigt folgende Tabelle.

Das Pferd hatte also am meisten Eiweiss und Kohlehydrat verdaut in Periode III bei der Fütterung mit 12·5 Kilo Wiesenheu allein, am meisten Fett verdaut in Periode VI bei der gewöhnlichen Fütterung mit Heu, Hafer und Stroh. Die grösste Wasseraufnahme fand statt bei der alleinigen Heufütterung, die geringste in Periode V bei Fütterung von Heu und Hafer. Dieser Versuch widerspricht bezüglich der höchsten Eiweissverdauung aus Wiesenheu dem Versuchsergebnisse von Hofmeister. Die grosse Heumasse konnte das Pferd, wie Wolff bemerkt, nur

*) Landw. Versuchsstat. VII, 413.
**) Landw. Versuchsstat. VIII, 122.
***) Landw. Versuchsstat. XX, 125 und XXI, 20.

Tabelle LXIX. Verdauungsvermögen eines Pferdes für Wiesenheu, Hafer und Stroh.

Periode	Futter in Kilo			Gesammt-Trocken-substanz in Kilo	Verdaut den Tag in Kilo			Wasser-aufnahme in Kilo
	Wiesen-heu	Hafer	Weizen-stroh		Eiweiss	Fett	Kohle-hydrat*)	
I	10	—	—	8·81	0·722	0·147	3·732	36·78
II	8	2	—	8·80	0·788	0·220	3·766	34·64
III	12·5	—	—	10·90	0·866	0·184	4·351	50·36
IV	8	2	1	9·66	0·820	0·227	3·969	48·49
V	6	4	—	8·85	0·850	0·271	4·295	34·42
VI	6	4	2	10·57	0·846	0·294	4·297	46·03

schwierig und langsam bewältigen, während ein Hammel von 40 Kilo Lebendgewicht ein tägliches Futter von 1250 Gramm Heu ziemlich leicht verzehrte und davon anscheinend noch etwas mehr hätte aufnehmen können. Im Vergleiche zum Hammel ergibt sich in dem Wolff'schen Versuche, dass das Pferd die Nährstoffe im Hafer etwas besser, im Heu aber viel schlechter verdaute, als der Hammel. Vom Wiesenheu wurden nämlich, auf 1000 Kilo Lebendgewicht berechnet, verdaut (in Kilo):

	Eiweiss	Fett	Kohlehydrat
vom Hammel	2·449	0·810	13·326
„ Pferd	1·506	0·431	7·467

In einem Versuche zu Hohenheim, der die Verdaulichkeit von Luzerneheu durch Hammel und Pferd feststellen sollte, verdauten diese Thiere (durchschnittlich in Prozenten des Futterbestandtheiles):

	Eiweiss	Rohfaser	Rohfett	Extrakt-stoffe	Organ. Substanz
Hammel	71·8	43·4	38·1	66·6	58·1
Pferd	74·3	38·5	—	70·2	57·9

Demnach war das Verdauungsvermögen des Pferdes für die Eiweiss- und die Extraktstoffe im Luzerneheu etwas grösser, als das des Hammels; für die Rohfaser aber etwas geringer. Vom Rohfette einer Luzerneheusorte verdaute das Pferd anscheinend gar nichts, von einer anderen Luzerneheusorte nur 6·36 Prozent.

*) Als Kohlehydrat bezeichnet Wolff die Summe der verdauten Rohfaser und der verdauten stickstofffreien Extraktstoffe, entsprechend der Thatsache, dass die Gesammtmenge dieser Stoffe nahezu die Zusammensetzung des Stärkmehles hat.

Während der ganzen Versuchsdauer war die Art der Bewegung und die Grösse der Arbeitsleistung beim Pferde beständig eingehalten worden.

§. 319. *Das Verdauungsvermögen des Rindes.*

Die Grundlage aller Verdauungsversuche mit dem Rinde bilden die in Weende von Henneberg und Stohmann, sowie die von Henneberg und seinen Assistenten sehr sorgfältig ausgeführten Versuche, deren wesentliche Ergebnisse wir bereits in dem Kapitel über den Stoffwechsel kennen gelernt haben.

Die meisten Verdauungsversuche mit dem Rinde beziehen sich auf die Verdaulichkeit des Rauhfutters, ohne und mit einem Beifutter.

Nach Henneberg und Stohmann *) wurden die Nährstoffe des Rauhfutters durch zwei volljährige Ochsen (im Mittel) in Prozenten des Futterbestandtheiles verdaut, wie folgende Tabelle zeigt.

Tabelle LXX. Verdauungsvermögen von Ochsen für Rauhfutter.

Futtermittel	Eiweissstoffe	Rohfaser	Stickstofffreie Extraktstoffe plus Fett
Haferstroh	49	55	44
Weizenstroh	26 (?)	52	39
Bohnenstroh	51	36	62
Kleeheu	51	39	67
Wiesenheu	60	60	67

Der verdauliche Antheil der Rohfaser wurde hier zum ersten Male als Zellulose erkannt.

Eine sehr wichtige und in der Folge vielfach bestätigte Beziehung ergab sich aus dem verdauten Antheile sämmtlicher stickstofffreien Nährstoffe. Dieser ist nämlich fast so gross, wie der Bestand des Futters an stickstofffreien Extraktstoffen plus

*) Beiträge zur Begründung einer rationellen Fütterung der Wiederkäuer, Braunschweig 1864, II, 324 u. f.

Fett, oder mit anderen Worten: an die Stelle des der Verdauung entgangenen Theiles der stickstofffreien Extraktstoffe plus Fett, ist ein gleiches Gewicht Rohfaser getreten; der unverdaute Theil der stickstofffreien Extraktstoffe der Stroh- und Heuarten ist nach Henneberg im Wesentlichen als Lignin anzusprechen. Henneberg hat diese Beziehung durch eine Formel zum Ausdrucke gebracht, nämlich:

$$C^1 + h^1 = C.$$

C^1 bedeutet den verdaulichen Antheil der stickstofffreien Extraktstoffe plus Fett, h^1 den verdaulichen Antheil der Rohfaser, und C den Gehalt des Futters an stickstofffreien Extraktstoffen plus Fett.

Die Henneberg'sche Formel bedeutet also: dass die analytisch bestimmten stickstofffreien Extraktstoffe plus Fett im Futter ein Maass abgeben für den verdaulichen Antheil von stickstofffreien Extraktstoffen plus Fett und Rohfaser.

Um diese Beziehung durch ein Beispiel zu erläutern, führe ich folgendes Ergebniss aus den Verdauungsversuchen von Henneberg und Stohmann an.

		Rohfaser h'	Stickstofffreie Extraktstoffe plus Fett C'	vom Rauhfutter verdaut Stickstofffreie Substanz im Ganzen $C' + h'$	Stickstofffreie Extraktstoffe plus Fett im Futter C
Kleeheu	in Pfd.	2·62	5·03	7·65	7·69
Haferstroh-Kleeheu . .	„ „	3·19	3·75	6·94	7·09
desgleichen	„ „	3·47	4·10	7·57	7·17
Roggenstroh-Kleeheu	„ „	3·95	3·32	7·27	6·78

Es wurde also beim Kleeheu und beim Haferstroh-Kleeheu beinahe so viel stickstofffreie Substanz im Ganzen verdaut, wie stickstofffreie Extraktstoffe plus Fett im Futter enthalten waren; von den beiden anderen Futtermitteln aber war mehr verdaut, als jene Formel ausdrückt. Jedenfalls erweist sich die von den verschiedensten Seiten durch zahlreiche Verdauungsversuche bestätigte Henneberg'sche Formel als durchaus zuverlässig für praktische Zwecke.

Die Versuchsansteller konnten ferner feststellen: „dass der von den Heu- und Stroharten zur Verdauung gelangende Antheil stickstofffreier Substanz, soweit er nicht aus Fett besteht, durch die stickstofffreien in Wasser löslichen Stoffe, zusammengenommen mit derjenigen Zellulose gebildet wird, welche bei der Behandlung der Futterstoffe mit verdünnten Säuren und Alkalien entweder

direkt gelöst, oder aber von dem inkrustirenden Lignin befreit wird; der Verdauung entziehen sich dagegen: das Lignin, die nach Behandlung mit verdünnten Säuren und Alkalien mit Lignin verbunden bleibende Zellulose, sowie ausserdem die Kork- und Kutikular-Substanzen der Futterstoffe."

Die Verdaulichkeit eines und desselben Rauhfutters bei verschiedenem Beifutter zeigte in vorliegenden Untersuchungen folgende Unterschiede:

1. Die einseitige Steigerung des Stärkmehles in rübölfreiem*) Futter hat eine verminderte Verdauung sämmtlicher Futterbestandtheile zur Folge gehabt.

2. Die einseitige Steigerung der leicht verdaulichen Eiweisssubstanz in rübölfreiem Futter um jedesmal $^1/_4$ Kilo, hat zum ersten Male überall günstig, bei Zusatz des zweiten $^1/_4$ Kilo aber (ausgenommen bei Zellulose) ungünstig gewirkt. Es liegt nahe, diese Erscheinung dahin zu deuten, dass in dem ersten Falle die günstige Wirkung der Qualität des Zusatzes, in dem zweiten die ungünstige Wirkung der Masse desselben zur Geltung gelangte.

3. In zwei Versuchsreihen mit wechselndem Gehalte des Beifutters an Eiweisssubstanz, Stärke, Zucker und Rüböl, bei unverändertem Gesammtgehalte an Nährstoffen, waren regelmässige Veränderungen der Verdauung bei dem Uebergange von dem einen Mischungsverhältnisse zum anderen nicht wahrnehmbar, doch traf in beiden Fällen die höchste Verdauung mit dem grössten Eiweissgehalte des Futters zusammen.

4. In sämmtlichen Versuchen nahm die Verdaulichkeit des Rauhfutters ab mit dem Steigen des Zusatzes leichtverdaulichen Beifutters.

5. Im Falle es sich nur darum handelt, ein Rind in normalem Ernährungszustande (im „Beharrungszustande") zu erhalten, lässt sich durch Stroh oder Heu allein, oder unter Zusatz einer geringen Menge von Schrot oder Oelkuchen, die erforderliche Ration — mit einem Gehalte von etwa 7 bis 8 Kilo stickstofffreien Nährstoffen und $^1/_2$ bis 1 Kilo verdaulicher Eiweisssubstanz auf 1000 Kilo Lebendgewicht — herstellen, und darf

*) Bei Zusatz von Fett (in Form von Rüböl) zum Futter, wurde in den vorliegenden Versuchen die Verdauung der Eiweissstoffe, und noch mehr die der Rohfaser gefördert; die Verdaulichkeit der stickstofffreien Extraktstoffe schien durch Fettzusatz nicht beeinflusst zu werden.

man darauf rechnen, dass die sämmtlichen Nährstoffe einer solchen Ration auch wirklich zur Verdauung gelangen. Dagegen reicht Rauhfutter allein nicht aus, keinenfalls wenigstens in der Form von Stroh, um eigentliche Mastrationen herzustellen; es müssen vielmehr daneben ziemlich bedeutende Mengen konzentrirter Futtermittel (wie Schrot, Oelkuchen, Rübensyrup), oder leicht verdaulicher und massenhaft zu bewältigender Futterstoffe (Rüben, Kartoffeln, Schlempe) gegeben werden. Damit hört aber die vollständige Verdauung des Rauhfutters auf, und man hat bei Mastfutter durchschnittlich auf einen Verlust von etwa 20 Prozent der an sich verdaulichen Bestandtheile des Rauhfutters zu rechnen. Wenn demnach beabsichtigt wird, eine Mastration von bestimmtem Gehalte an Eiweisssubstanz u. s. w. zu entwerfen, in welche möglichst viel Rauhfutter eintreten soll, so sind von den in Rauhfutter enthaltenen Nährstoffen nur etwa vier Fünftel als wirksam zu betrachten, und es muss das unwirksame Fünftel durch Schrot u. s. w. ersetzt werden. — Bei Mastfutter, welches vorzugsweise aus Rüben, mit Zusatz von $1\frac{1}{2}$ bis 2 Kilo Oelkuchen, besteht, fällt die Verdauung der verdaulichen Eiweisssubstanz im Ganzen um etwa 15 Prozent, die der verdaulichen stickstofffreien Substanzen um etwa 8 Prozent geringer aus, als unter günstigsten Verhältnissen zu erwarten gewesen wäre.

In Betreff der Verdauungszeit für die verschiedenen Stroh- und Heuarten, konnten Henneberg und Stohmann feststellen, dass die Verdauung des Wiesenheues die kürzeste, die des Weizenstrohes die längste Zeit (etwa 30 Stunden mehr als die des Wiesenheues) in Anspruch nahm. Durchschnittlich vergingen nach stattgefundenem Wechsel des Rauhfutters etwa 5 Tage, bis sowohl Koth als Harn die dem neuen Futter entsprechenden Eigenschaften und Gewichtsverhältnisse zeigten.

Wenn auf ein Futter, welches grosse Mengen schwer- und unverdaulicher Stoffe enthielt (Weizenstroh, Bohnenstroh), ein verhältnissmässig nährstoffreicheres, mit geringerem Gehalte an unverdaulichen Bestandtheilen folgte (Wiesenheu), so trat die bei länger fortgesetzter Fütterung resultirende Kothmenge erst mehrere Tage (8 Tage) nach dem Zeitpunkte auf, wo Koth und Harn keine Rückwirkung des früheren Futters mehr erkennen liessen. Dieses Verhalten deutet nach Henneberg und Stohmann darauf hin, dass sich der Verdauungskanal des Wiederkäuers dem jedesmaligen Futter — je nach der Qualität und

Quantität desselben, durch Verengerung oder Erweiterung — anpasst.

In den späteren Fütterungsversuchen von Henneberg*) haben zwei volljährige Schnittochsen (im Mittel beider) bei Fütterung mit Rauhfuttermitteln allein, oder mit geringen Zusätzen von Bohnenschrot (in einzelnen Fällen auch Rapskuchen) in Prozenten des Futterbestandtheiles verdaut:

	Organ. Substanz im Ganzen	Eiweissstoffe	Fettstoffe	Stickstofffr. Extraktstoffe	Rohfaser	Stickstofffreie Substanz im Ganzen
Kleeheu (in der Blüthe geworben)	56	51	45	69	41	56
Wiesenheu (desgl.)	63	63	39	63	63	63
Bohnenstroh (von reifer Frucht)	50	50	55	65	36	50
Haferstroh (desgl.)	52	47	34	44	59	53
Roggenstroh (desgl.)	53	49	?	?	60	53
Weizenstroh (desgl.)	45	26 (?)	27	40	52	46

Die verdaute stickstofffreie organische Substanz im Ganzen stimmte bei den verschiedenen zur Verwendung gekommenen Rauhfuttermitteln in ihrer Elementarzusammensetzung mehr oder weniger annähernd überein. 100 Gewichttheile derselben waren mit etwa 108 Gewichttheilen Stärkmehl gleichwerthig.

Wenn die Rauhfuttermittel unter Beigabe grösserer Mengen von Stärke, Zucker, Schrot, Rüben u. s. w. verfüttert wurden, so erlitt die Verdauung des Futters in der Regel eine Depression, sei es, dass die Rauhfutterbestandtheile nicht mehr in demselben Grade wie bei Fütterung mit Rauhfutter allein zur Verdauung gelangen, sei es, dass die im Beifutter enthaltenen Nährstoffe (insbesondere Stärkmehl) theilweise der Verdauung entgehen, sei es, dass das Eine und Andere gleichzeitig stattfindet. Nach den vorliegenden Beobachtungen

„übt die Qualität des Beifutters, namentlich so weit sie durch das Verhältniss zwischen stickstoffhaltigen und stickstofffreien Nährstoffen gekennzeichnet wird, auf die relative Verdauungsdepression (in Prozenten der Nährstoffe des Gesammtfutters) einen grösseren Einfluss aus, als die Quantität desselben;“

„ist ferner die relative Verdauungsdepression der stickstoffhaltigen Nährstoffe grösseren Schwankungen unterworfen und erheblicher, als die der stickstofffreien Nährstoffe, und sie nimmt um so mehr zu, je mehr in dem Beifutter die stickstofffreien Nährstoffe die stickstoffhaltigen überwiegen.“

*) Journ. f. Landw. 1871. S. 426.

Die Verdaulichkeit der Nährstoffe des Roggenstrohes hat Grouven*) untersucht; die Versuchsthiere (Ochsen) verdauten vom Roggenstroh in Prozenten des Futterbestandtheiles:

Ochse Nr.	Tägliche Strohration Kilo	Organische Substanz	Eiweissstoffe	Fett	Rohfaser	Stickstofffr. Extraktstoffe
I	3·95	51·2	22·0	33·7	72·9	33·3
II	3·00	48·8	26·9	40·9	71·5	28·5
III	4·17	51·8	22·6	21·2	66·2	51·8

Die Verdauung des Stroheiweisses wurde nur gefördert durch Wachs, nicht benachtheiligt durch Rohrzucker und Alkohol; alle übrigen Beifutter haben die Verdauung des Stroheiweisses ganz aufgehoben.

Die Verdauung des Strohfettes wurde durch Beilage von $1^1/_2$ Kilo Rohrzucker sehr befördert, dagegen durch $1^1/_2$ Kilo Traubenzucker sehr herabgesetzt. Am meisten wurde die Fettverdauung herabgesetzt unter dem Einflusse von Stärke, Dextrin und Gummi, und zwar sank sie mit steigendem Beifutterverzehr.

Die Verdauung der Strohrohfaser war ebenfalls abhängig von der Natur und Menge des verzehrten Beifutters; sie wurde mehr herabgesetzt durch Traubenzucker und Stärkmehl, als durch Rohrzucker und Dextrin. Die Wachszulage war die einzige, welche einen fördernden Einfluss auf die Verdauung der Strohrohfaser hatte.

Von der gesammten organischen Substanz des Strohes wurde in Prozenten verdaut:

bei alleiniger Strohfütterung 50·6; bei Zulage von

Alkohol	57·8 Proz.	$2^1/_2$ Kilo Dextrin	30·3 Proz.
Wachs	54·7 „	1 „ Gummi	33·2 „
Pektin	47·1 „	$1^1/_2$ „ „	26·8 „
1 Kilo Leinfaser	43·7 „	1 „ Rohrzucker . . .	33·2 „
$1^1/_2$ „ Strohrohfaser . . .	39·1 „	$1^1/_2$ „ „ . . .	24·5 „
1 „ Dextrin	44·3 „	1 „ Traubenzucker .	35·0 „
$1^1/_2$ „ „	41·5 „	$1^1/_2$ „ „ .	15·3 „

Beiläufig sei erwähnt, dass die Grouven'schen Ochsen durch Salzgenuss von 0·1 Kilo ihren Wasserverzehr um 35 Prozent (von 24·1 auf 32·7 Kilo) steigerten, dass aber der Mehrverzehr an Wasser im Harne nahezu vollständig wieder ausgeschieden wurde. Die Verdauung des Strohfutters wurde in diesen Versuchen durch Salzgenuss nicht gefördert.

Den Einfluss leicht verdaulichen Beifutters auf die Ausnutzung des Rauhfutters (Wiesenheu) haben Gustav Kühn und Moritz Fleischer**) an zwei Kühen festgestellt.

---

*) „Physiol. chem. Fütterungs-Versuche." Berlin 1864. Ich folge hier dem Auszuge v. Gohren's.

**) Landw. Versuchsstat. XII, 351.

Von 10 Kilo Wiesenheu allein verdauten die Kühe in Prozenten des Futterbestandtheiles:

	Nr. I	Nr. II
Organische Trockensubstanz	65·1	65·6
Eiweissstoffe	51·8	57·0
Stickstofffreie Extraktstoffe	71·3	70·1
Fettartige Stoffe	61·5	65·4
Rohfaser	59·5	60·8

A. Zugabe stickstofffreien Beifutters.

a) Zufütterung von Stärke.

Da im Kothe nur Spuren von Stärke nachgewiesen werden konnten, so nehmen die Versuchsansteller an, dass dieselbe ganz verdaut sei, und dass die organische Substanz im Darmkothe allein vom Heu abstamme.

Von 10 Kilo Wiesenheu und 1·62 Kilo Stärke verdauten die Kühe in Prozenten des Futterbestandtheiles:

	Nr. I	Nr. II
Organische Trockensubstanz	62·5	64·6
Eiweissstoffe	47·8	55·0
Stickstofffreie Extraktstoffe	69·8	69·7
Fettartige Stoffe	66·2	66·0
Rohfaser	54·3	58·8

Die Versuchsansteller schliessen: dass bei einer Zugabe von Stärke, welche 13 bis 14 Prozent der organischen Substanz im Gesammtfutter beträgt, eine Depression der Wiesenheuverdauung eben anfängt bemerkbar zu werden, und dass sich diese Depression, mit Ausnahme der fettartigen Stoffe, gleichmässig auf alle Bestandtheile des Futters erstreckt.

b) Zufütterung von Rüböl.

Die Versuchsansteller setzen voraus, dass das verfütterte Oel ganz verdaulich sei, und sie betrachten somit die Kothtrockensubstanz ihrer Gesammtmenge als Heuüberreste.

Die Kuh Nr. II verdaute von 10 Kilo Wiesenheu und $^1/_2$ Kilo Oel in Prozenten des Futterbestandtheiles:

		gegen Wiesenheu allein weniger
Organische Trockensubstanz	62·7	2·9
Eiweissstoffe	56·9	0·1
Stickstofffreie Extraktstoffe	67·1	3·0
Fettartige Stoffe	33·4	32·0
Rohfaser	60·7	0·1

Die Versuchsansteller schliessen: dass eine Zugabe von Oel in Substanz (welche in vorliegendem Falle etwa $6^1/_2$ Prozent der organischen Substanz des Futters betrug) die Verdauung des Rauhfutters nur in Betreff der fettartigen Stoffe wesentlich herabdrückt, während die Depression bei den stickstofffreien

Extraktstoffen deutlich, aber gering ist, und bei den Eiweissstoffen und der Rohfaser ebensowenig wahrgenommen werden kann, wie ihr Gegentheil;*) bei den letztgenannten Futterbestandtheilen war keine Abänderung der Verdauung zu bemerken.

B. Zugabe stickstoffhaltiger Beifutter.

a) Zufütterung von entöltem Rapsmehl.

Von 10 Kilo Wiesenheu und 1 Kilo entöltem Rapsmehl verdaute die Kuh Nr. I in Prozenten des Futterbestandtheiles:

		Differenz gegen Wiesenheu allein
Organische Trockensubstanz	65·4	+ 0·3
Eiweissstoffe	62·0	+ 10·2
Stickstofffreie Extraktstoffe	72·2	+ 0·9
Fettartige Stoffe	59·8	— 1·7
Rohfaser	55·8	— 3·7

Demnach hatten unter Zufütterung von entöltem Rapsmehl nur die Eiweissstoffe im Gesammtfutter eine beachtenswerthe Mehrverdauung erfahren.

b) Zufütterung von Bohnenschrot.

Von 10 Kilo Wiesenheu und $1^1/_2$ Kilo Bohnenschrot verdaute die Kuh Nr. II in Prozenten des Futterbestandtheiles:

		Differenz gegen Wiesenheu allein
Organische Trockensubstanz	68·0	+ 2·4
Eiweissstoffe	64·6	+ 7·6
Stickstofffreie Extraktstoffe	73·5	+ 3·4
Fettartige Stoffe	67·5	+ 2·1
Rohfaser	59·2	— 1·6

Unter Zufütterung von Bohnenschrot wurde also im Gesammtfutter nur die Verdauung der Rohfaser herabgesetzt, die Verdauung der übrigen Nährstoffe hatte zugenommen, am meisten die der Eiweissstoffe.

Die Verdaulichkeit des blühenden Rothklees als Grünfutter und als Heu wurde von G. Kühn**) festgestellt; zwei Ochsen verdauten in Prozenten des Futterbestandtheiles:

	vom Grünklee		vom Kleeheu	
	Ochse I	Ochse II	Ochse I	Ochse II
Organische Trockensubstanz	70·2	72·2	66·5	66·5
Eiweissstoffe	71·7	73·3	70·3	69·2
Stickstofffreie Extraktstoffe	77·9	80·1	74·0	75·7
Fettartige Stoffe	75·0	75·3	74·2	71·4
Rohfaser	57·1	59·2	51·6	52·4

*) Die Versuchsansteller verweisen die geringen Differenzen bei den Eiweissstoffen und der Rohfaser in die Fehlergrenzen.

**) Landw. Versuchsst. XI. 177.

Es wurden also von den Ochsen in Prozenten des Futterbestandtheiles vom getrockneten Klee weniger verdaut:

	von Ochse I	von Ochse II	im Mittel
Organische Trockensubstanz	3·7	5·7	4·7
Eiweissstoffe	1·4	4·1	2·8
Stickstofffreie Extraktstoffe	3·9	4·4	4·2
Fettartige Stoffe	0·8	3·9	2·4
Rohfaser	5·5	6·8	6·2

Dieses Ergebniss stimmt im Wesentlichen überein mit dem, welches wir in §. 313, Seite 866 kennen gelernt haben.

Weiske*) untersuchte die Verdaulichkeit ganzer Körner durch zwei Kälber im Alter von 8 und 6 Monaten; jedes Thier erhielt in einer Futterration 161·4 Grm. Leinkörner, 48·7 Grm. Roggenkörner, 716·1 Grm. Haferkörner und 23·7 Grm. Buchweizenkörner. Es wurden in Prozenten verdaut vom:

	Lein	Roggen	Hafer	Buchweizen
Kalb I	91·4	58·2	94·6	36·3
„ II	91·5	57·4	94·9	36·7

Ueber die Verdaulichkeit ganzer Hafer- und Gerstenkörner durch Kälber (Versuch von J. Lehmann) siehe Seite 871, Anm.

Aus der Praxis liegen mehrere Versuche**) vor über die günstigen Erfolge der Fütterung von Fleischmehl an Rindern, doch ist der Grad der Verdaulichkeit, beziehungsweise das Verdauungsvermögen, nicht analytisch bestimmt.

§. 320. *Das Verdauungsvermögen des Schafes.*

Verdauungsversuche mit Schafen sind in grösster Zahl ausgeführt worden; ich muss mich hier aber auf die Vorführung der wichtigsten Ergebnisse beschränken, zumal das Verdauungsvermögen des Schafes im Wesentlichen dem des Rindes ähnlich ist. Ueber das Verdauungsvermögen der Ziege, deren Organisation der des Schafes ähnlich ist, liegt nur ein, allerdings sehr umfassender Versuch von F. Stohmann***) vor, auf dessen Original ich verweise.

Aus den Fütterungsversuchen mit Hammeln von V. Hofmeister†) lassen sich folgende Sätze ableiten:

---

*) Breslauer „Landwirth“ 1872 Nr. 34.

**) Siehe Jahresbericht über Agrikulturchemie. Berlin 1878. S. 146.

***) „Ueber einige Vorgänge der Ernährung des milchproduzirenden Thieres“. Zeitschr. d. landw. Zentral-Ver. d. Prov. Sachsen, 1868 bis 1871.

†) Landw. Versuchsstat. VI, 185, X, 281, XI, 241 und 362.

1. Bei Fütterung von Rauhfutter (Wiesenheu) allein wird die Rohfaser am Besten verdaut.

2. Die verdauten Mengen der Rohfaser sind durchweg abhängig von dem wachsenden Zusatze von Eiweiss- und stickstofffreien Stoffen zum Futter; je reicher diese dem Futter zugetheilt werden, desto weniger wird von der Rohfaser verdaut.

Verdaulichkeit der Rohfaser:

bei Zusatz von $^1/_2$ Kilo Hafer	43·41 Proz.
„ „ „ 1 „ „	35·78 „
„ „ „ $1^1/_2$ „ „	22·76 „

3. Oelzusatz befördert die Verdaulichkeit der Rohfaser nicht und es hat sogar gesteigerter Oelzusatz gänzliche Unverdaulichkeit der Rohfaser zur Folge.

Verdaulichkeit der Rohfaser:

bei Zusatz von 67 Grm. Oel	19·23 Proz.
„ „ „ 100 „ „	12·19 „

4. Von den Eiweissstoffen, den stickstofffreien Stoffen und Fetten wird bei Fütterung von Rauhfutter, von konzentrirtem Beifutter mit und ohne Oelzusatz stets über die Hälfte der im Futter enthaltenen verdaut. Unter diesen Stoffen zeichnet sich das Fett durch seine leichte Verdaulichkeit aus.

5. Das Oel, als Futterzusatz, hebt die Verdaulichkeit der Eiweiss- und stickstofffreien Stoffe.

6. Die im Wiesenheu und Haferstroh befindlichen zuckerartigen Stoffe gelangen ganz zur Verdauung.

7. Die Verdaulichkeit der Kartoffelstärke steigt gleichmässig mit der Zunahme derselben im Futter, doch gelangen höchstens vier Fünftel davon zur Verdauung.

8. Die Eiweissstoffe der Kartoffeln sind bis zu 49·1 Prozent, die Fette bis zu 58·3 Prozent verdaulich.

9. Die Rauhfutterrohfaser wird durch Kartoffelbeifutter um 8 bis 16 Prozent höher verdaulich.

10. Die Verdaulichkeit des Rübenzuckers liegt zwischen 80 und 100 Prozent.

11. Je höher die Verdaulichkeit des Rübenzuckers steigt, desto mehr nimmt die der zuckerartigen Stoffe im Heu und im Haferstroh ab; diese bleiben aber immer, auch bei vollständiger Verdauung des Rübenzuckers, bis zu 44 Prozent verdaulich.

12. Bei Rübenfütterung werden vom Eiweiss 20 bis 40 Prozent verdaut.

13. Die Rohfaserverdauung ist bei Rübenfutter um 10 Prozent der bei Rauhfutter beobachteten Höhe der Verdaulichkeit derselben = 50 Prozent herabgesetzt.

14. Durch Oelzusatz zum Futter wurde die Verdaulichkeit der Rohfaser und der Eiweissstoffe gehoben, als das Futter (auf 1000 Kilo Lebendgewicht berechnet) an organischen Substanzen enthielt 22 bis 24 Kilo, an stickstofffreien Stoffen 12 Kilo, an Rohfaser 6 bis 7 Kilo. Bei grösserem Reichthum des Futters an diesen Nährstoffen war der Oelzusatz von herabsetzender Wirkung auf die Verdaulichkeit der Rohfaser.

15. Die unter den genannten Verhältnissen wirksamen Oelmengen bewegten sich in Grenzen von 400 bis 800 Gramm auf 1000 Kilo Lebendgewicht.

16. Grössere Gaben von Oel (1 bis 1 $^1/_2$ Kilo) wirkten unter allen Umständen, bei dem an Nährstoffen ärmeren wie bei reicheren Futter, herabsetzend auf die Rohfaserverdauung und sie hatten theilweise auch eine geringere Verdauung der Eiweissstoffe zur Folge. Die Verdaulichkeit der stickstofffreien Nährstoffe wurde davon nicht berührt.

17. Die stickstofffreien Nährstoffe der Roggenkleie wurden neben Rauhfutter zu 61 Prozent, die Eiweissstoffe derselben zu 41 Prozent verdaut.

18. Kleien-, Heu- und Strohfett wurden in Summa zu 46 Prozent verdaut. Das zugesetzte Oel, leichter verdaulich als diese Futterfette, erschien (wenn dasselbe bei kleineren Gaben als vollständig verdaulich angenommen und die Verdauung der Futterfette dabei zu 32 Prozent beobachtet wurde), bei grösseren, gesteigerten Gaben nur noch zu 95 und 85 Prozent verdaulich; die Verdaulichkeit der Futterfette sank alsdann auf Null.

Die Verdaulichkeit des Rauhfutters allein und mit leichtverdaulichem Beifutter ist durch Ernst Schulze und Max Märcker *) festgestellt worden.

---

*) Journ. f. Landw. 1875, 141. Die ausführliche Darstellung der Versuche ist schon in den Jahren 1870 und 1871 veröffentlicht worden. Die absoluten Mengen der verzehrten Futtermittel sind im Jahrgange 1871 mitgetheilt; da dieselben bei jedem Thiere wechselten, so unterlasse ich der Kürze wegen die Angabe der absoluten Zahlen.

Die zu den Versuchen benutzten vier Hammel verdauten durchschnittlich in Prozenten des Futterbestandtheiles:

	Organische Substanz	Eiweissstoffe	Rohfaser	Rohfett	Stickstofffreie Extraktstoffe
von Wiesenheu *a* .	60	54	60	54	61
„ „ *b* .	62	56	57	15	68
„ Grummet . . .	71	68	68	31	74

Die Versuchsansteller bemerken, in Hinblick auf ihre eigenen und auf die Versuche Anderer, dass die Verdaulichkeit des Wiesenheues sehr grossen Schwankungen unterliegt. Die Ursache dafür liege ohne Zweifel hauptsächlich in der verschiedenen Beschaffenheit der einzelnen Wiesenheusorten. Es sind nicht nur sehr verschiedene Grasarten, welche das Wiesenheu zusammensetzen, sondern es sind demselben stets auch andere Pflanzen in nicht unbedeutender Menge beigemischt. Je nach dem Vorwiegen der einen oder anderen Grasart, je nach der stärkeren oder geringeren Beimischung anderer Gewächse, muss auch der Nährstoffgehalt und die Verdaulichkeit des Wiesenheues schwanken. Daneben sind auch die Jahreswitterung, der Zeitpunkt der Ernte u. s. w. von Einfluss auf die Beschaffenheit des Heues.

Im vorliegenden Falle wurde das Grummet höher ausgenutzt als das Wiesenheu, doch erweisen andere Versuche auch das Gegentheil.

Bei Zufütterung von Kleber zum Wiesenheu ergab sich, dass selbst bei einem bedeutenden Kleberzusatze (Klebertrockensubstanz bis zu etwa 30 Prozent der Heutrockensubstanz) die Verdaulichkeit des Wiesenheues nicht beträchtlich herabgedrückt wurde. Die Verdaulichkeit der Rohfaser wurde durch Kleberzusatz um 6 Prozent gesteigert; man könnte geneigt sein zu vermuthen, dass in Folge der bedeutenden Eiweisszufuhr im Kleber die Verdauungssäfte in reichlicherem Maasse abgeschieden worden sind und auf die Futterrohfaser energischer eingewirkt haben.

Die Versuchsansteller schliessen aus ihren und den Versuchen Anderer: dass die Verdaulichkeit des Rauhfutters durch einen Zusatz von reinem Eiweiss, oder durch einen Zusatz eines im Eiweissgehalte dem Kleberpräparate nahestehenden Futtermittels nicht (oder doch nur sehr wenig) herabgedrückt wird.

Dagegen bewirkt ein Zusatz von stickstofffreien Nährstoffen (Stärke und Zucker) eine bedeutende Depression in der Verdaulichkeit des Heueiweisses, eine geringere in der Verdaulichkeit der Heurohfaser. Im vorliegenden Versuche verdauten zwei Hammel durchschnittlich vom Wiesenheu:

	bei Heufutter allein	bei Zusatz von Stärke u. Zucker	bei Zusatz weniger
Eiweiss	54 Proz.	32 Proz.	12 Proz.
Rohfaser	60 „	54 „	6 „

Die Verdaulichkeit eines aus Heu und Bohnenschrot zusammengesetzten Futters mit und ohne Zusatz von Stärke und Zucker war die folgende:

	bei Heu u. Bohnenschrot allein	bei Zusatz von Stärke u. Zucker	bei Zusatz weniger
Organische Substanz . . .	68 Proz.	59 Proz.	9 Proz.
Eiweiss	71 „	56 „	15 „
Rohfaser	63 „	55 „	8 „
Stickstofffreie Extraktstoffe plus Fett	70 „	63 „	7 „

Durch Zusatz von Stärke und Zucker wurde also die Verdaulichkeit sämmtlicher Nährstoffe des Heu-Bohnenschrot-Futters herabgesetzt, am meisten die der Eiweissstoffe.

Die Versuchsansteller fanden hier die schon früher von ihnen beobachtete Thatsache bestätigt: dass die Verdauung der stickstofffreien Nährstoffe nur dann eine möglichst vollständige ist, wenn die Menge der im Futter enthaltenen Eiweisssubstanzen ein gewisses Maass erreicht.

Die Verdaulichkeit des Futters bei Fütterung mit Wiesenheu allein, und mit Zusatz von Bohnenschrot, Haferschrot und Gerstenschrot (im Mittel der Versuchshammel) in Prozenten des Futterbestandtheiles zeigt folgende Tabelle (die Verdauung des Wiesenheues *a* ist das Mittel aller Versuche mit den vier Hammeln).

Tabelle LXXI. Verdauungsvermögen von Hammeln für Heu, mit und ohne Schrotzusatz.

Versuchs-Nummer	Futter	Organische Substanz	Eiweiss	Rohfaser	Rohfett	Stickstofffr. Extraktstoffe
7	Heu + Bohnenschrot, schwache Rat.	68	71	63	63	70
9	„ + „ starke „	73	75	62	66	76
10	„ + Gerstenschrot	66	61	57	68	71
11	„ + Haferschrot, schwache Rat.	61	60	56	75	63
12	„ + „ starke „	61	56	48	82	65
	Wiesenheu allein	60	54	60	54	61

Die organische Substanz des aus Heu und Schrot bestehenden Gesammtfutters wurde in den Versuchen 7, 9 und 10 um 6 bis 13 Prozent höher verdaut, als die organische Substanz des allein gefütterten Wiesenheues. Da nun, bemerken die Versuchsansteller, wie wir aus früheren Erfahrungen wissen: die Rauhfutterverdauung durch den Schrotzusatz nicht gesteigert, möglicherweise aber sogar verringert wird, so ergibt sich aus jenen Zahlen mit Sicherheit, dass von der organischen Substanz (sowie von Eiweiss, Fett und stickstofffreien Extraktstoffen) des Bohnen- und Gerstenschrotes, mehr verdaut worden ist, als von der organischen Substanz des Wiesenheues. Im Versuch Nr. 11 dagegen (in welchem dem Heu annähernd eben so viel Haferschrot zugesetzt wurde, als Bohnen-, beziehungsweise Gerstenschrot in den Versuchen Nr. 7 und 11) finden wir für die organische Substanz des Gesammtfutters eine nicht wesentlich höhere Verdaulichkeit, als für die organische Substanz des Wiesenheues bei alleiniger Heufütterung; es scheint daraus hervorzugehen, dass Haferschrot weniger leicht verdaulich ist, als Bohnen- und Gerstenschrot. Aus den Ergebnissen der Versuche 11 und 12 können wir noch schliessen: dass das Fett des Haferschrotes weit leichter verdaulich ist, als das Wiesenheufett.

Die Verdauungsdepression des Rauhfutters durch Beigaben von Rüben und Kartoffeln hat E. Wolff*) untersucht. Zu den Versuchen dienten zwei- bis dreijährige Hammel der sogenannten württembergischen Bastardrasse. Bei der Berechnung der betreffenden Zahlen hat Wolff überall die Substanz der Rüben und Kartoffeln als absolut verdaulich angenommen, und die unter dieser Voraussetzung sich ergebende Verdauungsdepression, sowohl in Prozenten der an sich verdaulichen Rauhfutterbestandtheile allein, als auch in Prozenten der verdaulichen Bestandtheile des Gesammtfutters ermittelt. Die zunächst bei steigender Menge des Beifutters gefundenen Zahlen sind folgende:

a) Mittel der Verdauungsdepression in Prozenten der verdaulichen Bestandtheile des Rauhfutters allein.

Trockensubstanz des Beifutters in Proz. der Trockensubstanz des Rauhfutters.	Eiweissstoffe		Stickstofffreie Extraktstoffe		Organische Substanz überhaupt	
	Rüben	Kartoffel	Rüben	Kartoffel	Rüben	Kartoffel
12 bis 18	4·0	7·3	2·2	5·3	3·0	4·4
22 „ 35	7·1	13·9	4·7	6·5	5·9	7·5
44 „ 54	11·9	27·8	6·8	14·7	9·3	17·1
64 „ 95	22·3	40·2	10·2	13·9	11·7	17·5

b) Mittel der Verdauungsdepression in Prozenten der verdaulichen Bestandtheile des Gesammtfutters.

12 bis 18	3·6	6·3	1·7	3·9	2·0	3·5
22 „ 35	5·4	9·7	2·6	3·6	3·9	5·0
44 „ 54	9·1	15·1	3·0	6·6	5·2	9·5
64 „ 95	13·7	21·7	2·9	4·7	4·7	7·6

Es hat also eine um so grössere Verdauungsdepression stattgefunden, je mehr von den Wurzelfrüchten im Verhältnisse zur Trockensubstanz des Rauhfutters verabreicht wurde. Besonders regelmässig ist die Zunahme der Depression für die Eiweissstoffe. Die betreffenden Zahlen lassen sich entsprechend abgerundet noch besser übersehen:

Trockensubstanz des Beifutters zu Rauhfutter	$^1/_6$	$^1/_4$ bis $^1/_3$	$^1/_2$	$^2/_3$ bis 1
a) Depression durch Rüben	4	7	12	22
„ „ Kartoffel	7	14	28	40
b) „ „ Rüben	4	6	9	14
„ „ Kartoffel	6	10	15	22

Durch Kartoffeln wird hiernach eine verhältnissmässig weit grössere Verdauungsdepression bewirkt, als durch Rüben; auf das verdauliche Rauhfuttereiweiss allein bezogen, ist dieselbe ziemlich genau eine doppelt so grosse, für das verdauliche Eiweiss des Gesammtfutters reichlich um die Hälfte grösser.

*) Landw. Versuchsstat. XIX, 35.

Noch weniger vollständig scheint nach den bisher hierüber angestellten Versuchen das Futtereiweiss zur Verdauung und Resorption zu gelangen, wenn man das Stärkmehl nicht in der Form von Kartoffeln, sondern in reinem Zustande, in Substanz neben dem Rauhfutter verabreicht. Das Stärkmehl an sich scheint eine grössere Verdauungsdepression auszuüben, als der Zucker (E. Wolff).

Ueber den Einfluss des dem Rauhfutter beigefütterten Fettes in Substanz auf die Verdaulichkeit der Nährstoffe desselben, hat V. Hofmeister *) an zwei Hammeln Versuche ausgeführt. Das wesentliche Ergebniss derselben ist folgendes:

1. Fett in Substanz dem Rauhfutter einverleibt ist einflusslos auf die Verdaulichkeit der Rohfaser des Rauhfutters;

2. eine Gabe von $^3/_4$ Kilo Fett (auf 1000 Kilo Lebendgewicht) und 18 bis 20 Kilo organischer Substanz im Futter, hatte nachweisbar eine höhere Verdaulichkeit der organischen Substanzen von Kleeheu (nicht von Wiesenheu) im Allgemeinen und insbesondere der Eiweissstoffe und der stickstofffreien Extraktstoffe zur Folge;

3. das dem Rauhfutter zugesetzte Oel in Substanz erscheint in hohem Grade verdaulich;

4. die Verdaulichkeit des Kleeheues ist aber durch Oelzusatz nicht so wesentlich gesteigert worden, dass Oelzusatz aus diesem Grunde allein lohnend und rathsam erscheint.

Aus seinen Versuchen über den Einfluss der Fette auf die Verdauung des Futters folgert E. Wolff **): dass unter den vorhandenen Verhältnissen (bei einem sehr stickstoffreichen und nährkräftigen Gesammtfutter, in welchem auch das verabreichte Wiesenheu schon viel Fettsubstanz enthielt), die einseitige Steigerung der Fettmenge durch Beigabe von Leinsamen, oder von theilweise entfettetem Palmmehl, auf die Verdauung der sonstigen Bestandtheile des Gesammtfutters weder einen bemerkbar hemmenden, noch auch einen fördernden Einfluss geäussert habe. Selbst relativ grosse Fettmengen in Form der erwähnten Beifutter haben sich für die Gestaltung des Verdauungsvorganges ganz indifferent verhalten.

F. Heidepriem ***) hat die Verdaulichkeit von Heu, Stroh und Samen der gelben Lupine an zwei Hammeln

*) Landw. Versuchsstat. XVI. 347.
**) Landw. Versuchsstat. XIX. 53 und Landw. Jahrb. V. 549.
***) Landw. Versuchsstat. XVI. 1.

untersucht. Das Ergebniss dieses Versuches ist in der folgenden Tabelle zusammengestellt.

Tabelle LXXII. Verdauungsvermögen von Hammeln für Lupinenfutter.

Versuchs-Periode und Nummer des Thieres		In je 8 Tagen verzehrt an Futtertrockensubstanz in Grm.	Gesammt-Verdauung der Futtertrockensubstanz in Proz.	Von dem verzehrten Futter sind verdaut in Proz.			
				Eiweiss	Fett	Rohfaser	Stickstofffr. organische Substanz
I	1	5545·9 Heu	63·5	73·0	15·5	67·1	57·3
	2	4921·3 Heu	71·7	75·7	45·3	79·8	65·9
II	1	2564·7 Heu 6338·3 Stroh 8903·0	58·5	54·1	18·7	53·6	68·7
	2	1147·6 Heu 3588·0 Stroh 4735·6	58·0	55·9	25·7	56·2	63·4
III	1	8030·7 Stroh	55·8	39·7	25·4	52·0	65·4
	2	7418·0 Stroh	54·1	35·4	35·0	49·2	64·5
IV	1	6769·8 Stroh 502·7 Samen 7272·5	57·3	48·9	39·6	54·0	65·1
	2	6810·5 Stroh 502·7 Samen 7313·2	55·2	49·0	44·1	47·7	67·0
V	1	5795·3 Heu 502·7 Samen 6298·0	69·7	77·1	36·3	68·8	70·7
	2	5187·9 Heu 502·7 Samen 5690·6	70·5	77·9	42·9	63·7	75·8

Ueber den Einfluss des Scheerens auf die Verdaulichkeit des Futters sind unter Weiske's*) Leitung Versuche an zwei Hammeln ausgeführt. Das Futter war jedoch von den geschorenen Thieren nicht besser verdaut worden, als von den ungeschorenen, obwohl sich bei ersteren eine wesentlich gesteigerte Fresslust wahrnehmbar machte. Es ergab sich ferner, dass nach der Schur weniger Wasser verzehrt wurde.

*) Landw. Versuchsstat. XIX. 34.

Im Anschlusse an diesen Versuch bekamen die Hammel zu ganz demselben Futter eine kleine Menge arseniger Säure, wodurch eine bessere Verdauung und eine Vermehrung des Lebendgewichtes veranlasst wurde.

Nach Weiske*) verdauten zwei Hammel bis zu 83 Prozent von den stickstoffhaltigen Substanzen des Fischguanos und auch einen Theil des leimgebenden Gewebes in demselben.

Die Fütterungsversuche von V. Hofmeister**) mit Fleischmehl an Schafen ergaben die leichte Verdaulichkeit dieses Futtermittels, doch war die Verwerthung desselben keine zufriedenstellende gewesen.

§. 321. *Das Verdauungsvermögen des Schweines.*

Verdauungsversuche an Schweinen liegen erst in geringer Zahl vor.

Die Verdaulichkeit ganzer Körner durch ein drei Jahre altes englisches Schwein wurde von J. Lehmann***) festgestellt. Das Schwein schied von 100 Kilo ganzer Körner unverdaut wieder aus:

von Hafer	50·6 Kilo
„ Gerste	54·8 „
„ Roggen	49·8 „
„ Erbsen	4·0 „

Nach Grouven's †) Versuchen betrug der Abgang an ganzen Körnern bei Schweinen:

	bei wässeriger Fütterung	bei trockener Fütterung
von Hafer	9·4 Proz.	6·3 Proz.
„ Roggen	10·5 „	9·3 „
„ Gerste	14·7 „	7·3 „
„ Erbsen	0·9 „	0·3 „
„ Pferdebohnen	0·3 „	0·2 „

Die Verdaulichkeit ganzer Körner war in diesem Falle also durchweg grösser bei trockner Fütterung. Sowohl in Grouven's, wie in Lehmann's Versuchen wurden Erbsen, und in Grouven's Versuchen auch Pferdebohnen besser verdaut, als die Getreide-

*) Journ. f. Landw. 1876. 265.

**) Landw. Versuchsstat. XVIII. 325.

***) Amtsbl. f. d. landw. Ver. d. Königr. Sachsen. 1865. S. XX.

†) Vorträge über Agrikultur-Chemie. 1862. S. 550.

körner. In Lehmann's Versuchen erklärt sich übrigens die ausserordentlich ungünstige Verdauung ganzer Körner dadurch, dass das Schwein durch $1^3/_4$ Jahre nur Roggenkleie erhalten hatte; es war deshalb nicht gewöhnt das Futter ordentlich zu kauen.

Die Verdaulichkeit der Rohfaser durch das Schwein ist zuerst von Weiske*) festgestellt worden; dieselbe betrug im Mittel von zwei Schweinen etwa 50 Prozent.

Die Verdaulichkeit von Gerste, Mais- und Erbsenschrot, nebst Beifutter von Maikäfer, Kokoskuchen, Stärke und Bohnen durch vier Schweine ist von E. Wolff**) untersucht worden. Das Ergebniss dieses Versuches zeigt folgende Tabelle.

Tabelle LXXIII. Verdauungsvermögen von Schweinen für verschiedene Futtermittel.

Versuchs-Periode	Futtermittel	Auf 1000 Kilo Lebendgewicht			
		Trockenfutter	Verdaute Futterbestandtheile in Kilo		
			Eiweiss	Fett	Kohlehydrate
	Thier Nr. 1 und 2.				
1	Gerstenschrot	34·5	3·79	0·73	23·76
2	2 Th. Gerste + 1 Th. Käfer	30·7	6·66	1·03	14·39
3	1 „ „ + 1 „ „	27·3	7·46	1·09	9·64
3a	Gerstenschrot	31·7	3·17	0·73	22·28
4	„	28·5	2·79	0·60	20·05
5	„	23·3	2·35	0·60	16·42
5a	„	21·4	2·16	0·55	15·08
	Thier Nr. 3 und 4.				
1	Gerstenschrot	33·5	3·64	0·62	22·36
2	1 Th. Gerste + 1 Kokoskuchen . . .	29·4	4·05	1·09	17·97
3	2 „ „ + 1 Th. Käfer	26·3	5·63	0·84	12·09
3a	Gerstenschrot	29·9	2·99	0·69	21·02
4	8 Th. Gerste + 1 Th. Käfer	25·0	3·56	0·64	15·45
5	6 „ „ + 1 „ Stärke	23·3	2·03	0·50	17·21
	Thier Nr. 2 und 4.				
6	3 Th. Gerste + 1 Th. Stärke	24·4	1·62	0·36	18·54
7	Maisschrot	21·5	1·93	0·82	16·09
8	Erbsenschrot	17·1	3·77	0·26	10·59
	Thier Nr. 2.				
9	1 Th. Gerste + 1 Th. Bohnen . . .	13·9	2·12	0·30	8·76

*) Landw. Versuchsstat. XV. 90. **) Ebendaselbst XIX, 241.

Die Thiere Nr. 1 und 2 wurden vom 5. Januar bis 25. März (Periode 3a bis 5a), im Ganzen 80 Tage, ausschliesslich mit Gerstenschrot (Sorte Nr. 2) gefüttert; hierbei nahmen sie im Durchschnitte das Stück von 64·4 bis 102·4 Kilo, also um 38·0 Kilo an Lebendgewicht zu.

Die Thiere Nr. 3 und 4 erhielten vom 5. Januar bis 13. März (Periode 3a bis 5), im Ganzen 68 Tage, ebenfalls Gerstenschrot, in Periode 3a als alleiniges Futter, in Periode 4 mit einem geringen Zusatze von Maikäfersubstanz, in Periode 5 mit einer Beigabe von Stärkmehl. Das Lebendgewicht stieg hierbei durchschnittlich von 58·4 auf 86·5 Kilo, also um 28·1 Kilo das Stück.

Das Thier Nr. 2 verzehrte zuerst 80 Tage hindurch allein Gerstenschrot, sodann durch 12 Tage Gerste und Stärkmehl, und endlich durch 16 Tage allein Maisschrot. Die Lebendgewicht-Zunahme betrug in dieser Zeit 41·3 Kilo (von 38·5 bis 79·8 Kilo)

Das Thier Nr. 4 war ausgezeichnet durch grosse Fresslust und es verwerthete auch das aufgenommene Futter besonders gut durch rasche Zunahme des Lebendgewichtes (von 43·1 bis auf 96·6 Kilo, d. h. um 53·5 Kilo). Es wurde zuerst durch 68 Tage wie die Thiere Nr. 3 und 4 gefüttert; hierauf erhielt es durch 24 Tage Gerstenschrot und Stärkmehl, und endlich durch 16 Tage ausschliesslich Maisschrot.

Die Wirkung der Gerste ist überall eine ziemlich gleiche gewesen. Die Beifütterung von Maikäfern und von Kokoskuchen hat die Verdaulichkeit der Eiweiss- und Fettstoffe im Gesammtfutter erhöht, die der Kohlehydrate aber herabgesetzt. Durch Beifütterung von Stärke und Bohnen wurde die Verdaulichkeit der Eiweiss- und Fettstoffe mehr, der Kohlehydrate nur etwas herabgesetzt. Bei Fütterung von Maisschrot wurden sämmtliche Nährstoffe in geringerem Grade verdaut, als im Durchschnitte bei Gerstenschrotfütterung, während bei Erbsenschrotfütterung die Verdaulichkeit der Eiweissstoffe annähernd gleich blieb, bezüglich der Fettstoffe und Kohlehydrate aber geringer war, als bei Gerstenschrotfütterung.

Ed. Heiden*) hat die Verdaulichkeit von Erbsen, Mais, Gerste und Roggenkleie (mit Beifütterung von saurer Milch und Wasser) an je acht jungen Schweinen der grossen Yorkshirerasse untersucht. Während der Versuchszeit im Jahre 1872 bis 1874 (es wurden in jedem Jahre andere Schweine benutzt) befanden sich die Thiere im Alter von 183 bis 260 Tagen. Der sehr umfangreiche Versuch gestattet keine kurze Darstellung, weshalb ich mich begnüge, die von Heiden daraus abgeleiteten Schlüsse hier mitzutheilen:

*) „Beiträge zur Ernährung des Schweines." Hannover und Leipzig 1876.

1. Die Verdaulichkeit der hier in Rede stehenden Futtermittel ist eine wesentlich verschiedene.

2. Das Futtergemenge: Körner, beziehungsweise Roggenkleie mit saurer Milch wird in höherem Grade verdaut, als das gleiche Futtergemenge mit Wasser.

3. Die grössere Verdaulichkeit des Futtergemenges: Körner, beziehungsweise Roggenkleie mit saurer Milch, lässt sich zum Theile durch die grössere Verdaulichkeit der Milch, zum Theile auch dadurch erklären, dass die saure Milch die Verdaulichkeit gewisser Nährstoffe der Futtermittel erhöht.

4. Vor Allen sind es Rohproteïn und Fett, welche durch die Gegenwart der sauren Milch im Verdauungsapparate in höherem Grade löslich werden; eine Ausnahme hievon bilden das Rohproteïn und das Fett der Roggenkleie.

5. Die Rohfaser wird zum Theile verdaut; der Grad der Verdaulichkeit ist je nach den Futtermitteln und der Art der Verabreichung derselben verschieden, und er hängt von der Beschaffenheit der Rohfaser in den einzelnen Futtermitteln ab.

6. Die stickstofffreien Nährstoffe zeigen bei allen Futtermischungen die höchste Verdaulichkeit.

7. Die Menge der Asche des Kothes ist den grössten Schwankungen unterworfen.

Ed. Heiden*) hat ebenfalls die Verdaulichkeit der Schlickermilch an vier Schweinen (im Alter von je 239 Tagen) untersucht. Da Schweine im Alter der Versuchsthiere, nach früherer Erfahrung Heiden's, täglich 2 bis $2^1/_4$ Kilo Trockensubstanz im Futter gebrauchten, so sollten täglich 25 Liter Schlickermilch gereicht werden. In den ersten Tagen nahmen sie die bestimmte Milchmenge nicht ganz auf, sondern zumeist nur 18 Liter, dann 20, 22 und vom zehnten Tage an 24 Liter, welche, da die Milch in den Versuchstagen im Mittel einen Wassergehalt von 90 bis 95 Prozent hatte, 2235 Gramm Trockensubstanz enthielt.

Die Schweine verdauten durchschnittlich aus der Schlickermilch:

von der Trockensubstanz	95·14	Proz.
„ dem Rohproteïn	96·06	„
„ den stickstofffreien Nährstoffen	98·90	„
„ den Aschenbestandtheilen	64·47	„

*) Landw. Versuchsstat. XX. 398.

Die Schlickermilch wird also von Schweinen nicht vollständig verdaut, woraus sich, wie Heiden meint, der günstige Einfluss der Schlickermilch auf die Verdaulichkeit anderer Futtermittel ergibt.

Die beträchtliche Verdaulichkeit des Fleischmehles durch Schweine ist von J. Lehmann, von E. Wolff und durch mehrere Versuche in der Praxis*) nachgewiesen worden.

d) Die Ausnutzung und Nährwirkung des Futters.

§. 322. *Volumen und Masse des Futters in Beziehung zum Verdauungsapparate.*

Die Nährwirkung des Futters ist zunächst abhängig von der Form und Leistung des Verdauungsapparates; dieser aber kann sich bis zu einem gewissen Grade dem Volumen und der Masse des Futters anpassen (siehe Seite 442, 740 und 880). Der Thierzüchter kann diese Anpassung durch die Zuchtwahl, oder durch das Aufzuchtverfahren begünstigen. Bei erwachsenen Thieren aber ist das Anpassungsvermögen des Verdauungsapparates an die Form des Futters sehr gering; bei ihnen muss sich demnach die Form des Futters der Form des Verdauungsapparates anpassen.

Da die Drüsen des Verdauungsapparates zur Absonderung ihrer Säfte durch den mechanischen Reiz des aufgenommenen Futters veranlasst werden, so bedarf der Verdauungsapparat einer gewissen Füllung, beziehungsweise eines gewissen Futtervolumens, damit die Verdauungsdrüsen allseitig von jenem Reize betroffen werden.

Mit Beziehung auf jene Aufgabe der Füllung, unterscheiden wir voluminöse und massige Futtermittel. Die voluminösen Futtermittel kennzeichnen sich durch ihr (im Verhältniss zu ihrem Gewichte) grosses Raummaass und durch ihren hohen Rohfaser- und Trockensubstanzgehalt. Die massigen Futtermittel kennzeichnen sich durch ihr (im Verhältniss zu ihrem Gewichte) geringes Raummaass und durch ihren im Allgemeinen geringen Rohfasergehalt; ihr Trockensubstanzgehalt ist verschieden: einige massige Futtermittel besitzen einen ebenso hohen Trockensub-

*) Siehe Jahresbericht über Agrikultur-Chemie. 1878. S. 146.

stanzgehalt wie die voluminösen Futtermittel, andere gehören zu den wasserreichsten Futtermitteln (wie z. B. Wasserrüben und Schlempe), die überhaupt zur Ernährung der landwirthschaftlichen Hausthiere verwendet werden.

Zu den voluminösen Futtermitteln gehören die Stroh- und Heuarten, sowie die Malzkeime und die Kleien. Die Stroh- und Heuarten, die unter dem Begriffe „Rauhfutter" zusammengefasst werden, besitzen durchschnittlich einen Trockensubstanzgehalt von 85 bis 87 Prozent, und einen Rohfasergehalt von 25 bis 42 Prozent; 1 Kubikmeter derselben wiegt zwischen 59 bis 100 Kilo im Mittel, beziehungsweise 100 Kilo derselben nehmen einen Raum ein von 1 bis 1·70 Kubikmeter. Die Malzkeime und die Kleien haben einen etwas höheren Trockensubstanzgehalt, aber einen geringeren Rohfasergehalt als die Rauhfuttermittel.

Die massigen Futtermittel umfassen das Grünfutter, die Wurzelfrüchte, die Körner und einige Rückstände technischer Gewerbe (Oelkuchen, Schlempe u. s. w.). Das Gewicht eines Kubikmeters übersteigt stets 300 Kilo und es geht bis zu 800 Kilo, beziehungsweise 100 Kilo desselben nehmen einen Raum ein von 0·30 Kubikmeter und darunter (bis zu 0·12 Kubikmeter).

Der Trockensubstanz- und Rohfasergehalt, sowie das Gewicht- und Raummaass der wichtigeren Futtermittel ist in Tabelle LXXIV in Mittelzahlen dargestellt.

Wenn wir von dem hohen Rohfasergehalte der Körner von Buchweizen und Lupinen absehen, so erkennen wir aus der Tabelle, dass sich die voluminösen und die massigen Futtermittel hauptsächlich durch ihren Rohfasergehalt unterscheiden. Mit Ausnahme der Buchweizenkörner, erreicht keines der massigen Futtermittel (von denen 1 Kubikmeter über 300 Kilo wiegt) den Rohfasergehalt der voluminösen Futtermittel (von denen 1 Kubikmeter unter 300 Kilo wiegt).

Da von der Rohfaser der Rauhfuttermittel durchschnittlich nur etwa die Hälfte verdaulich ist, so wird dem Verdauungsapparate durch die voluminösen Futtermittel demnach eine grosse Quantität unverdaulicher Substanz zugeführt. Dieser Uebelstand ist in Anbetracht der nothwendigen Füllung des Verdauungsapparates nicht zu vermeiden, aber er muss auf ein möglichst geringes Maass beschränkt werden, weshalb es wichtig ist, das geringste Futtervolumen zu kennen, das zur Füllung des Ver-

Tabelle LXXIV. Mittlerer Trockensubstanzgehalt, Gewicht- und Raummaass verschiedener Futtermittel.

Futtermittel	Trockensubstanzgehalt in Proz.	Rohfasergehalt in Proz.	1 Kub.-Met. = Kilo	100 Kilo = Kub.-Met.
A. Voluminöse Futtermittel.				
Stroh von Hülsenfrüchten	86	40	59	1·70
Spreu und Ueberkehr	86	40	68	1·47
Stroh von Sommergetreide	86	40	77	1·30
Heu von Esparsette und Klee . .	85	30	87	1·15
Stroh von Wintergetreide	86	42	95	1·05
Geringes Wiesenheu	87	33	95	1·05
Gutes Wiesenheu	86	25	100	1·00
Malzkeime	90	16	227	0·44
Kleien	88	14	294	0·34
B. Massige Futtermittel.				
Gras und Grünklee	25	6	333	0·30
Oelkuchen	88	11	357	0·28
Rübenblätter	11	1·5	385	0·26
Schwarzmehl	86	3	385	0·26
Haferkörner	86	9	454	0·22
Wasserrüben	9	0·8	625	0·16
Schlempe	9	1	625	0·16
Kohlrüben	13	1	667	0·15
Gerstenkörner	86	7	667	0·15
Kopfkohl	12	2	714	0·14
Runkelrüben und Möhren	13	1·4	714	0·14
Roggenkörner	86	4	714	0·14
Maiskörner	87	6	714	0·14
Buchweizenkörner	87	15	714	0·14
Kartoffeln und Topinambur	23	1	769	0·13
Lupinenkörner	86	12	769	0·13
Hülsenfruchtkörner	86	7	769	0·13

dauungsapparates erforderlich ist. Haubner*) bestimmt die täglich aufzunehmende geringste Menge an voluminöser Nahrung in lufttrockenem Zustande (Rauhfutter), wenn der sonstige Nährstoffbedarf in massiger Nahrung (Körnern und Wurzelfrüchten) gedeckt wird, für das Pferd auf $2^1/_2$ Kilo, für das Rind auf 3 Kilo, für das Schaf auf $^1/_2$ Kilo; das grösste Quantum

*) „Gesundheitspflege", 3. Aufl. S. 258.

(für mittelgrosse Thiere) berechnet Haubner: für das Pferd auf 10 bis $12^1/_2$ Kilo, für das Rind auf $12^1/_2$ bis 15 Kilo, für das Schaf auf $2^1/_4$ bis $2^1/_2$ Kilo. Das mittlere und in allen Beziehungen mehr zuträgliche Quantum an Rauhfutter, neben massiger Nahrung, berechnet Haubner: für das Pferd auf 4 bis 5 Kilo, für das Rind auf 5 bis 6 Kilo, für das Schaf auf 1 Kilo. Nach meiner Erfahrung in der Praxis halte ich diese Zahlenangaben Haubner's für richtig.

Das Volumen des Rauhfutters kann durch Schneiden etwas vermindert werden, weil sich geschnittenes Futter mehr zusammensetzt. Aber das geschnittene Rauhfutter beeinträchtigt das Wiederkauen, namentlich wenn es zu kurz geschnitten ist (für Rinder unter 3 Zentimeter, für Schafe unter 2 Zentimeter). Das Futter, welches aus dem Pansen und der Haube durch den Schlund in die Maulhöhle zurückkehrt, um wiedergekaut zu werden, muss einen gewissen Zusammenhang besitzen, der durch lange Futtermittel, beziehungsweise ganzes Rauh- und Grünfutter, hergestellt wird. Durch kurzes, beziehungsweise weiches und flüssiges Futter wird das Wiederkauen beschränkt, oder es kann ganz aufgehoben werden. Deshalb eignen sich (mit Ausnahme der Grünfutterarten) die massigen Futtermittel nicht als Hauptfutter für Wiederkäuer. *)

Der Raum des Verdauungsapparates ist nur bis zu einem gewissen Grade bestimmend für das Raummaass der Futtermittel, d. h. das Raummaass der letzteren darf das Raummaass des Verdauungsapparates, mit Berücksichtigung seiner Ausdehnungsfähigkeit, nicht überschreiten. Aber bis zu dieser Grenze besitzen die Futtermittel eine sehr ungleiche Nährwirkung; bei den voluminösen Futtermitteln ist diese (im Verhältnisse zur Einheit ihres Raummaasses) im Allgemeinen geringer, weil sie viel unverdauliche Stoffe enthalten; bei den massigen Futtermitteln aber ist die Nährwirkung (im Verhältnisse zur Einheit ihres Raummaasses) im Allgemeinen grösser, weil sie ärmer an unverdaulichen

---

*) Ich habe durch einen Versuch (siehe meine „Beiträge zur landw. Thierzucht" S. 147.) festgestellt, dass durch alleinige Fütterung mit Kleie und Wasser bei Schafen das Wiederkauen aufgehoben werden kann. Auch glaube ich dadurch bewiesen zu haben, dass das Wollefressen der Schafe meistens verursacht ist durch zu wenig voluminöses Futter. Der Mangel an Futtervolumen nöthigt die Schafe Wolle zu fressen; dadurch erhalten die Futterbissen einen grösseren Zusammenhalt, der die Rückkehr in das Maul möglich macht.

Stoffen sind, und sie ist bei ihnen im Allgemeinen um so beträchtlicher, je mehr Trockensubstanz sie besitzen.

Die Nährwirkung eines Futtermittels steht also in Beziehung zu dem Grade der Verdaulichkeit, und dieser ist bei den landwirthschaftlichen Futtermitteln im Allgemeinen abhängig von dem Rohfasergehalte derselben, der, wie wir wissen, in einem gewissen gegensätzlichen Verhältnisse steht zu dem Eiweissgehalte der Futtermittel.

Der Rohfasergehalt eines Futtermittels gibt uns also im Allgemeinen ein Maass: sowohl für den Grad seiner Verdaulichkeit und seiner Nährwirkung, wie für seine Raumerfüllung im Verdauungsapparate. Das Raummaass der Futtermittel gewährt uns daher einen sehr sicheren Anhalt für die Quantität des zu verabreichenden Futters, weshalb es sich auch bei der landwirthschaftlichen Fütterung weit mehr empfiehlt und thatsächlich auch mehr im Gebrauche ist, als das Gewichtsmaass. Der praktische Landwirth weiss sehr wohl, dass 1 Kilo Hafer einen ganz verschiedenen Futterwerth hat, je nachdem er mehr oder weniger Raum einnimmt; 1 Kilo Hafer, der 0·003 Kubikmeter (0·03 Hektoliter) misst, hat einen geringeren Futterwerth, als 1 Kilo Hafer, der 0·002 Kubikmeter (0·02 Hektoliter) Raum einnimmt; 1 Kilo geringes Wiesenheu nimmt einen grösseren Raum ein, als 1 Kilo gutes Wiesenheu u. s. w. Das nämliche Futtermittel belästigt also den Verdauungsapparat mehr, es nimmt mehr Verdauungssäfte in Anspruch und es wird langsamer verdaut, beziehungsweise es bleibt davon ein grösserer Antheil unverdaut, wenn es bei gleichem Gewichte voluminöser ist, beziehungsweise wenn seine Qualität geringer ist.

Man könnte gegen die Fütterung nach Raummaass geltend machen, dass durch Anwendung der Wage stets die gleiche Quantität der Nährstoffe abgemessen werden kann, und dass, wenn in der Raumeinheit eines Futtermittels weniger Nährstoffe enthalten sind, in dem gleichen Gewichte mehr davon gegeben wird. Die Forderung eines grösseren Raummaasses, um ein festgesetztes Gewicht zu erreichen, ist aber durchaus nicht zum Vortheile des Thieres, denn dessen Verdauungsthätigkeit wird dadurch in höherem Grade in Anspruch genommen. Die Verdauungsarbeit steigert sich, weil der unverdauliche Antheil in schlechterem Futter grösser ist. Die geringere Futterqualität, beziehungsweise das grössere Volumen eines gleichnamigen Futtermittels fordert also einen grösseren

Kraftaufwand von Seiten des Thieres, der gleichwohl nur eine geringere Nährwirkung zur Folge hat. Dazu kommt, dass alle voluminösen Futtermittel (also bei gleichnamigen Futtermitteln die geringere Qualität derselben) in dem Thiere eher das Gefühl der Sättigung hervorruft, als die massigen Futtermittel. Das Thier frisst in der Regel von letzteren mehr, weil sich das Gefühl der Sättigung bei ihnen später einstellt. Damit aber nimmt es auch mehr, beziehungsweise leichter verdauliche Nährstoffe auf.

Wenn wir den Nährstoffgehalt von 1 Kubikmeter des nämlichen Futtermittels in grünem und in getrocknetem Zustande vergleichen, so erkennen wir sogleich den grösseren Nährwerth des minder voluminösen Grünfutters. In einem Versuche Weiske's*) enthielt die Trockensubstanz der grünen Luzerne 20·62 Prozent Eiweissstoffe, die Trockensubstanz der als Dürrheu getrockneten Luzerne 18·44 Prozent Eiweissstoffe. Berechnen wir den mittleren Durchschnitt an Trockensubstanz in der grünen Luzerne zu 25 Prozent, in dem Luzerneheu zu 85 Prozent, so enthielten 100 Kilo grüner Luzerne 5·15 Kilo Eiweissstoffe, 100 Kilo Luzerneheu 15·67 Kilo Eiweissstoffe; der Rauminhalt von 100 Kilo Luzerneheu aber beträgt etwa 1·15 Kubikmeter im Mittel. Wollten wir denselben Raum durch grüne Luzerne ausfüllen, so wären dazu 383 Kilo erforderlich, die nach vorstehender Rechnung 19·90 Kilo Eiweissstoffe enthalten. In dem gleichen Raummaasse verhält sich also der Eiweissgehalt von Luzerneheu und grüner Luzerne wie 15·67 : 19·90, oder wie 100 : 127. Da aber ein pflanzenfressendes Thier verhältnissmässig mehr Grünfutter aufnehmen kann, als dem gleichen Raummaasse entsprechendes Heu, so stellt sich der Nährwerth des minder voluminösen Grünfutters noch günstiger, als obige Rechnung nachweist. Haubner **) nimmt an, dass ein Rind $12^1/_2$ Kilo Heu oder 60 Kilo Grünfutter aufnehmen kann. Nach obiger Berechnung würden $12^1/_2$ Kilo Luzerneheu enthalten 1·96 Kilo Eiweissstoffe, 60 Kilo grüne Luzerne 3·09 Kilo Eiweissstoffe; der Eiweissgehalt des Luzerneheues und der grünen Luzerne würde sich demnach verhalten wie 100 : 158. Der verdauliche Antheil der grünen Luzerne aber ist verhältnissmässig noch grösser; wir wissen aus §. 314, dass davon mehr verdaut wird, als von Luzerneheu.

---

*) „Beitr. z. Frage über Weidewirthschaft und Stallfütterung" S. 41.
**) „Gesundheitspflege", 3. Aufl. S. 256.

Aber das Gefühl des Hungers, beziehungsweise der Sättigung, ist nicht allein maassgebend für die Quantität der Futteraufnahme; auch die Schmackhaftigkeit der Futtermittel spielt dabei eine grosse Rolle, namentlich wo es sich darum handelt: die Fresslust der Thiere zu steigern, wie im Falle der Mastung. Versuche über den Einfluss der Schmackhaftigkeit der Futtermittel auf die Quantität der Futteraufnahme sind bis jetzt nur in sehr geringer Zahl ausgeführt worden. J. Lehmann*) hat jenen Einfluss bei Schweinen festgestellt. Die Schweine Lehmann's nahmen im Durchschnitte auf 100 Kilo Lebendgewicht täglich folgende Mengen von Futtermitteln auf:

von	Gerstenschrot	4·22 Kilo
„	Haferschrot	2·42 „
„	Roggenkleie	2·35 „
„	Roggen	2·33 „

Da 100 Kilo Lebendgewicht der im ersten Lebensjahre stehenden Schweine bei täglicher Aufnahme von 4·22 Kilo Gerste nicht die geringste Verdauungsstörung, aber auch keine ungeregelte Zunahme zeigte, so geht daraus hervor, dass das Volumen des Magens für die Aufnahme eines solchen Futterquantums geeignet ist. Es lässt sich dann aber auch annehmen, meint Lehmann, dass sich die Thiere bei den drei anderen Futtermitteln nie in einem völligen Sättigungszustande befinden konnten, und vor dem vollen Futtertroge in der That Hunger litten.

Aus den Erfahrungen der Praxis dürfen wir schliessen: dass den landwirthschaftlichen Hausthieren im Allgemeinen die massigen Futtermittel schmackhafter sind, als die voluminösen. Dies ergibt sich auch aus der Futteraufnahme nach freier Wahl (der sogenannten Fütterung ad libitum). In einem Versuche von V. Hofmeister**) mit Merino- und Down-Franken-Schafen, stürzten die Thiere am ersten Tage der ad libitum-Fütterung mit grosser Hast und Gier über die Kartoffeln her und sie frassen dieselben ohne Absatz auf; auch eine neue Kartoffelration wurde ganz vollständig verzehrt. Erst dann wurde etwas Heu verzehrt, und die Merinos legten sich darauf zum Wiederkauen nieder, ohne die vorgelegten Rapskuchen und Erbsen angerührt zu haben,

*) Amtsbl. f. d. landw. Ver. d. Königr. Sachsen. 1868. S. 20.
**) Landw. Versuchsstat. XII. 90.

was aber später geschah. Am ersten Tage hatten verzehrt (in Kilo):

	Rapskuchen	Erbsen	Kartoffeln	Heu
die Merinos	0·015	0·75	10·92	2·25
die Down-Franken . . .	0·435	0·75	10·52	2·53

In den vierzehn Tagen der ad libitum-Fütterung verzehrten (in Kilo):

	Rapskuchen	Erbsen	Kartoffeln	Heu
die Merinos	0·77	26·71	73·86	25·26
die Down-Franken . . .	0·10	24·65	29·43	27·53

In einem Fütterungsversuche nach freier Wahl von J. Susta*) verzehrten zehn Stück $2^1/_2$jährige Merinohammel durch zwanzig Wochen im Durchschnitte täglich das Stück: 0·34 Kilo Kleegras und Wiesenheu, 0·79 Kilo Hafer, 0·35 Kilo Treber, und in den ersten dreizehn Tagen 0·25 Kilo Futterrüben; von den übrigen Futtermitteln (Wicken- und Haferstroh, Schrot, Oelkuchen) aber nur ganz unbedeutende Quantitäten.

Die Futteraufnahme nach freier Wahl hat sich nach allen bei Stallfütterung angestellten Versuchen nicht bewährt. Ueberall hatten die Thiere von den massigen Futtermitteln (die ihrem Geschmacke mehr zusagten) im Verhältnisse zu den voluminösen Futtermitteln zu grosse Quantitäten aufgenommen, und sie hatten sich dabei schlecht und kostspielig ernährt. Der Instinkt der Thiere traf also nicht das ihrem Verdauungsapparate und der Nährwirkung des Futters angemessenste Verhältniss zwischen Volumen und Masse, und zwischen den einzelnen Nährstoffen. Ueberall auch erwiesen sich die Kosten der ad libitum-Fütterung weit höher, als bei der gewöhnlichen Fütterungsweise.

Es gebietet daher sowohl die Rücksicht auf die Form und Leistung des Verdauungsapparates, als auch auf die Nährwirkung des Futters, sowie endlich auf den wirthschaftlichen Vortheil: die Futtermittel den im Stalle zu fütternden Thieren in einem dem Nährzwecke angemessenen Verhältnisse von Volum und Masse, sowie in Rücksicht auf das Verhältniss der einzelnen Nährstoffe vorzulegen.

Diese Rücksichten aber entfallen bei Thieren, die gewohnt sind auf guter Grasweide sich zu nähren. Eine gute Grasweide bietet den pflanzenfressenden Thieren im Allgemeinen ein ihrem Verdauungsapparate angemessenes Verhältniss von Volumen und

*) Wiener landw. Zeitung, 1871, Nr. 41.

Masse im Futter, und ein den meisten Nährzwecken entsprechendes Verhältniss der einzelnen Nährstoffe. Damit aber soll nicht gesagt sein, dass die künstliche Fütterung im Stalle durch geeignete Futtermischungen nicht einen besseren Nährerfolg zu erzielen im Stande wäre. Aber jedenfalls ist die künstliche Fütterung schwieriger, und sie erfordert vor Allem die gründliche Erkenntniss aller Bedingungen der thierischen Ernährung, beziehungsweise der Futterwirkung.

§. 323. *Die Quantität des Futters in Beziehung zur Lufttemperatur und zu den Leistungen des Thieres (Erhaltungs- und Produktionsfutter).*

Der Einfluss der Lufttemperatur äussert sich im Allgemeinen derart: dass durch Kälte der Luft die Quantität des aufzunehmenden Futters gesteigert, durch Wärme aber verringert wird. Da der Einfluss der Lufttemperatur auf den Stoffwechsel im siebenundzwanzigsten Kapitel *) eingehend erörtert ist, so glaube ich hier einer weiteren Betrachtung dieses Einflusses enthoben zu sein; nur die Beziehung der Lufttemperatur zur Körpergrösse der Thiere will ich, wegen ihrer grossen praktischen Bedeutung, hier nochmals kurz hervorheben. Je grösser nämlich ein Thier ist, desto geringer ist sein Nahrungsbedürfniss zur Unterhaltung der thierischen Wärme. Da der Körperinhalt in kubischem, die Oberfläche aber in quadratischem Verhältnisse wächst, so ist die Wärmeausstrahlung bei grossen Thieren verhältnissmässig geringer, und es kann dem entsprechend das zur Unterhaltung der Körperwärme erforderliche Futter in kleinerer Quantität zugeführt werden, beziehungsweise: eine verhältnissmässig gleiche Futtermenge bewirkt bei grossen Thieren eher eine Steigerung der Produktion.

Was die Leistungen des Thierkörpers betrifft, so ist es leicht verständlich, dass je grösser die Leistungen sind, desto grösser auch die aufzunehmende Futterquantität sein muss, welche die, durch die Leistungen verbrauchten Stoffe zu ersetzen und fernere Leistungen zu erzeugen bestimmt ist. Die Futterquantität steht also in geradem Verhältnisse zur Grösse der Leistungen. Alle arbeitenden, sowie alle im Wachsthume begriffenen Thiere

*) Siehe insbesondere S. 554 und 555, sowie §. 245.

bedürfen grösserer Futterquantitäten, als die ruhenden Thiere, deren Leistung sich beschränkt auf die innere Arbeit ihrer organischen Apparate.

Diese Beziehung der Futterquantität zur Leistung hat in der landwirthschaftlichen Praxis zu der eigenthümlichen Unterscheidung von Erhaltungs- und Produktionsfutter geführt.

Man versteht unter Erhaltungsfutter diejenige Futterquantität, welche ausreicht: ein Thier im sogenannten Beharrungszustande zu erhalten, in welchem die Einnahmen und Ausgaben des Organismus im Gleichgewichte stehen. Das Erhaltungsfutter hat nur die Aufgabe: diejenigen organischen Leistungen zu unterhalten, welche das Fortbestehen des Lebens bedingen. Andere, insbesondere äussere Arbeitsleistungen, sind bei der Unterhaltung des Beharrungszustandes ausgeschlossen. Das Erhaltungsfutter kommt also nur für ruhende Arbeitsthiere (d. h. für solche in der arbeitsfreien Zeit) in Betracht. Jedes andere Hausthier, das irgend welche äussere Leistungen bietet, befindet sich im Produktionszustande, und es kann bei blossem Erhaltungsfutter nicht bestehen.

Meines Erachtens sollte die Unterhaltung des Beharrungszustandes, beziehungsweise die Fütterung mit Erhaltungsfutter, in kultivirten Wirthschaften gar nicht in Frage kommen. Die Unterhaltung von Pferden in der arbeitsfreien Zeit durch Erhaltungsfutter wird durch die Wiederauffütterung zur Zeit der Arbeit viel kostspieliger, als wenn die Pferde ein gleichmässiges Produktionsfutter erhalten, das immerhin ja geringer sein kann, als zur Zeit angestrengter Arbeit. Durch das Erhaltungsfutter (dessen dem Beharrungszustande entsprechende Maass in der Praxis übrigens sehr schwierig festzustellen ist und das keinenfalls durch die Viehwage allein bestimmt werden kann) wird das Arbeitsvermögen der Pferde so herabgesetzt, dass es durch längere Zeit einer kräftigen Fütterung und wiederholter Muskelübung bedarf, bis die geschwächten und steifen Glieder wieder ihren früheren Dienst verrichten. Uebrigens fehlt es in einer gut organisirten Wirthschaft auch im Winter nicht an Arbeit für die Pferde.

Dieselben Erwägungen sprechen gegen die Unterhaltung des Beharrungszustandes bei Arbeitsochsen. Wenn diese im Winter gar keine Beschäftigung finden, so ist ihre Haltung auch nicht am Platze; entweder sollten sie im Herbste mager verkauft und im Frühjahre andere gekauft werden, oder sie sollten über Winter gemästet und gegen Frühjahr fett verkauft werden. Was das Vortheilhaftere ist, darüber entscheidet die Rechnung auf Grundlage der örtlichen Wirthschaftsverhältnisse.

In den Versuchen von Henneberg und Stohmann*) wurden ruhende Arbeitsochsen, bei einer Stalltemperatur von 10° bis 15° R., durch folgende

*) „Beitr. z. Begründung einer ration. Fütterung d. Wiederkäuer." I. S. 136.

tägliche Futterrationen (in Kilo auf 1000 Kilo Lebendgewicht) im Beharrungszustande erhalten:

a)	17·5	Kleeheu;					
b)	11·4	Haferstroh	und	43·0	Runkelrüben;		
c)	12·6	„	„	25·6	„	und	1·0 Rapskuchen;
d)	13·0	„	„	3·7	Kleeheu	„	0·6 „
e)	14·2	„	„	2·6	„	„	0·5 „
f)	13·3	Roggenstroh	„	3·8	„	„	0·6 „

Als gleichwerthige Beharrungsfutter, bei denen die grösste Ausnutzung des Futters stattfindet, sind nach Henneberg und Stohmann solche Futtermischungen zu betrachten, die (auf 1000 Kilo Lebendgewicht und bei 10^0 bis 15^0 R. Stalltemperatur) in der Tagesration enthalten:

7 bis 8 Kilo lösliche stickstofffreie organische Substanz,
0·9 „ 1 „ stickstoffhaltige Nährstoffe,

und von den wichtigeren Mineralstoffen etwa:

125 Grm. Alkalien, 25 Grm. Phosphorsäure und 50 Grm. Kalk.

Der freiwillige Verbrauch an Tränkwasser bei Trockenfutter, oder bei nur mässig mit saftreichen Futterstoffen (Rüben) versetztem Futter, betrug 25 bis 30 Kilo, und er sank um so tiefer, je mehr die saftreichen Futtermittel das Uebergewicht in der Ration erlangten. Im Ganzen verzehrten die Thiere, das in den Futterstoffen bereits enthaltene zu dem Tränkwasser zugerechnet, 27 bis $38^1/_2$ Kilo Wasser.

Zur Erhaltung des Respirationsprozesses der unproduktiven Thiere waren je nach der Temperatur der äusseren Umgebung $7^1/_2$ bis $11^1/_2$ Kilo organische Substanz von der Zusammensetzung des Stärkmehles erforderlich. Der Respirationsverbrauch stieg, wenn man eine Temperatur von 8^0 R. zum Ausgangspunkte wählte, für jeden Temperaturgrad nach dem Gefrierpunkte zu um 5 bis 7 Prozent, und er sank für jeden Grad, mit dem sich die Stallwärme einer Temperatur von 13^0 R. näherte, um 2 bis 3 Prozent.

Nach den Versuchen von Henneberg*) mit 35 bis 45 Kilo schweren Merino-Negretti-Schafen, erfordert die Erhaltung des Beharrungszustandes von 1000 Kilo Lebendgewicht Schafen mit voller Wolle:

1·8	Kilo	stickstoffhaltige Nährstoffe
11·6	„	stickstofffreie Nährstoffe
23 bis 26	„	organische Trockensubstanz
46 „ 73	„	Wasser.

Die Quantität des Produktionsfutters ist abhängig: 1. von der Methode der Aufzucht, 2. von der Grösse (Schwere) und dem Alter der Thiere, 3. von dem Ernährungszustande, 4. von dem Temperamente, 5. von dem Geschlechte, 6. von der Rasse der Thiere.

---

*) Journ. f. Landw. 1864, S. 1. Siehe übrigens auch §. 328 vorl. Werkes.

1. Die Aufzuchtmethode entscheidet hauptsächlich über den Bedarf von eiweissreichen und holzfaserreichen Futtermitteln. Alle intensiv aufgezogenen Thiere, d. h. solche, die im ersten Jahre der aussermütterlichen Entwicklung mit eiweissreichen Futtermitteln ernährt worden sind, bedürfen zu ihrer vollen Leistungsfähigkeit auch ferner einer grösseren Quantität Eiweissstoffe im Futter, als extensiv aufgezogene Thiere, die schon früh an die Aufnahme holzfaserreicher Nahrung gewöhnt sind; die letzteren begnügen sich auch mit einer geringeren Quantität von Erhaltungsfutter.

2. Die Grösse (Schwere) und das Alter der Thiere beeinflusst die Futterquantität derart, dass kleinere und jüngere Thiere derselben Art und Rasse verhältnissmässig mehr Futter bedürfen, als grössere und ältere Thiere. Diese Thatsache erklärt sich aus der schon erwähnten Beziehung der Körperoberfläche zur Lufttemperatur, sowie aus der lebhafteren Athmung jüngerer und kleinerer Thiere, beziehungsweise aus dem lebhafteren Stoffwechsel derselben. *)

Boussingault**) beobachtete, dass unter seinen Kühen aus der grossen Simmenthalerrasse die grösste, 811 Kilo schwer, mit 1·85 Kilo Heuwerth auf 100 Kilo Lebendgewicht ernährt wurde, die mittleren Kühe, 680 Kilo schwer, mit 2·25 Prozent, die kleineren, 550 Kilo schwer, mit 2·75 Prozent, die jungen Thiere, im Gewichte von 95 bis 169 Kilo, mit einer Ration von 3·12 Prozent, und endlich: dass die Ration der Kälber von 60 Kilo auf wenigstens 6·7 Prozent gerechnet werden musste.

Nach Mathis werden im Grand Jouan die bretagner Kühe von 250 Kilo Lebendgewicht nur mit einer Ration von 3·61 Prozent ernährt; nach Alibert: die kleinen bretagner Kühe der Auray-Rasse, im Lebendgewicht von 200 Kilo, mit einer Ration von 4 Prozent.

Das umgekehrte Verhältniss der Ration zum Lebendgewichte tritt noch klarer hervor, wenn man Thiere verschiedener Arten vergleicht. Aus zahlreichen Versuchen von Alibert geht hervor, dass das Verhältniss der verbrauchten Nahrungsmittel zum Gewichte der Thiere sich um so mehr vergrössert, je geringer das Gewicht der Thiere ist. Während ein Schwein von 28 Kilo eine Ration von 6·17 Prozent braucht, verlangt ein Kaninchen von 3 Kilo 8 Prozent, eine Taube von $^1/_2$ Kilo 16 Prozent, eine Maus von 17 Grm. 60 Prozent (nach Vial).

---

*) Ich verweise hier auf die Seite 575 erwähnte, von C. Voit festgestellte Thatsache: dass ein kleinerer Organismus im Verhältnisse zum Organeiweiss mehr Zirkulationseiweiss besitzt, welches der Zersetzung in viel höherem Grade anheimfällt.

**) Nach C. Vial's „Rindviehmast". In deutscher Bearbeitung von A. Körte, Breslau 1867, S. 23.

Vial*) macht aber mit Recht darauf aufmerksam: „dass, wenn die kleinen Thiere auch mehr verlangen, als die grossen, sie auch mehr erzeugen; ferner, dass wenn die Produkte, wie man annehmen muss, im Verhältniss zu dem Futter stehen, ihre Unterhaltung im Stalle viel vortheilhafter ist, weil sie ausserdem, dass sie ein kleineres Kapital repräsentiren, dieselbe Quantität Fleisch geben, schneller zu mästen sind, weniger Chancen auf Verlust bieten, und endlich, weil, da die Ernährung bei ihnen viel thätiger und die Verdauungskräfte viel kräftiger sind, man Futter von mittlerer Qualität verwenden kann, welches den anderen nicht zusagen würde".

Ich kann die verhältnissmässig grösseren Leistungen kleinerer Thiere aus meiner Erfahrung bestätigen; bezüglich der Milchproduktion der Kühe in der Schweiz habe ich**) nachgewiesen, dass im Allgemeinen die kleineren, beziehungsweise leichteren Kühe mehr Milch geben, als die grösseren und schwereren; nach meiner Berechnung war die auf 100 Kilo Lebendgewicht entfallende Milchmenge bei den Schweizerkühen die folgende:

Rassen und Schläge	Durchschnittslebendgewicht in Kilo	Auf 100 Kilo Lebendgewicht Liter Milch
Kleiner Braunviehschlag	350 bis 400	1·45 bis 1·25
Mittlerer „	500	1·74
Grosser „	600	1·19
Kleiner Fleckviehschlag . . .	500	1·28
Mittlerer „ . . .	650	1·07
Grosser „ . . .	800	0·92

Ueber den Einfluss der Körpergrösse und Schwere auf den Nahrungsbedarf, und der Körperformen auf die Ernährungsfähigkeit der Hausthiere, hat (unter diesem Titel) C. Mahnke eine interessante kleine Schrift verfasst.

3. Der Einfluss des Ernährungszustandes zeigt sich deutlich bei mageren und fetten Thieren; die ersteren bedürfen einer viel grösseren Futterquantität zur Erzeugung der gleichen Leistungen, als wohlgenährte Thiere, insbesondere als solche, die in ihrem Organismus einen gewissen Fettvorrath besitzen. Wir wissen ja aus Voit's Versuchen (siehe Seite 587), dass in einem fetten Körper eine gewisse Gabe von Eiweiss fast nur Organeiweiss bildet, während in einem fettarmen vor Allem der Vorrath von Zirkulationseiweiss vermehrt wird; in einem fetten Körper erfolgt der Ausgleich zwischen Einnahme und Ausgabe von Stickstoff später, und es wird mehr Fleisch angesetzt.

4. Thiere mit lebhaftem Temperamente verlangen mehr Nahrung und insbesondere mehr Eiweissstoffe in derselben, als Thiere mit ruhigem Temperamente, weil jene sich lebhafter bewegen und wahrscheinlich auch geistig thätiger sind; es ist also

*) a. a. O. S. 27.

**) Siehe meine „Alpenwirthschaft der Schweiz". u. s. w. Wien 1874, S. 84.

bei ihnen der Stoffwechsel und dem entsprechend das Nahrungsbedürfniss grösser.

5. Bezüglich des Geschlechtseinflusses bemerken wir, dass alle zeugungsfähigen männlichen Thiere verhältnissmässig mehr Futter bedürfen, als die weiblichen Thiere und als die ihrer Hoden beraubten Thiere. Deshalb eignen sich die verschnittenen Thiere besser zur Erzeugung aller derjenigen Leistungen, die von der Geschlechtsthätigkeit unabhängig sind; doch darf nicht unerwähnt bleiben, dass die Leistungen, welche durch ein sehr lebhaftes Temperament begünstigt werden, wie z. B. die Geschwindigkeitsleistung, besser, aber freilich auch mit grösserem Futteraufwande, durch männliche Thiere in voller Geschlechtsfunktion erfüllt werden. Dagegen eignen sich diese durchaus nicht zur reichlichen Produktion von Fett, und ihr Fleisch ist von minderer Qualität, als das von verschnittenen männlichen und von weiblichen Thieren.

6. Der Einfluss der Rasse auf die quantitative Futteraufnahme steht thatsächlich fest, aber er ist noch nicht genügend erklärt worden. Meines Erachtens lässt sich das grössere und geringere Nahrungsbedürfniss mancher Rassen ableiten aus dem ererbten oder erworbenen Zustande ihres Verdauungsapparates, aus der Methode ihrer Aufzucht und aus ihrem Temperamente, zum Theile auch aus ihrem Ernährungszustande. Die blosse Rassenverschiedenheit scheint mir keinen Einfluss auszuüben auf die quantitative Futteraufnahme, sondern überall sind es individuelle Eigenthümlichkeiten, deren Einfluss auf die vorerwähnten Faktoren zurückgeführt werden kann.

Bei der Bestimmung der Futterquantität und bei der Berechnung der Nährwirkung des Futters, pflegt man das Lebendgewicht der Thiere als Grundlage der Rechnung anzunehmen. Wir dürfen aber nicht verkennen, dass diese Grundlage eine sehr unsichere ist; sie bietet unter allen Umständen nur einen ungefähren Anhalt. Wir haben schon aus den Hungerversuchen Voit's (siehe §. 232) die Erkenntniss gewonnen: dass dasselbe Thier bei dem gleichen Gesammtgewichte — verschiedene Mengen von Fleisch, Fett und Wasser besitzen kann. Voit erklärt es darum für fehlerhaft: zur Anstellung von Vergleichen auf die Einheit des Körpergewichtes Reduktionen vorzunehmen. Wir werden aus den folgenden Paragraphen die Ueberzeugung gewinnen, dass die Nährwirkung des Futters mitbedingt ist durch

den Ernährungszustand des Thieres; dieser aber lässt sich durch das Lebendgewicht nicht zur Erkenntniss bringen.

In ausführlicher Weise hat Stohmann*) die Bedingungen nachgewiesen, unter denen Zunahme und Abnahme von Lebendgewicht stattfinden kann.

Eine Zunahme des Lebendgewichts kann herbeigeführt werden:

1. durch Ansatz von Fleisch;
2. durch Ansatz von Fett;
3. durch Aufnahme von Wasser in die Gewebe des Körpers;
4. durch verminderte Ausscheidung von Koth;
5. temporär durch nicht entleerten Harn;
6. durch verringerte Respiration und Perspiration;
7. durch vermehrten Wassergehalt der im Verdauungsapparate enthaltenen grossen Massen von halbverdauten Nahrungsmitteln;
8. durch grössere Füllung des Verdauungsapparates mit Futterstoffen, deren Verdauung längere Zeit beansprucht.

Man sieht also, wie die gleiche Wirkung durch die verschiedensten Ursachen hervorgebracht werden kann.

Ebenso, nur im entgegengesetzten Sinne, kann die Abnahme des Lebendgewichtes bedingt sein:

1. durch Abgabe von Fleisch;
2. durch Abgabe von Fett;
3. durch verringerten Wassergehalt der Gewebe des Körpers;
4. durch vermehrte Ausscheidung von Koth;
5. temporär durch vermehrte Ausscheidung von Harn;
6. durch gesteigerte Respiration und Perspiration;
7. durch geringeren Wassergehalt des Inhaltes des Verdauungsapparates;
8. durch geringeren Inhalt des Verdauungsapparates bei Darreichung rasch verdaulicher Futterstoffe.

Endlich kann das Lebendgewicht gleich bleiben und zwar:

a) bei Ansatz von Fleisch und Fett, oder von beiden: wenn gleichzeitig Wasser von den Geweben abgegeben wird, oder wenn mehr Koth und Harn ausgeschieden, oder die Respiration und Perspiration gesteigert, oder wenn der Inhalt des Verdauungsapparates verringert wird, und

b) bei Abgabe von Fleisch und Fett: durch Aufnahme von Wasser in die Gewebe des Körpers, durch verringerte Ausscheidung von Koth und Harn, durch geringere Perspiration und Respiration, durch vermehrte Füllung und grösseren Wassergehalt des Inhaltes des Verdauungsapparates.

Grouven**) äussert sich über das Lebendgewicht als Maassstab zur Beurtheilung der Nährwirkung des Futters wie folgt:

„Soviel mathematische Kombinationen denkbar sind zwischen Muskelfleisch, Fettgewebe und Wasser, um 100 Pfund Zuwachs oder 100 Pfund Körperverlust zu bilden, gerade so vielfach verschieden kann gedeutet werden das Resultat

*) „Biologische Studien.“ Braunschweig 1873, S. 115.

**) „Physiologisch-chemische Fütterungsversuche“ Seite 14.

einer 100 Pfund Körperzunahme oder Verlust darbietenden Fütterung, ökonomisch sowohl als physiologisch! — Mit anderen Worten: die lediglich in Körpergewicht ausgedrückten Futtereffekte sind und bleiben alle unvergleichbar mit einander."

Weit sicherer als nach dem Lebendgewichte, können wir den Ernährungszustand nach der Form des Thieres und nach dem Zustande der Haut beurtheilen, d. h. durch unser Auge und unser Gefühl. In der That stützt der Fleischer sein Urtheil über den Ernährungszustand und über die Qualität der Mast, beziehungsweise über den Grad des Fettansatzes, weit mehr auf das Ansehen des Thieres und auf den seinem Gefühle sich darbietenden „Griff" der Haut, als auf das Ergebniss der Viehwage. Dieser „Griff" gibt ihm sichere Kunde von der Fettablagerung im Unterhautbindegewebe. Aber die Wahrnehmungen des Auges und des Gefühles lassen sich schwer normiren für eine quantitative Futterberechnung.

Für diesen Zweck würde sich die Messungsmethode von Max R. Pressler besser empfehlen, der den Brustumfang in der Schultergegend misst.*) Nach Pressler's Beobachtungen verhält sich das Lebendgewicht bei Thieren gleicher Gattung, Rasse und Geschlecht ziemlich nahe wie die dritten Potenzen oder Würfel des nach angegebener Weise gemessenen Brustumfanges. Ich bin leider nicht in der Lage, durch Vergleiche des gemessenen Brustumfanges mit dem Schlacht- oder Fleischgewichte der Thiere (das allein maassgebend sein darf für die Beurtheilung der Nährwirkung des Futters), den Grad der Zuverlässigkeit der Pressler'schen Methode beurtheilen zu können. Allein das weiss ich, dass diese Methode für die Beurtheilung des Ernährungszustandes eines Thieres zuverlässiger ist, als die blosse Angabe des Lebendgewichtes, und dass zur richtigen Beurtheilung des Fortschrittes der Ernährung — das Messband sich besser eignet, als die Viehwage; die so wichtige Beziehung des Körperinhaltes zur Körperoberfläche kann wohl durch das Messband, nicht aber durch die Viehwage ermittelt werden.

§. 324. *Die Erzeugung von Arbeitskraft.*

Da die Stoffwechselvorgänge im thätigen Muskel uns noch nahezu unbekannt sind, so sind wir auch nicht im Stande, eine wissenschaftliche Theorie aufzustellen für die Erzeugung von Arbeitskraft. Nur so viel können wir mit Bestimmtheit sagen, dass zur unmittelbaren Erzeugung von Arbeits- oder Muskelkraft stickstofffreie Stoffe des Organismus verwendet werden; wahrscheinlich ist das Muskelglykogen das Hauptmaterial für die

*) Das Messband wird auf der einen Seite des Thieres scharf hinter dem Schulterblatte angelegt, dann zwischen beiden Vorderbeinen durchgezogen und auf der anderen Seite des Thieres recht grade und gleichförmig über dem Schulterblatte bis zum Widerriste geführt, wo es mit dem anderen Ende des Bandes vereinigt wird. (Siehe dessen „Der Ingenieurmessknecht in seiner Anwendung auf Viehmesskunst". Tharand 1876.)

Erzeugung der Muskelkraft. Diese wissenschaftliche Hypothese findet eine Stütze in der praktischen Erfahrung: dass zur ausreichenden Ernährung angestrengt arbeitender Thiere und Menschen verhältnissmässig mehr Fett und Kohlehydrat nothwendig ist, als im Zustande der Ruhe. Das arbeitende Pferd findet in dem fettreichen Hafer ein geeigneteres Futtermittel, als in der fettarmen Gerste; die kräftigsten und der grössten Arbeitsleistungen fähigen Säugethiere sind Pflanzenfresser, die in ihrer Nahrung grosse Quantitäten von Kohlehydraten aufnehmen; auch die mit ihren Muskeln angestrengt arbeitenden Menschen nehmen grosse Quantitäten von Fett zu sich. Gleichwohl sind die Eiweissstoffe auch zur Unterhaltung der Muskelarbeit unentbehrlich, und zwar hauptsächlich als Träger des Sauerstoffes, der, wie wir wissen, bei der Muskelarbeit in grösserem Maasse verbraucht wird, als im Zustande der Ruhe; ferner liefern die Eiweissstoffe wahrscheinlich das Hauptmaterial zur Bildung des Muskelglykogenes (siehe §. 240).

Für die Ernährung der landwirthschaftlichen Arbeitsthiere kommen also hauptsächlich fett- und eiweissreiche Futtermittel in Betracht, und zu diesen gehören in erster Linie: Hafer und Mais als Hauptfutter, Leinsamen, Leinkuchen, Pferdebohnen als Beifutter zur Verminderung oder Vermehrung des Fett- und Eiweissgehaltes, Heu und Stroh (Häcksel) zur Regelung des Futtervolumens. Gebieten die wirthschaftlichen Verhältnisse ein fettärmeres Futter zu reichen (wie z. B. Gerste und Roggen), so ist ein fettreiches Beifutter (wie z. B. gekochter Leinsamen) zu geben. Bei der üblichen Fütterung der Pferde kommt eine zu eiweissarme Fütterung kaum in Frage, wohl aber bei den Arbeitsochsen, wenn sie vorwiegend auf Wurzeln und Rauhfutter angewiesen sind; in diesem Falle sind als eiweissreiche Beifutter zu reichen: Rapskuchen, Hülsenfruchtkörner u. s. w.

Fütterungsversuche, welche die der verschiedenen Arbeitsleistung entsprechenden Futterquantitäten feststellen, sind mir nicht bekannt; ich muss mich daher auf die Anführung der in der militärischen und landwirthschaftlichen Praxis üblichen Futterrationen beschränken.

Die verschiedenartigen Arbeitsleistungen des Menschen und der landwirthschaftlichen Arbeitsthiere vergleicht die folgende Tabelle, die ich meinem geehrten Kollegen Herrn Prof. Dr. E. Perels verdanke.

Tabelle LXXV. Die mechanische Arbeit des Menschen und der landwirthschaftlichen Arbeitsthiere (nach E. Perels).

Art der Arbeit	Durchschnittliches Gewicht des Motors in Kilogr.	Zugkraft in Kilogr.	Geschwindigkeit in Sekunde und Meter	Leistung in Sekunde und Meterkilogr.	Tägliche Arbeitsdauer in Stunden	Tägliche Gesammtleistung in Meterkilogr.	Verhältniss der Arbeit zur Maschinenpferdekraft
1. Mensch:							
a) an der Kurbel drehend:							
Angestrengte Arbeit .	75	10·0	1·00	10·00	8	288.000	0·13
Tagelohnarbeit	„	8·0	0·78	6·25	8	180.000	0·08
b) Am Hebel wirkend . . .	„	5·0	1·10	5·50	8	158.000	0·07
2. Pferd:							
a) Beim Ziehen auf horizontaler Bahn:							
Angestrengte Arbeit .	500	70·2	1·17	82·00	8	2,361.600	1·09
Gewöhnliche „ .	300	56·8	1·10	62·00	8	1,800.000	0·83
b) Am Göpel:							
kräftige Pferde	500	54·2	0·90	48·75	8	1,400.400	0·65
schwächere Pferde . .	300	45·0	0·90	40·50	8	1,166.400	0·54
3. Maulthier:							
a) beim Ziehen auf horizontaler Bahn	250	40·0	1·10	44·00	8	1,267.200	0·58
b) am Göpel	„	30·0	0·90	27·00	8	777.600	0·36
4. Esel:							
a) beim Ziehen	180	30·0	0·75	22·50	8	648.000	0·30
b) am Göpel	„	15·0	0·75	11·25	8	324.000	0·15
5. Ochse:							
a) beim Ziehen	350	65·0	0·75	48·75	8	1,404.000	0·65
b) am Göpel	„	65·0	0·60	39·00	8	1,123.200	0·52

Nach Grouven*) erhalten die Kavalleriepferde der preussischen und französischen Armee folgende tägliche Rationen von

			Hafer	Heu	Stroh
Preussische schwere Kavallerie	im	Kriege .	$5^1/_4$ Kilo	$1^1/_2$ Kilo	2 Kilo
„ „ „	„	Frieden	$4^1/_2$ „	$2^1/_2$ „	4 „
„ leichte „	„	Kriege .	$4^1/_2$ „	$1^1/_2$ „	2 „
„ „ „	„	Frieden	$3^3/_4$ „	$2^1/_2$ „	4 „
Französische Reserve- „	„	„	$4^1/_4$ „	4 „	5 „
„ Linien- „	„	„	4 „	3 „	5 „
„ leichte „	„	„	$3^3/_4$ „	3 „	5 „

*) „Vorträge über Agrikulturchemie.“ Seite 624.

Darnach berechnet Grouven die Ration

	Hafer	Heu	Stroh
für ein Ackerpferd auf	6 Kilo	4 Kilo	4 Kilo
„ „ schweres Lastpferd auf	9 „	5 „	4 „

Settegast*) berechnet folgende tägliche Rationen von

	Hafer	Heu	Stroh
für leichte Ackerpferde	3—4½ Kilo	3—4 Kilo	1½ Kilo
„ mittelschwere Ackerpferde .	4½ „	4—5 „	1½—2 „
„ schwere „ . .	6 „	5—6 „	1½—2 „
„ Lastpferde	7½—9 „	6—7½ „	2 „

Jul. Kühn**) berechnet den Futterbedarf für Arbeitsochsen auf 1000 Kilo Lebendgewicht im Mittel: zu 25 Kilo Trockensubstanz, 2·3 Kilo verdauliche Eiweissstoffe, 0·3 bis 0·6 Kilo verdauliches Fett und 12·5 bis 15 Kilo stickstofffreie Bestandtheile.

E. Breymann***) fütterte seine angestrengt arbeitenden Zugochsen auf 1000 Kilo Lebendgewicht mit folgenden Futtermengen (in Kilo): 60 Pressling, 4 Erdnussölkuchen, 3 Kleien, 6 Weizenspreu, 6 Wiesenheu, 1·5 Kakaoschalen; dieses Futter enthielt: 14·34 Kilo Trockensubstanz, 1·69 Kilo Eiweissstoffe und 8·19 Kilo stickstofffreie Nährstoffe.

§. 325. *Die Erzeugung von Fleisch.*

Aus den Gesetzen des Eiweissumsatzes und der Fleischbildung (die wir in §§. 233 und 234 kennen gelernt haben) ergibt sich, dass die Fleischbildung abhängig ist: 1. von der Zusammensetzung der Nahrung, 2. von dem Ernährungszustande des Thieres.

1. Eine Nahrung, welche Fleisch bilden soll, muss selbstverständlich Eiweissstoffe enthalten, aber diese müssen in einem bestimmten Verhältnisse stehen zu den stickstofffreien Nährstoffen. Wir wissen aus den Versuchen von Voit an Fleischfressern, von Henneberg, Märcker u. A. an Pflanzenfressern, dass die Eiweisszufuhr in der Nahrung den Eiweissumsatz, nicht aber den Eiweissansatz beherrscht. Jede Steigerung der Eiweisszufuhr in der Nahrung erhöht den Eiweissumsatz im Thierkörper; wir können also durch Eiweissstoffe allein (beim Fleischfresser) oder durch eiweissreiche Nahrung (beim Pflanzenfresser) niemals den Fleischbestand des Thierkörpers erhöhen; dazu bedarf es der Mitwirkung der stickstofffreien Nährstoffe.

*) „Die landwirthschaftliche Fütterungslehre.“ Seite 135.

**) „Die zweckmässigste Ernährung des Rindviehes.“ 7. Auflage. Seite 270.

***) Zeitschr. d. landw. Zentr.-Ver. d. Prov. Sachsen. 1870. S. 143.

Als Henneberg's Versuchsochse einmal neben 0·405 Kilo Eiweissstoffen 4·4 Kilo Stärke, das anderemal neben 0·375 Kilo Eiweissstoffen 5·235 Kilo Stärke verzehrte, verminderte sich der Eiweissumsatz im Körper um mindestens 0·095 Kilo. In den Versuchen von Schulze und Märcker mit Hammeln (siehe Seite 588 und Tabelle XXXV auf Seite 592) wurde um so mehr Eiweiss angesetzt, beziehungsweise Fleisch gebildet, je mehr stickstofffreie Substanzen im Verhältnisse zu den Eiweisssubstanzen verdaut wurden; allemal vermehrte sich der Eiweissumsatz, beziehungsweise es verminderte sich die Fleischbildung, wenn sich die Menge der verdauten Eiweissstoffe im Verhältnisse zu den verdauten stickstofffreien Stoffen erhöhte.

Der Eiweissumsatz wird ebenfalls erhöht, beziehungsweise die Fleischbildung vermindert, durch gesteigerte Zufuhr von Wasser und von Kochsalz (siehe §. 235).

2. Aus den Versuchen Voit's (siehe Seite 579) wissen wir, dass die gleiche Menge Nahrungsfleisch bei demselben Thiere zu verschiedenen Zeiten nicht die gleiche Wirkung hatte; bald war die gleiche Menge Nahrungsfleisch ausreichend, um im Körper des Thieres Fleisch zu bilden, bald gab der Körper dabei noch von seinem Fleische ab. Ein fleischreicher Körper bedarf, um im Eiweissgleichgewichte zu bleiben, mehr Nahrungseiweiss, als ein fleischarmer Körper. Wenn also der Fleischbestand im Thierkörper erhöht werden soll, so sind dazu steigende Eiweissmengen, neben steigenden Mengen von stickstofffreien Stoffen in der Nahrung erforderlich. Allemal steigt oder fällt der Eiweissumsatz im Körper mit Zunahme oder Abnahme von Körperfleisch.

Da ferner ein fettreicher Körper, ebenso wie das Nahrungsfett, den Ansatz von Eiweiss, beziehungsweise die Fleischbildung begünstigt, so wird in jenem durch eine gewisse Gabe Nahrungseiweiss eher Eiweissansatz erfolgen, als in einem fettarmen Körper (siehe Seite 587).

Die Fütterung der landwirthschaftlichen Hausthiere, welche die Erzeugung von Fleisch zum Ziele hat, muss jenen wissenschaftlichen Thatsachen Rechnung tragen. Es ist dabei nicht allein die Zusammensetzung des Futters, sondern auch der Ernährungszustand des der Fleischbildung dienenden Thieres zu beachten. Da aber der Ernährungszustand rein individuell ist, so ist es leicht verständlich: dass sich für die zur

Fleischbildung erforderlichen Futterquantitäten keine allgemein gültigen Normen aufstellen lassen. Wir sind nicht im Stande für die landwirthschaftlichen Hausthiere im Allgemeinen (selbst nicht, wenn sie der nämlichen Art und Rasse angehören) die Futterration und das Nährstoffverhältniss zu bestimmen, welche erforderlich sind Fleisch zu bilden; wir müssen vielmehr bei der Bestimmung der Futterration und des Nährstoffverhältnisses im Einzelfalle Rücksicht nehmen auf den Ernährungszustand des Thieres. Zum Zwecke der Fleischbildung bedarf ein fleischreiches und fettarmes Thier relativ weniger Eiweissstoffe, als ein fleischarmes und fettreiches Thier, und dieses vermag aus einem Futter, welches absolut wenig und relativ viel Eiweissstoffe enthält, verhältnissmässig mehr Fleisch zu bilden, als jenes. Bei einer zu geringen Eiweissmenge im Futter wird der Nährzweck nicht vollständig erreicht; aber bei einer im Verhältnisse zu den stickstofffreien Nährstoffen zu reichlichen Eiweissmenge, wird der Nährzweck gänzlich verfehlt, weil dadurch der Eiweissumsatz vermehrt und die Fleischbildung vermindert oder aufgehoben wird. Da die Eiweissstoffe von allen Nährstoffen den höchsten Geldwerth haben, so bedingt die verminderte oder beschränkte physiologische Ausnützung derselben eine wirthschaftliche Verschwendung.

§. 326. *Die Erzeugung von Fett.*

Der gegenwärtige Standpunkt der Wissenschaft gestattet uns nur die Annahme: dass sich Fett im thierischen Organismus bildet aus dem Fett der Nahrung, oder (nach Abspaltung des Harnstoffes) aus dem stickstofffreien Paarling der zersetzten Eiweissstoffe. *)

---

*) Nach Henneberg (Landw. Versuchsst. XX. 393) können sich aus 100 Theilen Eiweiss 51·4 Theile Fett bilden. Diese Annahme stützt sich auf folgende Berechnung:

	Kohlenstoff	Wasserstoff	Stickstoff	Sauerstoff
100 Gewichttheile Eiweiss . . . . . =	53·53	7·06	15·61	23·80
Ab 33·45 Harnstoff mit	6·69	2·23	15·61	8·92
Stickstofffreien Rest mit	46·84	4·83	—	14·88
Dem Kohlenstoff im Reste entsprechen:				
61·15 Gewichttheile Fett mit	46·84	7·37	—	6·94

Die Fettbildung aus Kohlehydraten im Thierkörper, die früher fast allgemein angenommen war, ist zuerst durch C. Voit *) in überzeugender Weise widerlegt worden; ihm haben sich in neuerer Zeit die meisten Physiologen angeschlossen. **)

Da die Fettbildung im Thierkörper aus dem Nahrungsfette (das bei Pflanzenfressern aber nicht ausreichend ist zur Erzeugung von Thierfett) von keiner Seite bezweifelt wird, und ich die Gründe, welche für die Fettbildung aus den stickstofffreien Zersetzungsprodukten der Eiweissstoffe sprechen, bei der Bildung des Milchfettes (siehe Seite 680 u. f.) bereits eingehend erörtert habe, so will ich hier absehen von der nochmaligen Erwägung der Theorie der Fettbildung aus Eiweisskörpern. Wenn auch wirklich in Zukunft die Fettbildung aus Kohlehydraten durch bessere Beweise (als früher) festgestellt werden sollte, so wird dadurch die Fettbildung aus Eiweissstoffen nicht umgestossen, da ja, wie die Versuche von Ssubotin und C. Voit (siehe Seite 686 u. f.) bewiesen haben, sich Fett bilden kann bei Ausschluss von Kohlehydraten und bei wenig oder fehlendem Nahrungsfett, so dass also nur die Eiweissstoffe übrig bleiben,

---

	Wasserstoff	Stickstoff	Sauerstoff
In dem obigen stickstofffreien Reste mithin:			
Wasserstoffdefizit (7·37—4·83)	2·54	—	—
Sauerstoffüberschuss (14·88—6·94)			7·94
Zur Deckung des Wasserstoffdefizits erforderlich:			
22·86 Wasser mit	2·54	—	20·32
Der Sauerstoffüberschuss dadurch erhöhet auf (7·94 + 20·32)			28·26

Bei der Unzulässigkeit der Annahme, dass der überschüssige Sauerstoff sich in freiem Zustande abspaltet, sind zu den 100 Gewichttheilen Eiweiss, von denen man ausgegangen, noch so viel hinzuzunehmen, als erforderlich, um 28·26 Gewichttheile Sauerstoff in die Endprodukte des thierischen Stoffwechsels: Harnstoff, Kohlensäure und Wasser überzuführen, nämlich 19·01 Gewichttheile (19·01 Eiweiss + 28·26 Sauerstoff = 6·36 Harnstoff + 8·28 Wasser + 32·63 Kohlensäure). Demnach liefern 119·01 Gewichttheile Eiweiss günstigsten Falles, unter schonendster Zurathehaltung seiner für die Fettbildung verwerthbaren Bestandtheile: 61·15 Gewichttheile Fett, oder 100 Gewichttheile 51·4.

*) Zeitschr. f. Biol. V. 79.

**) Auf der Naturforscher-Versammlung zu Hamburg im Herbste 1876 erklärte indessen Henneberg: „dass er mit Dr. Gilbert-Rothamsted die Fettbildung aus Kohlehydraten bei Schweinen nicht bezweifele. Aber auch bei den übrigen Thieren werde man muthmaasslich über kurz oder lang nicht umhin können, die Kohlehydrate in ihr altes Recht wieder einzusetzen, denn es liegt bereits eine Reihe von Versuchen vor, bei denen die beobachtete Fettbildung ganz hart an der Grenze der aus den vorhandenen Fett- und Eiweissstoffen überhaupt möglichen streife“. (Landw. Versuchsst. XX. 394.)

welche das Material für die Fettbildung liefern können. Damit verlieren aber die Kohlehydrate nicht ihre Bedeutung für die Fettbildung; selbst wenn sie nicht unmittelbar Fett bilden, so wirken sie durch ihre Gegenwart in der Nahrung fettersparend, wie wir aus §. 234 wissen.

Für die Fettbildung im Thierkörper kommen also zwei Quellen in Betracht: das Fett der Nahrung und der stickstoffreie Paarling der zersetzten Eiweisskörper. Unter normalen Verhältnissen der Ernährung, d. h. bei nicht gemästeten und arbeitleistenden Thieren, wird das in den Körper eingeführte und das hier gebildete Fett grösstentheils zersetzt und es dient hauptsächlich als Material für die Arbeitleistung der Muskeln.

Die Bedingungen für den Fettumsatz haben wir in §. 236 kennen gelernt. Soll Fettansatz stattfinden, so müssen die den Fettumsatz begünstigenden Bedingungen aufgehoben werden. Dies geschieht durch die Herbeiführung von Bedingungen, welche die Zersetzung des Nahrungsfettes und des aus dem Eiweisse entstandenen Fettes verhindern; zu diesen Bedingungen gehören: die möglichste Beschränkung der Muskelarbeit und (bei den Pflanzenfressern, die in ihrer gewöhnlichen Nahrung nur wenig Fett empfangen) die reichliche Zufuhr von Kohlehydraten, welche sich leichter zersetzen als Nahrungs- und Eiweissfett und daher den Ansatz desselben ermöglichen. Da sich das Fett bei den Pflanzenfressern vorwiegend aus Eiweisskörpern bildet, so müssen diese in der Nahrung in einer gewissen Menge zugeführt werden, die abhängig ist von dem Ernährungszustande des Thieres. Die Eiweisskörper kommen aber nicht bloss in Betracht als Material für die Fettbildung, sondern auch als Material für die Ablagerungsstätten des Fettes (nämlich für das aus Eiweissstoffen bestehende Bindegewebe) und als Material für die Verdauungssäfte, die bei der Mästung, zur Verdauung der grösseren Futterquantität, in gesteigertem Maasse abgesondert werden müssen.

Die Fütterung zum Zwecke der Fetterzeugung hat zu berücksichtigen: 1. die Zusammensetzung des Futters, und 2. den Ernährungszustand des Thieres.

1. Bei der Zusammensetzung des Futters ist besonders Gewicht zu legen auf die absolute Menge der Eiweissstoffe, der Fette und Kohlehydrate, sowie auf das Verhältniss dieser Nährstoffarten. Für dieses Verhältniss lässt sich aber keine allgemein gültige Norm festsetzen, weil, wie wir gleich in Betracht

ziehen werden, der Ernährungszustand des Thieres dasselbe beeinflusst. Die Eiweissstoffe müssen in solcher Quantität im Futter enthalten sein, dass ausreichendes Material geboten wird für die Organbildung, für die Bildung der zur Verdauung erforderlichen Säfte und für die Fettbildung. Werden zu wenig Eiweissstoffe zugeführt, so bleibt die Fettbildung beschränkt; enthält die Nahrung zu viel Eiweissstoffe, so steigert sich die Zersetzung des Organeiweisses und auch die des Körperfettes. Das Nahrungsfett darf so reichlich zugeführt werden, als es vollständig verdaut wird; eine zu reichliche Fettzufuhr in der gewöhnlichen Nahrung der Pflanzenfresser kommt nicht in Frage. Die Quantität der zugeführten Kohlehydrate muss gerade hinreichen zur Ersparung des Nahrungsfettes und des aus den zersetzten Eiweisskörpern abgespaltenen Fettes. Ist die Zufuhr der Kohlehydrate zu gering, so wird ein Theil des Nahrungsfettes und der aus den Eiweisskörpern entstandenen Fette zersetzt; werden zu viel Kohlehydrate gereicht, so nehmen sie behufs ihrer Verdauung zu viel Eiweisssäfte in Anspruch und sie belästigen den Verdauungsapparat; kurz: sie steigern zwecklos die Verdauungsarbeit.

2. Der Ernährungszustand des zu mästenden Thieres beeinflusst die Nährwirkung des Futters in folgender Weise. In einem fleischreichen und fettarmen Körper ist die Zersetzung der Eiweissstoffe gesteigert; demselben dürfen daher nur relativ wenig Eiweissstoffe zugeführt werden, d. h. die Futterration muss verhältnissmässig reicher an stickstofffreien Nährstoffen sein. In einem fleischarmen und fetten Körper darf die absolute und die relative Menge des Nahrungseiweisses erhöht werden (siehe Seite 587). In einem fleisch- und fettarmen Körper muss das Verhältniss der Eiweissstoffe und der stickstofffreien Nährstoffe im Futter ein mittleres sein; das Thier bedarf der Eiweissstoffe vor Allem zur Organbildung und zur Bildung der Verdauungssäfte, deshalb müssen sie im Futter anfangs in stärkerem Verhältnisse gereicht werden; sobald sich aber der Eiweissstand im Körper erhöht, so steigert sich auch die Zersetzung, in welchem Falle absolut und relativ grössere Mengen von stickstofffreien Nährstoffen zu reichen sind. Einem fleisch- und fettreichen Körper können absolut und relativ grössere Eiweissmengen zugeführt werden.

Eine blosse Fettmastung ist nur bei erwachsenen, beziehungsweise alten Thieren möglich, deren Muskelfasern sich nicht mehr

vermehren, was Bedingung ist für jede Fleischmastung. Bei jungen Thieren bewirkt jede Mast zugleich Fleisch- und Fettbildung, wobei die oben erörterten Bedingungen für die Erzeugung von Fleisch und Fett vereint zur Geltung kommen.

Für das Fütterungsverfahren bei der Fleisch- und Fettmast lassen sich die folgenden allgemeinen Grundsätze aufstellen.

1. Die Vorbedingungen sind aus den früher erörterten Gründen: möglichste Beschränkung der Muskelarbeit, mittlere Stalltemperatur, mittlere Beleuchtung, ruhige Behandlung, möglichste Beachtung der gesundheitspfleglichen Bedingungen (siehe Seite 825) und der Schmackhaftigkeit des Futters.

2. Zur Fleisch- und Fettmast eignen sich am besten frühreife und junge Thiere, die an eine eiweissreiche Nahrung gewöhnt sind und deren Verdauungsvermögen für Eiweissstoffe erhöht ist; da bei ihnen der Athmungsapparat im Verhältnisse zur Körperentwicklung minder entwickelt ist, so ist das Aufnahmevermögen für den die Stoffzersetzungen beherrschenden Sauerstoff herabgesetzt (siehe Seite 735 u. f.).

3. Magere und fleischarme Thiere, insbesondere im jugendlichen Alter, bedürfen anfangs absolut und relativ grosser Mengen eiweissreicher Futtermittel, bei zunehmendem Fleischansatze aber absolut grosser und relativ kleiner Eiweissmengen, beziehungsweise einer gesteigerten Zufuhr stickstofffreier Nährstoffe.

4. Mageren und fleischigen Thieren sind gleich anfangs absolut grosse und relativ kleine Eiweissmengen zu reichen; bei zunehmendem Fettansatze ist die relative Eiweissmenge zu erhöhen.

5. Im Verlaufe der Mast, wenn ein gewisser Fett- und Fleischansatz am Körper schon stattgefunden hat, ist das Nahrungseiweiss absolut und relativ zu steigern, um so mehr, je fetter das Thier wird; es ist ferner Rücksicht zu nehmen auf eine möglichst leichtverdauliche Nahrung. Die Fresslust nimmt im Verlaufe der Mast in der Regel ab, weshalb das Volumen der Nahrung zu vermindern ist.

6. Da reichliche Zufuhr von Wasser und Kochsalz den Eiweiss- und Fettumsatz steigert, so ist jene zu vermeiden, es sei denn, dass bei einer Stockung des Stoffwechsels ein lebhafterer Umsatz wünschenswerth erscheint; in letzterem Falle sind auch Blutentziehungen anwendbar, welche die Eiweiss-

Tabelle LXXVI. Ort des Fettansatzes bei Tauben.

Bezeichnung des Organes und der Taube	Wasser in Proz.	Trockensubstanz in Proz.	Fett in Proz.	Fett in Proz. der Trockensubstanz
1. Haut:				
Hungertaube	75·3	24·7	1·46	5·91
Specktaube	51·1	48·9	24·63	50·34
Stärketaube	55·0	45·0	26·05	57·93
2. Leber:				
Hungertaube	70·7	29·3	3·76	12·82
Specktaube	75·5	24·5	2·93	11·97
Stärketaube	77·6	22·4	2·44	10·88
3. Eingeweide:				
Hungertaube	78·1	21·9	1·45	6·63
Specktaube	65·0	35·0	25·10	71·71
Stärketaube	71·5	28·5	4·84	16·99
4. Muskeln:				
Hungertaube	78·2	21·8	0·67	3·09
Specktaube	73·5	26·5	3·00	11·31
Stärketaube	75·3	24·7	2·46	9·95
5. Knochen:				
Hungertaube	59·4	40·6	0·59	1·44
Specktaube	47·9	52·1	8·08	15·50
Stärketaube	49·3	50·7	8·65	17·07
6. Schädel u. s. w.:				
Hungertaube	74·4	25·6	2·08	8·12
Specktaube	69·4	30·6	5·50	16·52
Stärketaube	71·3	28·7	4·45	15·50
Gesammttaube:				
Hungertaube	73·8	26·2	1·04	3·97
Specktaube	66·3	33·7	6·48	19·19
Stärketaube	69·1	30·9	6·04	19·58

zersetzung befördern und einen grösseren Fettansatz zur Folge haben (siehe Seite 611).

7. Die Quantität der Mastrationen ist nicht nach dem Lebendgewichte der Thiere, sondern nach dem Ernährungszustande derselben zu bemessen; der „Mastgriff“ und die Pressler'sche Messungsmethode gewährt einen zuverlässigeren Anhalt zur Beurtheilung des Fortschrittes der Mast, als die Viehwage.

Die Organe, in welchen sich das Fett vorwiegend ablagert, sind die Haut (das Unterhautbindegewebe), die Eingeweide und (bei jungen Thieren) die Muskeln.

Den Ort des Fettansatzes im Thiere bei verschiedener Fütterungsweise hat J. Forster*) durch Versuche an Tauben festgestellt. Er fütterte drei ausgewachsene kräftige Tauben durch mehrere Tage mit 5 bis 6 Grm. getrocknetem, gepulvertem und mittelst Aether von allem Fett befreitem Pferdefleische unter Zusatz von Wasser. Nachdem diese Fütterung sechs Tage gedauert hatte, wurde eine Taube (die er des Fetthungers wegen „Hungertaube" nennt), zur Bestimmung des Fettgehaltes getödtet; die zweite Taube („Specktaube") wurde mit kleinen Speckwürfelchen und einer Spur des Fleischpulvers, die dritte Taube („Stärketaube") mit einem Gemische von 2 Theilen des entfetteten Fleischpulvers und 2·5 Theilen zu Nudeln verbackenem Stärkmehl gefüttert. Solcherweise erhielt die zweite Taube täglich 20 Grm. Speck, die dritte täglich 30 bis 40 Grm. des Gemisches von Fleisch und Kohlehydraten. Die zweite Taube wurde nach dreitägiger Speckfütterung (am achten Tage des Versuches), die dritte Taube nach zehntägiger Fleisch-Stärkmehlfütterung (am fünfzehnten Versuchstage) getödtet. Der prozentische Fettgehalt der Organe der drei Tauben ergibt sich aus vorstehender Tabelle, welche erkennen lässt, dass der absolute Fettwerth der Tauben bei Darreichung von Speck etwa das fünf- bis sechsfache, bei Fütterung mit Fleisch und Stärkmehl etwa das siebenfache dessen der ungenügend gefütterten Taube beträgt.

§. 327. *Die Erzeugung von Milch.*

Da in §. 257 der Stoffwechsel in der Milchdrüse ausführlich erörtert ist, und da dort insbesondere die Bedingungen für die Milchproduktion der Kuh (Seite 687 u. f.) eingehend erklärt wurden, so glaube ich mich hier hauptsächlich beschränken zu sollen auf die Fütterungsgrundsätze, welche zur Erzeugung von Milch in Betracht kommen.

Die Milchergiebigkeit ist in erster Linie abhängig von der Entwicklung der Milchdrüse. Ein Euter, welches eine grössere Drüsenmasse besitzt, gibt mehr Milch, als eine minder entwickelte Drüse. Die Entwicklung der Drüsensubstanz kann durch die Ernährungsweise nur wenig gefördert werden; dagegen kann sie gehemmt werden durch eine Ernährungsweise, welche viel Fett erzeugt. Daher eignet sich eine sogenannte intensive Aufzuchtsmethode (lange Säugezeit und Ernährung mit eiweiss- und fettreichen Futtermitteln) nicht zur Aufzucht von Milch-

*) Zeitschr. f. Biol. XII, 448.

vieh.*) Die Anlage zur Entwicklung einer grossen Milchdrüse wird vererbt und die Erzeugung milchreicher Thiere ist daher bedingt durch die Milchergiebigkeit der Eltern, beziehungsweise der Voreltern.**) Dem Vererbungsvermögen verdanken wir die grössere Milchergiebigkeit mancher Rassen, die übrigens auch durch klimatische Einflüsse bedingt ist (siehe Seite 684).

Die Milchergiebigkeit ist ferner abhängig von der Dauer der Milchabsonderung; sie ist verhältnissmässig am grössten gleich nach dem Gebären, und sie nimmt von da beständig ab, wobei sich im Allgemeinen der relative Fettgehalt der Milch vermindert und ihr relativer Eiweissgehalt steigt (siehe Seite 671 und 692). Reichliche Ernährung kann die natürliche Abnahme der Milchabsonderung in einigen Fällen verzögern (siehe Seite 690).

Die Milchergiebigkeit ist endlich (bis zu einem gewissen Grade) abhängig von den gesundheitspfleglichen Bedingungen (die Seite 824 erörtert sind) und von einer regelmässigen Entleerung der Milchdrüse durch Saugen und Melken.

Was nun die Fütterung des Milchviehes, beziehungsweise der säugenden Thiere betrifft, so haben wir folgendes zu beachten.

1. Im Allgemeinen steigt die Menge der erzeugten Milch und ihrer Einzelbestandtheile mit der Erhöhung der Eiweisszufuhr, und sie sinkt mit deren Verminderung.

2. Bei steigender Eiweisszufuhr erhöht sich meistens der Fett- und Kaseïngehalt der Milch; dagegen sinkt dabei der Gehalt an Milchzucker.

3. Bei verminderter Eiweisszufuhr sinkt der Gehalt der Milch an Eiweisskörpern, nicht aber an Fett und Milchzucker.

4. Bei eiweissreichem Futter erhöht sich der Fettgehalt der Milch durch steigende Zufuhr von Fett, und er sinkt bei abnehmendem Fettgehalte des Futters.

5. Durch vermehrte Zufuhr von Kohlehydraten steigt der Milchzuckergehalt der Milch.

---

*) Siehe meine „Bemerkungen über die Aufzucht der Kälber.“ in meinen „Beiträgen zur landw. Thierzucht“, S. 266.

**) Da die Milchdrüse des männlichen Thieres nicht funktionirt, so können wir dessen Vererbungsfähigkeit für Milchergiebigkeit nur beurtheilen nach der Milchergiebigkeit seiner Mutter. Diese zu kennen ist sehr wichtig bei der Auswahl männlicher Zuchtthiere, welche zur Erzeugung milchreicher Thiere dienen sollen (siehe Seite 800 Anm.).

6. Wasserreiches Futter oder reichliche Aufnahme von Tränkwasser erhöht die Milchergiebigkeit, aber sie vermindern den relativen Trockengehalt der Milch; *) die entgegengesetzte Wirkung hat wasserarmes Futter.

7. Unter gleichen Umständen (gleicher Entwicklung der Milchdrüse, gleicher Dauer der Milchabsonderung u. s. w.) erhöht sich die Milchergiebigkeit mit dem Grade der Verdaulichkeit des Futters.

8. Für Pflanzenfresser ist ein junges, eiweissreiches und holzfaserarmes Grünfutter (namentlich süsses Weidegras) das beste Milchfutter. **)

9. Bei Trockenfütterung ist Rücksicht zu nehmen auf eiweiss- und fettreiches Beifutter (Getreide, Erbsen- und Bohnenschrot, Malzkeime, Leinsamen und Leinkuchen, Palmkernkuchen u. s. w.), sowie auf reichliche Tränke.

10. Da bittere, harzige und ätherisch-ölige Pflanzenstoffe der Milch einen ähnlichen Geschmack und Geruch verleihen, so sind solche Stoffe im Milchfutter zu vermeiden.

11. Die Milchergiebigkeit (namentlich gleich nach dem Gebären) kann durch sogenannte milchtreibende Mittel befördert werden; dahin gehören: Fenchel, Kerbel, Bärenwurz (meum mutelina), Möhren, Gaya, Coriander und andere aromatische Pflanzen.

12. Die Milchergiebigkeit kann durch gewisse sauere und bittere Pflanzenstoffe herabgesetzt werden (durch Cyper- und Binsengräser, Wicken- und Lupinenkörner u. s. w.).

§. 328. *Die Erzeugung von Wolle.*

Ein eigentliches Produktionsfutter kommt für die Erzeugung von Wolle nicht in Betracht. Aus den Versuchen von Henneberg ***) mit volljährigen Merinoschafen ergibt sich:

*) Das Vegetationswasser hat jedoch eine andere Wirkung auf den Stoffwechsel, wie das Tränkwasser; nach Weiske („Beiträge zur Frage über Grün- und Trockenfütterung". Göttingen, 1877 S. 40) erzeugt vermehrte Wasseraufnahme in Form von Vegetationswasser, auch wenn grössere Wasserausscheidung in Form von Harn damit verbunden ist, keinen vermehrten Stickstoffumsatz, was aber durch reichliche Aufnahme von Tränkwasser geschieht.

**) Aus dem von Weiske angeführten Grunde ist die Grünfütterung für die Produktion günstiger, als die entsprechende Trockenfütterung.

***) Journ. f. Landw. 1864, S. 1.

1. dass durch Mastfutter, namentlich in der letzten Zeit des Schurjahres, nicht nennenswerth mehr Wolle erzeugt wird, als durch ein Futter, welches die Thiere in einem guten Ernährungszustande erhält, ohne dass dabei ihr eigentliches Körpergewicht eine wahrnehmbare Zunahme erfährt;

2. dass der Wollwuchs nicht immer Schaden zu leiden scheint, wenn das Körpergewicht zurückgeht; eine Schädigung desselben tritt jedoch ein, sobald die Abmagerung eine gewisse Grenze überschreitet, und wahrscheinlich besonders in den Fällen, wo das Futter verhältnissmässig arm ist an stickstoffhaltigen Nährstoffen; auch die Resultate der Mastungsversuche deuten darauf hin, dass unter übrigens gleichen Verhältnissen die stickstoffreicheren Rationen für die Wollproduktion den Vorzug verdienen.

Ferner schliesst Henneberg aus theoretischen Gründen: dass der Nährstoffbedarf des kahl geschorenen Schafes bei niedrigeren Wärmegraden ein erheblich grösserer ist, als der Nährstoffbedarf des mit geschlossenem Vliesse versehenen Schafes. Auch konnte Henneberg das mit der Zeit verlangsamte Nachwachsen der Wolle durch seine Versuche bestätigen. *)

Durch fernere Versuche stellte Henneberg **) fest, dass für den Beharrungs- oder reinen Wollproduktionszustand der Schafe auf 1 Kilo Körpergewicht der tägliche Nährstoffbedarf erfordere: 1·14 Grm. Eiweissstoffe und 10·65 Grm. stickstofffreie Nährstoffe von dem Respirationswerthe des Stärkmehles. Von der organischen Substanz des Futters entfiel auf den Wollnachwuchs kein volles Prozent, von dem Futterstickstoff 4·2 Prozent.

E. Wolff***) stellte zur Ermittlung des Erhaltungsfutters und des Wollzuwachses Versuche an mit 24 Stück volljährigen Hammeln der sogenannten würtembergischen Bastardrasse (Kreuzung von Merino mit Landschaf), die in vier Abtheilungen zu je sechs Stück auf 1000 Kilo Lebendgewicht ein Futter empfingen, welches enthielt:

---

*) Nach Stohmann („Biolog. Studien“ S. 171) ist das tägliche Längenwachsthum der Wolle während der ersten 151 Tage nach der Schur doppelt so gross, als das tägliche Längenwachsthum der darauf folgenden 112 Tage.

**) Journ. f. Landw. 1870 S. 281.

***) Landw. Versuchsst. X, 85.

in Abtheilung I.	1·5	Kilo	verdauliche	Eiweissstoffe	12	stickstofffreie	Nährstoffe,
„ „ II.	1·5	„	„	„	15	„	„
„ „ III.	2·5	„	„	„	12	„	„
„ „ IV.	2·5	„	„	„	15	„	„

Ausserdem wurde später noch eine fünfte Abtheilung aufgestellt, welche weniger Eiweissstoffe und stickstofffreie Nährstoffe erhielt.

Als Futtermittel waren gewählt: Wiesenheu, Haferstroh, Runkelrüben, Bohnenschrot und Gerstenschrot.

Nach Beendigung des 105-tägigen Versuches lieferten die Thiere an gewaschener Wolle:

	Abtheilung I	II	III	IV	V	
Gewaschene Wolle	13·58	12·89	13·82	14·74	13·39	Kilo,
Fettgehalt	23·8	25·9	25·3	23·2	26·3	Proz.
Reine Wollfaser	65·9	64·6	64·7	66·6	63·9	„

Die Gesammtmenge und die Zusammensetzung der Wolle war demnach eine ziemlich gleiche bei allen Abtheilungen, wenigstens waren nach Wolff die Unterschiede der verschiedenen Abtheilungen nicht grösser, als diejenigen zwischen den Thieren derselben Abtheilung.

Das Wollwachsthum verschiedener Schafrassen bei Fütterung auf guter, reicher Weide, bei magerer Winterfütterung, bei reicher Heufütterung und bei Mastfütterung (theils bei weniger, theils bei mehr konzentrirtem Nährstoffverhältniss) wurde in Proskau während der Jahre 1867 und 1868 durch sehr sorgfältig ausgeführte Versuche festgestellt.*) Die das Wollwachsthum betreffenden Ergebnisse dieser Versuche sind in Tabelle LXXVII (nach v. Gohren) zusammengefasst.

Sämmtliche das Wollwachsthum betreffenden Fütterungsversuche führen also zu dem übereinstimmenden Ergebniss: dass das sogenannte Erhaltungsfutter ausreichend ist für die Erzeugung von Wolle, und dass ein nahrhafteres Futter das Wollwachsthum nicht wesentlich, keinenfalls aber mit wirthschaftlichem Vortheile fördert.

§. 329. *Die Fütterung der Zuchtthiere.*

Zuchtthiere, welche auch zu anderen wirthschaftlichen Zwecken verwendet werden, bedürfen nur zur Zeit der Paarung,

*) Ann. d. Landw. Berlin, S. 27.

Tabelle LXXVII. Wollwachsthum bei verschiedenen Schafrassen und verschiedener Fütterungsweise.

	Fütterung auf guter reicher Weide			Bei magerer Winterfütterung auf 1000 Kilo Lebendgewicht $7^1/_2$ Kilo Heu, Haferstroh ad libitum			Bei reicher Heufütterung			Bei Mastfütterung und weniger konzentrirtem Nährstoffverhältniss		Bei Mastfütterung und mehr konzentrirtem Nährstoffverhältniss		Gesammtdurchschnitt der auf 1000 Kilo Lebendgewicht gelieferten Wollhaare bei den fünf Fütterungsarten
	Haarmenge in Proz. der lufttrockenen Wolle	1000 Kilo Lebendgewicht lieferten den Tag Wollhaar	Das Wollhaarwachsthum verhält sich für 1000 Kilo Lebendgewicht	Haarmenge in Proz. der lufttrockenen Wolle	1000 Kilo Lebendgewicht lieferten den Tag Wollhaar	Das Wollhaarwachsthum verhält sich für 1000 Kilo Lebendgewicht	Haarmenge in Proz. der lufttrockenen Wolle	1000 Kilo Lebendgewicht lieferten den Tag Wollhaar	Das Wollhaarwachsthum verhält sich für 1000 Kilo Lebendgewicht	1000 Kilo Lebendgewicht lieferten den Tag Wollhaar	Das Wollhaarwachsthum verhält sich für 1000 Kilo Lebendgewicht	1000 Kilo Lebendgewicht lieferten den Tag Wollhaar	Das Wollhaarwachsthum verhält sich für 1000 Kilo Lebendgewicht	
Elektoral	40·6	0·0588	1	41·3	0·0507	1	51·0	0·065	1	0·070	1	0·070	1	0·0623
Elektoral-Negretti	40·1	0·1045	1·87	36·1	0·0909	1·79	38·0	0·098	1·51	0·112	1·6	0·115	1·64	0·1041
Negretti	52	0·1057	1·9	47·5	0·0664	1·31	46·0	0·109	1·67	0·138	1·97	0·126	1·8	0·1090
Rambouillet-Negretti	57·5	0·1142	2·0	57·5	0·0900	1·77	58·0	0·109	1·67	0·110	1·57	0·135	1·93	0·1116
Southdown-Merino	71	0·0844	1·5	66·0	0·0571	1·12	70·0	0·068	1·05	0·085	1·21	0·104	1·48	0·0797
Southdown	75	0·1103	1·98	81·0	0·0585	1·15	73·0	0·077	1·18	0·100	1·42	0·114	1·63	0·0919
Durchschnitt	59·88	0·0958	—	58·63	0·0691	—	59·4	0·087	—	0·108	—	0·124	—	—
Verhältniss des Wollwachsthumes	—	1·38	:	—	1	:	—	1·26	:	1·56	:	1·79	:	—

und die weiblichen Thiere ausserdem zur Zeit der Trächtigkeit einer besonderen Fütterung.

Im Allgemeinen müssen Zuchtthiere mager gehalten werden durch relativ eiweissreiche Nahrung. Jedes Futter, welches relativ zu viel stickstofffreie Nährstoffe enthält, erzeugt Fett, und die Fettablagerung beeinträchtigt die Beweglichkeit, und unter Umständen auch die Funktion der Zeugungsdrüsen. Fettleibige männliche Thiere werden zu faul zur Paarung, und sie können durch Verfettung der Hoden unfruchtbar werden. Fettleibige weibliche Thiere können ebenfalls durch Verfettung der Eierstöcke und der Eileiter unfruchtbar werden. Oft aber lassen sich weibliche Thiere, die durch zu mastige Nahrung fett und unfruchtbar geworden waren, durch magere Haltung und durch Arbeit wieder fruchtbar machen. *)

Zur Zeit der Paarung sind die Zuchtthiere reichlicher, aber stets vorwiegend mit Eiweissstoffen zu nähren. Es empfiehlt sich ferner eine erhöhte Beigabe von Kochsalz zum Futter, das erfahrungsgemäss geschlechtsreizend wirkt (siehe Boussingault's Versuch Seite 535).

Zur Zeit der Trächtigkeit müssen die weiblichen Thiere ein minder voluminöses, aber eiweiss- und mineralstoffreiches Futter erhalten. Ein zu voluminöses Futter beschwert den Ver-

---

*) H. Janke („Jahrb. d. deutschen Viehz." Breslau, 1866 S. 211) berichtet, dass der berühmte englische Züchter Jonas Webb eine werthvolle Kuh für eine sehr mässige Summe Geldes deshalb erworben, weil sie sich als unfruchtbar erwies. Die Kuh wurde nach dem Wohnorte Webb's 100 bis 120 englische Meilen getrieben; sie wurde darauf in kurzer Zeit tragend und brachte Zwillingskälber, und später noch ein Kalb. Sie wurde dann wieder unfruchtbar und wurde deshalb weiter verkauft. Der Wechsel des Klimas machte sie wieder zeugungsfähig und zur Zeit ihres Ablebens konnten doch 160 werthvolle Thiere von ihr abgeleitet werden, trotzdem sie also zweimal als unfruchtbar verkauft worden war.

H. Janke theilt ferner mit, dass es durch sorgfältigste Erforschung gelungen sei zu konstatiren: dass die bei unfruchtbaren weiblichen Thieren häufig gefundene fettige Entartung der Eierstöcke die Folge einer zuckerreichen Fütterung sei, so dass die Vermuthung naheliege: dass die Einwirkung des Zuckers in seinen verschiedenen Formen im höchsten Grade entscheidend und wichtig gerade wegen seines Einflusses auf das Zeugungssystem sei. Auch theilt Janke einen Fall mit, wo ein Züchter seine werthvolle Heerde durch Melassefütterung (wobei ihr Ernährungszustand „im höchsten Grade befriedigend" sich gestaltete), mit nur geringen Ausnahmen geradezu werthlos machte, indem sowohl die männlichen, wie die weiblichen Thiere gleich unfruchtbar geworden waren.

dauungskanal und es beeinträchtigt die Ausdehnung des Tragsackes, oder es übt einen für die Entwicklung der Frucht nachtheiligen Druck auf denselben aus; aus diesem Grunde müssen auch Futtermittel vermieden werden, welche blähend wirken, namentlich junger Klee. Da sich der Embryo hauptsächlich aus Eiweiss- und Mineralstoffen aufbaut, so muss das Futter trächtiger Thiere genügende Mengen davon enthalten. Unter den für die Entwicklung des Embryos wichtigen Mineralstoffen kommen hauptsächlich in Betracht: Kalk und Phosphorsäure. Wenn diese beiden Nährstoffe im Futter fehlen, oder in zu geringer Menge enthalten sind, so wird die Knochenentwicklung des Embryos beeinträchtigt und das Mutterthier selbst kann an Knochenbrüchigkeit erkranken. Dieses Leiden entsteht wahrscheinlich dadurch, dass jene mineralischen Bestandtheile der Knochen zu Gunsten der Knochenbildung des Embryos aufgesogen werden.

Erweist sich das Futter trächtiger Thiere zu arm an Kalk und Phosphorsäure, so können diese Nährstoffe in Form feinen Knochenmehles dem Futter beigegeben werden.

§. 330. *Die Fütterung des Jungviehes.*

Die Fütterungsmethode des Jungviehes hat vor Allem ins Auge zu fassen: dass die wachsenden Thiere als Material zum Aufbaue ihres Körpers hauptsächlich Eiweissstoffe und Mineralstoffe bedürfen und von letzteren insbesondere diejenigen, welche der Gewebebildung und namentlich der Knochenbildung dienen, nämlich Phosphorsäure und Kalk; die übrigen Mineralstoffe (mit Ausnahme von Kochsalz) sind in der gewöhnlichen Nahrung der pflanzenfressenden Hausthiere in so reichlicher Menge enthalten (namentlich das Kalium), dass ihre Zufuhr keiner besonderen Fürsorge bedarf. Die für die Fütterung des Jungviehes besonders in Betracht kommenden anorganischen Substanzen sind also Phosphorsäure, Kalk und Kochsalz; ihre Bedeutung als Gewebebildner und Nahrungsstoffe haben wir im fünften Kapitel und in §. 222 kennen gelernt, und die Bedeutung des Kochsalzes insbesondere für die Aufzucht von Jungvieh: aus dem Versuche Boussingault's (siehe Seite 535).

In der landwirthschaftlichen Praxis kommt viel häufiger der Fall vor, dass das Jungvieh zu kärglich, als dass es zu

reichlich ernährt wird. Aber beides ist fehlerhaft. Das Jungvieh, welches zu Zuchtzwecken aufgezogen wird, darf nicht fett werden, weil darunter die Zeugungsfähigkeit leidet; das Gleiche gilt für Jungvieh, welches später der Milchproduktion dienen soll. Die Nachtheile einer zu reichlichen Ernährung können aber viel leichter (durch ausgiebige Körperbewegung) ausgeglichen werden, als die Nachtheile einer zu kärglichen Ernährung. Ein in der Jugend kärglich ernährtes Thier bleibt durch sein ganzes Leben in seinen Leistungen hinter normal ernährtem Jungvieh zurück. Namentlich die Ernährung im ersten Lebensjahre ist entscheidend für die erreichbare Körpergrösse. *)

Ausser auf den Nährstoffgehalt des Futters, ist Rücksicht zu nehmen auf das Volumen desselben. Das Futtervolumen darf nicht so gross sein, dass es den Verdauungskanal des jungen Thieres belästigt; es verdienen also im Allgemeinen die massigen Futtermittel den Vorzug vor den voluminösen, insbesondere vor den Rauhfuttermitteln. Ein zu reichliches Futter von Heu und Stroh macht einen dicken Bauch (sogenannten Heubauch) und es bewirkt durch seine Schwere: dass die Wirbelsäule (an welcher die Verdauungsorgane aufgehängt sind) sich nach abwärts biegt; es entsteht also dadurch Senkrücken. In gleicher Weise wirkt aber auch ein minder nahrhaftes Grünfutter (von harten und sauren Gräsern), das in grösserer Menge aufgenommen werden muss, um ausreichend zu nähren.

Aus diesen physiologischen Grundsätzen ergibt sich die Fütterungsweise für das Jungvieh: ein nahrhaftes und minder voluminöses, beziehungsweise ein an Eiweiss- und Mineralstoffen absolut und relativ reiches Futter.

Die beste und naturgemässeste Nahrung in der ersten Zeit nach der Geburt gewährt die Muttermilch,**) die möglichst durch Saugen am Euter aufzunehmen ist. Die Säugezeit, beziehungsweise die Milchernährung, sollte im Allgemeinen

---

*) Nach Rueff („Anleitung zum Betriebe der Pferdezucht", Stuttgart, 1874. S. 174) haben verschiedene Beobachtungen (namentlich in preussischen Staatsgestüten) ergeben: dass bei dem Fohlen die Zunahme an Körpergrösse betrage: im ersten Lebensjahre 39·5 Zm., im zweiten 13·17 Zm., im dritten 7·9 Zm., im vierten 3·95 Zm., im fünften 1·32 Zm.

**) Nach C. Struckmann (Journ. f. Landw. 1857. S. 272) steht die Gewichtzunahme der Kälber in den ersten Wochen nach der Geburt in geradem Verhältnisse zur Quantität der genossenen süssen Milch, und die Entwicklung und das Wachsthum der Kälber ist von der Milchergiebigkeit der Mutterkühe abhängig.

so lange dauern, bis das Milchzahngebiss grösstentheils erschienen ist (siehe §. 266). Wenn das junge Thier während der Säugezeit beständig bei der Mutter ist, so nimmt es nur so viel Milch auf, wie seinem Nahrungsbedürfnisse entspricht; sobald es sein Gebiss gestattet, frisst es von dem Futter der Mutter (worauf bei der Fütterung der Mutter bezüglich der Futterqualität Rücksicht zu nehmen ist), und es gewöhnt sich so allmälig an feste Futtermittel. Junge Thiere, welche nur zu bestimmten Mahlzeiten zum Euter der Mutter gelassen werden, nehmen häufig auf einmal zu viel Milch auf, wodurch ihre Verdauung erschwert wird. Die Ernährung junger Thiere durch nicht gesaugte, beziehungsweise abgemolkene Muttermilch, oder durch die Milch anderer Thiere, führt manche Nachtheile herbei, denen nur der Vortheil der leichteren Abgewöhnung gegenübersteht. Bei der Tränkung der Säuglinge durch Muttermilch lässt sich die erforderliche Quantität niemals so genau dem Nahrungsbedürfnisse anpassen, als wenn das junge Thier am Euter saugt. Ist ferner die Temperatur der zur Tränke verwendeten Muttermilch unter der Körpertemperatur, oder hat sie gar einige Zeit gestanden, so wird sie schwerer verdaulich, und sie kann unter Umständen schädlich wirken. Das ist in noch höherem Grade der Fall, wenn Säuglinge mit fremder Milch (sei es die der gleichen oder einer anderen Thierart) getränkt werden. Die Zusammensetzung der Milch ist verschieden nach der Thierart, und sie ändert sich, wie wir aus Früherem wissen (siehe Seite 671 und 692) von der Zeit des Gebärens ab; die Muttermilch steht in bestimmter Beziehung zu dem Nährstoffbedarfe und zu dem zeitlichen Nahrungsbedürfnisse des Säuglinges. Diese Beziehung findet nicht statt bei fremder Milch, und daraus erklärt sich ihre, so häufig die Verdauung und die Ernährung benachtheiligende Wirkung.

Die schlimmste Zeit für die Ernährung des jungen Thieres ist die Zeit der Abgewöhnung („Abspänung") von der Muttermilch, beziehungsweise der Angewöhnung an festes Futter. Bei jüngeren Thieren ist das leichter, wenn sie nicht saugen, aber bei längerer Säugezeit, während welcher der Säugling sich allmälig an festes Futter gewöhnt, macht das Abgewöhnen wenig Schwierigkeit. Erfolgt die Abgewöhnung nach kurzer Säugezeit, so tritt ein Stillstand, meistens sogar eine Abnahme im Ernährungszustande des abgewöhnten Thieres ein, und zwar im Allgemeinen in höherem Grade, als bei getränkten Säuglingen. Dieser Uebel-

stand (das sogenannte „Abfallen des Pitzfleisches") lässt sich also vermeiden durch längere Säugezeit, die meines Erachtens nur bei zu Milchzwecken aufgezogenen Kälbern bedenklich ist. *)

Die Angewöhnung an festes Futter muss allmälig geschehen, und das macht sich bei längerer Säugezeit von selbst; aber die Abgewöhnung vom Euter der Mutter sollte meines Erachtens, zu der als zweckmässig erkannten Zeit, auf einmal geschehen, d. h. es dürfen die Säugezeiten nicht allmälig verringert werden, was übrigens ja nur möglich ist bei Säuglingen, welche von der Mutter entfernt gehalten werden. Sobald die Abgewöhnung erfolgen soll, ist das junge Thier gänzlich von der Mutter zu entfernen, und wenn möglich in einen anderen Stall, oder auf eine andere Weide zu bringen, damit Mutter und Kind sich nicht durch Lautkundgebungen gegenseitig aufregen.

Dem abgewöhnten Thiere sind zunächst diejenigen Futtermittel zu reichen, an die es sich neben der Mutter während der Säugezeit gewöhnt hat, oder an die es während der Tränkezeit gewöhnt worden ist. Mit Rücksicht darauf sind also schon der Mutter während der Säugezeit minder voluminöse, eiweissreiche und leicht verdauliche Futtermittel zu reichen, die ja übrigens auch für die Milcherzeugung zweckmässig sind. Im Sommer bietet eine nahrhafte Grasweide das zweckmässigste Futter für Mutter und Kind, und sie eignet sich auch vollkommen zur Ernährung des letzteren nach dem Abgewöhnen.**) Bei Winterfütterung ist das Futter (mit absolut und relativ hohem Eiweissgehalte) anfangs in mehr flüssiger oder breiiger Form

*) Ich habe in meiner landwirthschaftlichen Praxis viele Kälber aufgezogen, aber es ist mir bei langer Säugezeit (bis zu 8 und 10 Wochen) und gesunden Kälbern niemals ein Rückgang ihres Ernährungszustandes nach dem Abgewöhnen vorgekommen. Dagegen habe ich erfahren, dass die längere Zeit gesäugten Kälber später schlechte Milchkühe wurden. (Siehe meine „Beiträge" S. 266.)

**) In der landwirthschaftlichen Praxis begegnet man häufig der Ansicht, dass abgewöhntes Jungvieh während des ersten Lebensjahres nur mit Trockenfutter (Rauhfutter und Körner) zu ernähren sei. Das ist aber nur dann richtig, wenn eine gesunde und nahrhafte Grasweide nicht zu Gebote steht. Grünfütterung im Stalle durch abgemähtes Futter halte auch ich für Jungvieh im ersten Lebensjahre nicht für gedeihlich, weil solches Futter, je nach seiner Entwicklungsperiode und je nach den Witterungseinflüssen, in seinem Nährstoffgehalte und in seiner Verdaulichkeit sehr wechselt. Dagegen bietet eine beständig kurz gehaltene Grasweide bester Qualität — ein stets gleichmässig nährendes Futter.

zu reichen; dazu eignen sich Tränken von gekochten Leinsamen und von Malzkeimen, Tränke von abgelassener und schwach saurer Milch mit etwas Getreideschrot u. s. w. Das flüssige oder breiige Futter ist aber beständig zu vermindern und durch feste eiweissreiche Futtermittel zu ersetzen. Als solche kommen für alle Hausthiere in Betracht: ganze Haferkörner, gebrochener Leinkuchen, Malzkeime, und wo Rauhfutter erforderlich ist: bestes, blattreiches Wiesen-, Luzerne- und Kleeheu. Wasser darf nicht im Uebermaasse gereicht werden; der Wasserbedarf ist möglichst durch wasserreiche Futtermittel zu decken, wozu Möhren und Runkelrüben sich vortrefflich eignen.

Die fernere Fütterung ist abhängig von den in Aussicht genommenen künftigen Leistungen des jungen Thieres.

Die Aufzuchtfütterung der Arbeitsthiere hat die Erzeugung von Muskelfleisch ins Auge zu fassen, aber die Fettbildung möglichst zu verhüten. Dazu ist ein an Eiweiss- und Mineralstoffen absolut und relativ reiches und minder voluminöses Futter erforderlich: im Sommer eine nahrhafte Grasweide, im Winter vorwiegend Körnerfutter, entöltes Lein- und Palmkernmehl, möglichst ölfreie Lein- und Palmkernkuchen, wenig Heu, kein Schrot- und Mehlfutter. Im Wesentlichen dasselbe Fütterungsverfahren ist einzuhalten bei der Aufzucht männlicher Zuchtthiere für die verschiedenartigen Zwecke der Thierzucht. Bei der Aufzucht massiger Arbeitspferde ist der Eiweissgehalt des Futters relativ zu vermindern, mehr Rauhfutter, sowie Schrot- und Mehlfutter zu reichen. Bei allen zur Arbeitsleistung aufzuziehenden Thieren ist für ausgiebige Muskelübung Sorge zu tragen.

Die Aufzuchtfütterung der Mastthiere hat von vornherein auf einen relativ kleinen Eiweissgehalt und auf einen absolut und relativ grossen Fett- und Kohlehydratgehalt im Futter Rücksicht zu nehmen. Dabei ist möglichst reichlich, aber nicht zu voluminös zu füttern, wenn die Thiere unmittelbar zur Mast aufgezogen werden sollen. Handelt es sich aber um die Aufzucht von Zuchtthieren für Mastvieh, so ist Acht zu geben, dass die jungen Thiere nicht zu fett und damit zeugungsunfähig werden. Thiere, die unmittelbar zur Mast dienen sollen, müssen sich rasch entwickeln und in möglichst kurzer Zeit die der Thierart eigenthümliche Körpergrösse erlangen, weil junges und frühreifes Mastvieh das werthvollste, mit Fett fein durchwachsene

Fleisch liefert. Die Aufzucht von Mastzuchtvieh erfordert längere Zeit.

Die Aufzuchtfütterung des Milchviehes ist, was die Sicherheit des Erfolges betrifft, die schwierigste von allen. Das zur Milchproduktion aufgezogene Jungvieh muss freudig gedeihen, aber es soll langsam wachsen und möglichst wenig Fett ansetzen. Die Entwicklung der Milchdrüse lässt sich nicht übereilen und ausgezeichnetes Milchvieh besitzt niemals die Eigenschaften der Frühreife. Die Fütterung des zu Milchzwecken bestimmten Jungviehes sollte daher möglichst naturgemäss sein. Die Ernährung auf guter und nahrhafter Grasweide ist ein unabweisbares Erforderniss für alle zur Milchproduktion aufzuziehenden, und demnach auch für alle weiblichen Zuchtthiere, zu deren wünschenswerthen Eigenschaften ja die Milchergiebigkeit gehört. Bei Winterfütterung erscheint ein mehr voluminöses, aber relativ eiweissreiches Futter zweckmässig: also gutes Wiesenheu, Wurzelfrüchte, Getreideschrot und Kleien, reichliche Tränke und Kochsalzgaben.

Die Aufzuchtfütterung des Wollviehes hat ebenfalls eine möglichst naturgemässe und verhältnissmässig langsame Entwicklung ins Auge zu fassen. Eine etwas magere Grasweide im Sommer, ein mehr trockenes und voluminöses Futter im Winter, möglichste Vermeidung von Fettbildung, nicht zu warme Stallung, — das sind die wesentlichen Erfordernisse für die Aufzucht von Wollvieh.

Bei der Aufzuchtfütterung jeder Art von Jungvieh ist Sorge zu tragen für eine regelmässige Fütterung; die als zweckmässig erkannte Futterordnung ist streng einzuhalten, und die Bedingungen der Gesundheitspflege (siehe §. 304) sind wohl zu beachten. Man vergesse nicht, dass die gedeihliche Entwicklung des Jungviehes, namentlich im ersten Lebensjahre, die Grundlage bildet für jede Art der Thierproduktion!

Tabelle LXXVIII. Die prozentische Zusammensetzung der Futtermittel (nach Jul. Kühn).

Art der Futtermittel	Trockensubstanz		Eiweissstoffe		Fettsubstanz		Stickstofffr. Extraktst.		Holzfaser (Rohfaser)	
	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.
I. Grünfutter.										
Wiesengras	12·4	48·1	1·6	6·0	0·3	1·5	3·5	22·8	3·12	17·0
Italienisches Raigras	24·9	28·3	2·6	4·6	—	—	11·3	12·9	4·8	9·4
Div. Süssgräser, blühend	22·0	40·5	1·9	4·0	0·3	1·1	8·4	15·4	7·0	16·3
Rothklee	13·6	31·9	2·2	6·2	0·4	0·6	4·2	15·1	3·4	11·0
Weissklee	16·4	20·3	3·5	4·5	0·8	0·9	7·2	9·8	5·2	6·0
Inkarnatklee	17·4	18·5	2·7	3·0	0·6	0·9	6·1	7·4	3·8	7·5
Bastardklee	13·0	23·3	2·4	5·7	0·6	0·7	5·1	8·4	3·6	16·4
Hopfenklee	20·0	23·3	3·2	5·7	0·8	0·9	8·0	10·0	6·0	7·6
Luzerne	16·5	30·1	2·8	7·3	0·5	0·9	6·0	14·4	3·5	13·4
Esparsette	20·0	23·4	3·2	4·3	0·6	0·9	8·2	10·8	5·8	12·9
Serradella	14·2	20·0	2·6	3·6	—	—	5·1	8·9	5·0	8·1
Lupinen	10·6	16·1	2·4	4·2	0·2	0·4	4·0	7·3	1·4	5·1
Wickhafer	12·6	18·5	1·6	3·4	0·4	0·7	6·0	6·4	4·6	6·5
Futterhafer	13·5	23·0	1·8	3·1	0·5	0·6	5·1	8·8	4·6	7·0
Futterroggen	20·4	33·5	3·1	3·6	0·6	0·9	6·7	14·0	7·3	8·6
Mais	13·2	23·2	0·9	2·2	0·2	0·8	5·8	15·3	3·0	5·9
Sorgho (Zuckerhirse)	15·9	16·0	1·7	5·8	1·7	1·5	8·4	19·2	4·6	8·5
Mohar (Kolbenhirse)	19·0	37·1	2·5	5·9	0·8	1·5	6·0	16·2	4·6	11·6
Ackerspörgel	10·2	24·6	0·9	4·3	0·5	0·1	4·3	10·8	3·5	8·6
Futterkohl	5·5	20·2	0·9	4·7	0·4	1·0	1·5	12·9	0·5	5·6
Weisskraut	7·5	14·0	1·2	1·6	0·13	0·4	4·5	2·8	1·1	2·5
Krautstrunk	10·4	18·0	1·1	1·9	0·1	0·8	6·2	12·1	1·3	2·8
Runkelrübenblätter	8·0	13·2	1·4	3·2	0·1	1·0	2·1	5·9	0·9	2·4
Möhrenblätter	17·8	23·5	3·2	3·8	0·6	1·0	7·0	12·9	3·0	3·4
Buchweizen	12·5	17·5	1·5	3·2	0·5	0·8	5·1	7·4	4·2	4·4
Futterlaub, grün	34·2	45·0	2·8	8·0	—	—	5·2	33·1	6·0	22·9
Haidekraut	42·2	54·9	2·8	4·5	2·0	7·8	8·8	23·4	10·4	29·0
II. Heu.										
Wiesenheu	78·3	90·2	5·8	19·4	1·2	5·6	22·6	50·7	19·7	39·9
Grummet	79·8	88·2	8·4	18·5	2·3	6·8	33·3	49·7	19·0	30·7
Saures Wiesenheu	85·4	88·7	6·8	8·4	4·4	4·9	26·6	44·9	24·0	41·5
Heu von reinem Rothklee	78·5	87·1	7·6	18·3	1·4	5·1	15·2	48·1	18·8	48·1
Kleebraunheu	83·8	88·2	16·2	17·2	1·6	3·2	31·3	35·4	22·2	28·6
Heu von Weissklee	78·4	90·2	7·7	17·0	1·4	3·7	30·8	41·3	18·8	25·6
Heu von Wundklee	83·3	89·5	7·4	13·8	1·2	3·3	35·1	43·9	17·0	32·0
Heu von Hopfenklee	83·3	89·5	11·8	21·1	3·2	3·3	30·8	33·2	23·1	28·0
Heu von Luzerne	80·8	87·5	13·1	19·7	2·3	3·8	20·0	34·8	19·3	40·0
Heu von Esparsette	83·3	88·2	12·8	17·1	—	—	34·2	34·7	—	—
Heu von Serradella	83·3	85·7	14·6	15·8	1·5	1·9	27·7	35·5	26·1	33·9
Heu von gelben Lupinen	74·1	90·9	6·0	23·5	1·1	2·9	28·1	31·2	23·0	48·3

Art der Futtermittel	Trockensubstanz		Eiweissstoffe		Fettsubstanz		Stickstofffr. Extraktst.		Holzfaser (Rohfaser)	
	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.
Heu von Spörgel	83·3	87·5	7·8	14·7	1·7	3·2	26·0	44·2	20·2	35·1
Heu von Wickhafer	83·3	90·0	14·2	20·4	2·3	3·8	33·2	36·2	25·8	28·0
Heu von Futterwicken	83·3	85·7	14·2	20·4	2·1	2·5	28·5	32·8	23·5	29·5
Heu von Futterroggen	85·7	90·5	9·8	10·4	2·8	2·9	30·1	44·5	23·1	40·3
Heu von Mohar	83·7	90·1	7·0	14·6	2·0	2·4	33·3	41·2	26·8	34·5
Baumlaub, trocken	84·0	95·0	6·0	15·1	3·0	4·2	43·8	68·2	11·3	16·3
Kartoffelkrautheu	85·0	95·3	5·7	12·9	1·2	3·6	33·0	36·2	22·7	36·6
Braunheu von Zichorienblättern	58·8	85·0	9·2	13·0	2·3	3·3	25·2	36·6	8·2	11·8
Sauerheu von Zuckerrübenblättern	20·0	26·8	0·94	3·0	0·75	1·2	8·6	9·0	2·0	2·7
Sauerheu von Mais	11·7	23·0	0·7	1·8	0·2	1·9	4·5	9·2	2·1	9·6
III. Stroh.										
Weizenstroh	74·0	91·9	1·4	5·6	0·6	2·0	26·7	44·4	28·9	52·6
Roggenstroh	81·4	89·7	1·5	4·6	1·1	2·5	23·4	44·5	30·1	54·9
Gerstenstroh	82·5	89·1	1·9	5·4	1·1	2·04	18·2	45·5	34·4	54·0
Haferstroh	78·8	89·7	1·3	7·0	1·0	5·1	24·9	48·9	30·0	50·2
Erbsenstroh	82·6	88·1	4·8	10·1	1·5	3·3	22·8	39·8	33·6	51·8
Wickenstroh	83·3	87·5	6·2	7·5	—	—	18·3	37·9	30·8	53·1
Bohnenstroh	78·0	85·5	3·3	16·4	0·7	2·2	16·9	33·8	25·8	41·7
Rapsstroh	78·5	87·8	2·5	4·6	1·0	5·7	31·3	36·0	37·5	40·9
Buchweizenstroh	84·5	90·3	3·1	5·5	1·3	1·6	29·9	37·1	35·3	51·8
IV. Spreu u. Schoten.										
Weizen	80·0	91·5	3·3	7·4	1·4	1·8	31·2	53·9	20·3	39·7
Hafer	85·7	87·4	3·7	7·0	1·3	1·5	28·2	43·2	25·9	35·1
Erbsen	85·7	87·8	7·2	15·8	1·0	4·7	30·0	36·6	22·4	41·5
Wicken	84·9	87·5	7·2	15·7	1·0	2·0	20·5	42·3	22·7	49·6
Bohnen	82·0	87·5	10·0	11·3	1·0	2·0	27·5	34·0	33·0	37·5
Lupinen	85·0	89·9	2·5	8·0	0·6	2·5	32·8	49·8	28·2	45·2
Rapsschalen	82·0	93·5	3·0	5·4	1·5	3·1	34·9	48·7	30·9	43·6
V. Wurzeln u. Knollen.										
Kartoffeln	18·3	33·5	1·0	4·4	0·04	0·8	15·7	26·6	0·27	2·7
Topinambur	16·5	20·9	1·3	2·5	0·1	0·5	13·7	16·2	0·5	2·7
Futterrunkelrüben	7·4	24·6	0·55	2·6	0·05	0·6	5·2	13·8	0·6	4·5
Zuckerrüben	10·2	23·7	0·6	2·8	0·07	0·3	10·1	17·9	0·9	3·4
Kohlrüben	8·9	16·2	0·7	1·7	—	—	7·1	10·1	—	—
Möhren	10·1	20·8	0·5	2·4	0·2	0·8	5·9	15·5	0·7	3·4
Wasserrüben	7·1	13·9	0·6	1·8	0·1	0·2	3·7	10·9	0·3	1·0
Körbelrüben	31·6	36·4	2·6	4·6	0·2	0·4	24·7	30·4	0·5	1·5
VI. Körner u. Früchte.										
Weizen	81·3	90·0	8·2	24·1	0·7	2·7	60·2	75·3	0·7	8·3
Roggen	81·7	88·2	8·8	22·9	0·9	2·8	59·4	69·0	1·8	10·1

Art der Futtermittel	Trocken-substanz		Eiweiss-stoffe		Fett-substanz		Stickstofffr. Extraktst.		Holzfaser (Rohfaser)	
	Min.	Max	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.
Gerste	80·9	89·2	2·6	27·1	1·3	3·2	55·8	76·3	2·3	13·6
Hafer	83·6	92·4	6·3	21·4	4·4	7·3	48·0	71·8	4·1	16·1
Mais	77·6	91·8	5·8	15·1	1·5	9·2	52·4	72·7	1·3	20·4
Hirse	86·0	86·9	10·9	14·5	3·0	3·7	56·9	59·1	6·4	13·1
Buchweizen	84·6	96·2	2·6	13·1	0·4	2·7	52·1	62·6	6·4	40·2
Pferde- und Saubohnen	80·3	88·3	21·4	27·6	1·2	2·5	42·8	55·4	3·7	12·6
Erbsen	77·9	91·1	19·1	26·1	0·6	5·3	41·9	59·6	1·9	9·2
Wicken	84·2	91·0	26·5	29·1	1·2	3·0	44·9	51·8	3·5	7·2
gelbe Lupinen	82·4	90·6	28·3	43·3	3·7	7·9	20·2	36·4	11·4	17·5
blaue Lupinen	78·0	88·0	21·7	35·9	4·6	8·8	20·7	43·8	8·9	13·9
Platterbse	86·0	90·0	23·3	26·0	1·8	2·0	49·9	57·5	3·1	5·4
Leinsamen	87·7	93·2	20·0	28·5	21·7	39·0	9·0	35·7	3·2	18·0
Raps- und Rübsensamen	85·2	92·9	13·0	27·4	36·0	55·0	7·4	13·0	5·3	15·2
Madiasamen	91·6	93·7	18·4	22·9	36·5	41·0	5·0	7·5	18·0	27·1
Leindottersamen	91·6	94·3	23·5	28·3	28·2	33·0	12·2	19·8	9·0	11·5
Sonnenblumensamen	89·3	93·8	12·7	13·3	21·0	34·7	—	—	—	—
Baumwollensamen	91·1	92·3	22·75	22·8	29·3	30·3	7·6	15·4	16·0	24·7
Chinesische Oelbohnen	92·9	93·3	38·0	38·5	16·9	20·5	24·6	27·8	5·1	5·5
Palmkerne	90·9	93·9	7·9	8·9	48·9	49·5	25·6	28·1	5·5	6·5
Ungeschälte Eicheln, frisch	44·0	58·5	2·0	2·6	1·5	2·3	33·4	36·5	4·3	19·4
Geschälte Eicheln, trocken	80·0	88·6	5·0	6·3	3·6	5·4	64·8	72·0	4·6	5·9
Kastanien, geschält frisch	50·8	51·3	3·0	3·3	1·75	2·5	42·7	43·7	?	?
Kürbis	5·4	21·1	0·1	1·3	—	—	1·5	13·9	1·0	5·9
Viehmelonen	8·0	9·3	0·8	1·6	—	—	4·7	5·7	1·2	1·9
VII. Gewerbliche Produkte u. Abfälle.										
Rapskuchen	80·8	98·2	17·9	45·5	4·4	18·8	7·4	41·6	1·3	28·4
Rübsenkuchen	87·6	89·7	22·4	33·0	7·5	15·9	21·3	25·2	12·1	19·1
Entöltes Rapsmehl	85·5	96·1	21·8	36·8	1·8	6·8	26·9	38·8	11·1	20·3
Leinkuchen	81·1	92·9	20·6	37·8	6·0	18·2	19·7	41·3	5·1	16·8
Entöltes Leinmehl	85·4	90·3	24·9	35·1	0·7	3·8	24·5	39·9	6·7	10·8
Mohnkuchen	84·7	95·7	24·4	37·8	3·9	17·0	8·5	29·6	10·3	22·8
Leindotterkuchen	85·0	91·2	22·9	34·4	6·5	10·3	28·6	31·2	10·7	13·6
Hanfkuchen	83·5	92·2	25·1	34·4	4·3	10·2	12·2	30·3	16·0	25·9
Palmkuchen	85·6	93·3	10·7	24·7	6·8	29·3	17·9	52·0	9·9	31·7
Entöltes Palmkernmehl	81·9	93·4	11·7	23·9	1·1	7·3	22·4	52·5	11·7	39·7
Erdnussölkuchen, geschält	87·5	92·2	43·2	47·5	1·7	9·9	17·2	33·6	4·8	8·2
Sesamkuchen	83·6	91·9	31·9	42·3	5·7	19·5	7·8	30·8	5·1	18·4
Bucheckerkuchen	79·3	90·0	15·8	24·0	0·4	11·7	21·6	36·3	20·8	26·2
Baumwollensamenkuchen	85·8	93·4	18·2	28·3	5·1	9·8	26·5	36·7	17·0	27·0
Desgl. ohne Hülsen	85·7	92·3	19·7	43·8	5·4	19·7	10·5	27·4	5·4	11·4
Sonnenblumenkuchen	88·0	92·0	31·8	44·4	6·4	17·9	20·3	28·1	9·2	12·6
Oelkuchen d. chin. Oelbohne	86·0	87·1	35·6	45·9	5·3	9·6	24·5	30·9	5·2	5·7

Art der Futtermittel	Trockensubstanz		Eiweissstoffe		Fettsubstanz		Stickstofffr. Extraktst.		Holzfaser (Rohfaser)	
	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.
Olivenkuchen	82·9	89·2	3·5	8·6	3·1	25·7	22·4	30·7	28·6	38·2
Weizenmehl	84·5	87·4	10·9	13·8	1·0	1·2	70·2	73·4	0·2	0·7
Roggenmehl	85·4	86·0	10·5	13·2	1·6	2·5	67·0	74·5	1·0	1·5
Gerstenmehl	85·0	86·0	10·2	14·3	—	—	62·5	69·8	—	—
Hafermehl	87·7	88·3	16·1	19·5	5·7	6·3	63·1	64·8	—	—
Weizenfuttermehl	86·0	88·5	12·6	15·2	2·6	3·3	61·6	64·9	1·4	4·8
Weizenkleie	83·5	92·4	10·1	27·0	1·7	6·6	28·5	61·5	4·1	34·6
Roggenkleie	81·6	93·5	10·1	18·1	1·9	5·0	32·9	64·6	4·2	28·5
Gerstenkleie	87·4	88·0	8·8	14·8	2·9	3·8	45·9	46·8	19·4	19·7
Graupenfabrik.-Rückstände	84·4	90·6	8·7	20·1	2·3	5·8	41·7	59·3	9·8	22·9
Haferkleie	90·0	90·7	1·1	13·1	1·1	3·5	51·4	64·4	5·7	33·0
Reisfuttermehl	84·3	92·3	3·8	15·6	0·4	15·9	35·9	75·9	1·5	36·2
Erbsenkleie (Schalen)	86·3	87·7	7·1	8·0	1·0	2·5	21·6	35·5	41·5	53·7
Erbsenkleie (Mehl)	84·6	87·7	11·0	16·4	0·7	3·8	33·4	50·6	13·6	32·3
Darrmalz	90·0	95·8	8·8	10·0	2·2	2·5	65·7	73·7	8·0	9·5
Malzkeime	79·5	96·8	13·7	32·4	0·7	4·0	18·5	48·2	5·0	32·1
Bierträbern	17·0	30·0	2·9	6·3	1·1	2·5	3·2	14·8	2·8	9·5
Gedämpfte Kartoffeln	25·8	29·2	2·7	3·5	0·23	0·5	19·2	22·8	0·7	1·8
Kartoffelschlempe	3·8	8·7	0·8	1·9	0·1	0·23	1·1	4·9	0·5	1·4
Roggenschlempe	4·3	12·3	1·0	2·1	0·25	0·9	2·6	7·0	0·3	1·6
Maisschlempe	7·8	11·0	1·9	2·0	0·8	1·2	3·8	6·0	0·6	1·3
Melassenschlempe	6·4	9·8	1·2	3·0	—	—	2·7	5·8	—	—
Kartoffelfaser aus Stärkefabrikation	10·6	17·6	0·6	1·1	0·07	0·1	6·3	15·0	1·3	3·2
Desgl. lufttrocken	76·9	88·0	2·6	10·2	0·6	3·5	52·3	76·4	0·5	17·8
Träber der Weizenstärke	21·5	32·5	2·3	6·6	1·55	2·6	13·1	18·0	2·7	4·6
Rübenmelasse	75·5	89·2	4·0	10·5	—	—	58·6	66·8	—	—
Zuckerrübenpresslinge	23·0	35·5	1·0	3·0	0·1	0·7	8·3	19·5	4·1	8·6
Schleuderrückstände	15·0	18·0	0·8	1·0	—	—	4·3	12·4	2·6	3·9
Diffusionsrückstände fr. v. Diffus.	5·0	9·2	0·4	0·8	0·03	0·1	3·2	5·4	1·2	2·5
Desgl. eingesäuert	8·0	10·0	0·7	0·9	—	—	—	—	—	—
Desgl. etwas gepresst	6·8	19·6	0·6	1·6	0·05	0·25	4·3	14·1	1·2	4·3
Desgl. aus der Sauergrube	8·3	13·9	0·6	1·5	0·03	0·6	4·7	8·4	2·2	3·2
VIII. Animalische Futtermittel.										
Frische Kuhmilch	9·5	15·5	2·0	6·8	1·5	6·0	2·9	8·3	—	—
Frische Ziegenmilch	10·7	13·0	2·8	4·5	2·5	4·0	8·5	5·0	—	—
Abgerahmte Milch	7·6	11·5	2·5	4·9	0·3	1·4	3·1	6·1	—	—
Rahm	28·2	47·5	2·6	6·0	16·9	41·2	2·1	3·9	—	—
Buttermilch	9·2	10·3	2·5	3·8	0·2	1·5	5·0	6·0	—	—
Molken	5·4	8·6	0·5	1·35	0·1	1·1	4·0	6·1	—	—
Fleischmehl	86·4	90·9	46·0	74·7	1·2	13·2	—	—	—	—

Tabelle LXXIX. Aschengehalt der wichtigeren landw. Futtermittel.

Futtermittel		Gehalt an Reinasche in Proz.	In 100 Theilen Reinasche						
			Kali	Natron	Kalk	Eisenoxyd	Phosphorsäure	Kieselsäure	Chlor
I. Grünfutter.									
Kartoffelkraut	Min.	5·16	6·38	0·00	16·12	1·82	2·60	1·93	2·79
	Max.	12·89	42·78	7·44	46·70	4·32	12·14	9·40	10·45
Futterrunkelblätter .	Min.	11·10	8·96	10·44	7·82	0·51	2·08	1·15	1·40
	Max.	20·95	45·89	34·56	13·92	2·67	7·27	8·27	26·70
Zuckerrübenblätter .	Min.	8·30	12·62	6·79	5·73	0·17	2·77	1·49	3·66
	Max.	29·23	39·96	19·40	19·66	2·33	15·49	5·58	26·73
Turnipsblätter	Min.	7·81	12·32	3·96	25·56	0·71	2·43	0·00	2·45
	Max.	15·39	36·68	20·26	40·73	3·29	14·28	8·57	16·30
Möhrenblätter	Min.	8·42	7·65	8·81	21·29	0·59	1·44	2·40	2·72
	Max.	17·83	22·26	28·70	41·79	4·85	8·09	24·58	14·36
Zichorienblätter . . .	Min.	8·38	11·46	4·06	13·53	0·80	4·68	1·02	2·00
	Max.	12·46	59·95	28·08	26·13	3·31	8·99	6·17	22·90
Maulbeerblätter . . .	Min.	7·48	16·37	0·00	27·67	0·74	3·51	1·45	0·00
	Max.	13·43	31·27	2·76	40·59	1·94	12·65	37·71	3·15
Buchenlaub i. Herbst	Min.	5·54	1·33	0·00	25·20	0·00	1·18	26·70	0·00
	Max.	8·64	7·17	1·50	61·05	1·58	6·74	48·12	1·15
II. Heu.									
Wiesenheu	Min.	2·20	7·63	0·30	8·38	0·13	4·61	10·44	1·88
	Max.	11·30	56·58	13·78	32·70	4·92	21·31	63·21	21·39
Rothklee i. d. Blüthe	Min.	5·02	8·77	0·00	21·91	0·32	4·01	0·00	1·20
	Max.	9·15	52·02	8·89	53·36	5·01	15·00	20·20	11·76
Luzerne	Min.	5·36	11·40	0·40	24·74	0·50	4·54	0·81	0·95
	Max.	9·53	41·91	6·22	62·88	3·01	19·34	19·85	8·05
III. Stroh.									
Winterweizen	Min.	4·46	9·47	0·00	2·65	0·06	2·21	49·58	0·00
	Max.	7·00	27·38	7·28	8·86	1·22	8·90	72·46	7·43
Sommerweizen	Min.	2·99	10·05	0·34	2·89	0·17	3·40	39·02	1·10
	Max.	6·09	43·40	6·87	14·61	1·95	6·40	60·62	6·13
Winterroggen	Min.	3·15	9·83	0·30	5·45	0·16	3·21	46·52	0·47
	Max.	5·86	26·48	6·27	10·11	2·50	7·78	65·17	4·66
Gerste	Min.	2·97	10·76	1·13	5·34	0·00	2·20	32·11	0·00
	Max.	6·80	44·46	8·45	13·10	1·98	7·20	68·50	9·05
Hafer	Min.	3·33	13·82	0·83	4·89	0·40	1·94	33·03	1·50
	Max.	5·20	31·40	4·66	15·23	2·70	7·54	55·41	11·99
Erbsen	Min.	3·39	9·34	0·00	17·30	0·00	3·34	0·56	0·00
	Max.	6·80	35·85	13·57	48·90	4·56	18·15	21·35	16·16
Ackerbohnen	Min.	3·65	37·22	1·75	10·03	0·31	5·03	2·39	0·00
	Max.	7·94	47·21	3·61	29·59	2·67	8·80	13·93	14·97

Futtermittel		Gehalt an Reinasche in Proz.	In 100 Theilen Reinasche						
			Kali	Natron	Kalk	Eisenoxyd	Phosphorsäure	Kieselsäure	Chlor
IV. Wurzelfrüchte.									
Kartoffel	Min.	2·20	43·95	0·00	0·51	0·04	8·39	0·00	0·85
	Max.	5·80	73·61	16·93	6·23	7·18	27·14	8·11	10·75
Futterrunkel	Min.	4·41	25·57	5·30	2·17	0·39	1·95	0·00	1·86
	Max.	9·27	69·40	39·20	8·78	3·11	13·02	10·02	35·45
Zuckerrübe	Min.	2·45	39·78	0·97	1·59	0·20	6·31	0·77	0·52
	Max.	6·56	78·11	24·04	12·20	3·17	18·45	9·00	16·95
Turnips	Min.	4·89	26·55	0·00	5·47	0·19	5·48	0·00	1·35
	Max.	13·97	62·63	20·71	15·90	2·85	18·94	7·96	13·35
Möhre	Min.	4·34	17·03	10·92	6·88	0·00	9·55	0·90	0·00
	Max.	8·04	53·36	34·75	16·52	2·02	15·02	5·72	10·49
Zichorie	Min.	2·29	27·94	2·75	4·41	0·76	8·68	1·07	1·80
	Max.	5·25	54·91	24·74	10·78	7·19	16·33	17·21	10·59
V. Körner.									
Winterweizen	Min.	1·58	23·18	0·00	0·90	0·00	39·20	0·00	0·00
	Max.	2·46	36·60	9·07	8·21	2·99	52·62	5·91	1·01
Sommerweizen	Min.	2·07	25·04	0·21	2·07	0·30	44·20	0·23	0·07
	Max.	2·23	36·29	4·06	4·12	0·59	51·00	2·14	0·80
Winterroggen	Min.	1·60	27·78	0·00	1·34	0·20	39·90	0·52	0·00
	Max.	3·52	37·54	4·45	4·11	3·38	50·35	4·51	1·50
Gerste	Min.	1·90	11·39	0·00	1·21	0·00	26·01	17·27	0·00
	Max.	3·09	32·20	6·00	4·20	2·93	42·56	36·73	5·24
Hafer	Min.	2·50	12·94	0·00	1·31	0·00	15·64	33·46	0·00
	Max.	4·07	24·30	5·27	8·35	2·05	32·29	55·95	2·38
Mais	Min.	1·28	24·33	0·00	0·57	0·00	37·63	0·00	0·00
	Max.	1·72	31·86	7·54	3·76	2·00	53·69	5·54	4·79
Erbsen	Min.	2·36	35·80	0·00	2·21	0·00	29·30	0·00	0·00
	Max.	4·27	51·41	3·57	7·90	3·83	44·41	3·02	6·50
Ackerbohnen	Min.	3·28	35·64	0·00	2·86	0·00	32·51	0·00	0·00
	Max.	4·30	47·39	2·61	8·90	1·06	44·49	5·24	6·35
Gartenbohnen	Min.	2·85	37·30	0·00	1·20	0·00	27·10	0·00	0·00
	Max.	4·02	51·90	4·20	13·40	0·70	46·60	1·71	2·30
Lein	Min.	3·05	27·14	1·27	6·60	0·38	35·99	0·40	0·06
	Max.	4·19	35·97	3·24	9·45	2·03	44·73	2·48	0·44
VI. Rückstände technischer Gewerbe.									
Rübenpresslinge . . .	Min.	2·78	20·84	2·45	11·59	0·96	4·16	0·00	0·35
	Max.	5·05	53·80	18·46	30·72	6·76	19·13	25·23	21·40
Rübenmelasse	Min.	9·48	66·15	9·42	4·37	0·08	0·23	0·00	8·51
	Max.	10·57	72·74	15·86	7·09	0·45	0·80	1·45	11·32

Tabelle LXXX. Die Verdaulichkeitsverhältnisse der Futterbestandtheile (nach Jul. Kühn).

Art der Futtermittel	Von den in den Futtermitteln enthaltenen Bestandtheilen sind in Prozenten verdaulich							
	Eiweissstoffe		Fettstoffe		Stickstofffreie Extraktstoffe		Rohfaser (Holzfaser)	
	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.
I. Grünfutter.								
Weidegras	70·6	79·3	63·4	68·1	74·5	84·4	70·3	75·2
Gutes Mähegras	69·0	71·7	60·4	68·1	74·7	84·4	65·4	72·8
Weideklee (Kleegrasweide)	77·7	78·7	63·3	65·1	78·0	78·5	66·9	67·4
Rothklee *a)* kurz vor der Blüthe	70·5	74·3	57·0	65·2	69·6	83·2	50·1	60·4
„ *b)* Beginn der Blüthe	71·7	76·3	66·1	75·3	73·0	80·1	52·2	59·2
„ *c)* volle Blüthe	64·7	70·2	58·6	65·4	68·3	72·6	46·4	50·1
„ *d)* gegen Ende der Blüthe	56·4	60·8	42·2	46·7	70·3	71·0	38·3	39·3
Luzerne (vor und in der beginnenden Blüthe)	78·2	83·2	37·0	53·6	61·1	76·9	31·6	46·8
Esparsette	71·7	73·3	64·1	69·2	76·5	80·0	42·1	42·3
Futterwicken	73·0	80·0	50·0	65·8	63·3	67·3	51·2	58·3
Lupinen	73·0	75·7	15·5	45·3	57·3	65·9	67·1	79·8
II. Heu.								
Wiesenheu	38·9	71·0	8·5	69·7	48·0	78·8	44·6	72·4
Grummet	53·0	68·0	27·0	57·4	56·7	75·0	54·3	74·9
Kleeheu	43·0	73·3	33·0	75·3	62·5	80·1	38·0	59·2
Esparsetteheu (sehr sorgfältig getrocknet)	69·7	70·2	65·1	67·4	73·6	75·0	33·3	39·4
Heu von Futterwicken	73·0	80·0	50·0	65·8	63·3	67·3	51·2	58·3
Lupinenheu	73·0	75·7	15·5	45·3	57·3	65·9	67·1	79·8
III. Stroh.								
Roggenstroh	2·6	28·6	21·2	40·9	28·5	51·8	46·8	72·9
Haferstroh	14·4	50·0	14·0	51·0	33·2	47·0	53·0	67·0
Bohnenstroh	49·0	55·0	50·0	60·0	57·0	64·0	33·0	39·0
Erbsenstroh (sehr gut)	60·3	60·6	41·6	50·1	64·0	64·8	47·2	55·9
Lupinenstroh	35·4	39·7	25·4	35·0	64·5	65·4	49·2	52·0
IV. Körner.								
Hafer (bei Wiederkäuern geprüft)	58·0	81·3	68·4	99·0	65·0	79·7	5·5	32·1
Gerste (Schrot, bei Schweinen geprüft)	74·6	80·7	58·2	77·3	89·3	91·3	14·4	27·4

Art der Futtermittel	Von den in den Futtermitteln enthaltenen Bestandtheilen sind in Prozenten verdaulich							
	Eiweissstoffe		Fettstoffe		Stickstofffreie Extraktstoffe		Rohfaser (Holzfaser)	
	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.
Mais (Schrot, nur bei Schweinen geprüft)	83·9	88·1	74·4	78·5	92·5	96·3	17·0	57·4
Bohnen (Schrot, bei Wiederkäuern geprüft)	80·6	100	86·9	100	90·7	98·7	25·1	100
Erbsen (nur bei Schweinen geprüft)	84·4	91·5	45·0	69·0	94·7	98·6	55·1	88·5
V. Gewerbliche Produkte und Abfälle.								
Rapskuchen (bei Versuchen mit Kühen und Ochsen)	81·3	92·4	79·7	93·6	70·2	84·9	0	34·3
Rapskuchen (bei Versuchen mit Schafen)	65·3	83·9	59·8	77·2	66·0	85·4	0	5·5
Leinkuchen (bei Versuchen mit Ochsen)	80·2	89·9	86·7	93·9	85·0	96·3	—	54·5
Leinkuchen (bei Versuchen mit Ziegen und Schafen)	80·0	87·4	86·5	92·5	60·0	78·7	29·7	92·9
Palmkernmehl und Palmkernkuchen (bei Versuchen mit Wiederkäuern)	95·0	100	95·0	100	92·0	96·0	72·2	92·0
Kokosnusskuchen (b. Versuchen mit Schweinen)	72·7	74·2	81·8	84·6	87·3	91·2	54·7	66·0
Baumwollensamenkuchen (bei Versuchen mit Schafen) . .	69·4	78·0	83·3	100	37·6	54·7	7·1	36·2
Weizenkleie (b. Verfütterung an Ochsen) trocken verabreicht	82·9	93·5	77·6	81·6	77·7	81·2	16·9	32·2
Weizenkleie in verschieden. Zubereitung (gekocht, gesäuert) an Ochsen verabreicht . . .	61·6	81·0	68·8	89·9	69·7	82·4	3·5	21·5
Dinkelkleie (bei Verfütterung an Schafen)	65·5	85·2	81·3	93·8	81·3	100	1·21	100
Roggenkleie (bei Schweinen geprüft)	65·8	66·2	57·4	57·6	74·2	74·7	6·5	10·5
Fleischfuttermehl (b. Schweinen geprüft)	95·1	98·9	82·3	90·7	—	—	—	—
Maikäfer (b. Schweinen geprüft)	70·9	81·0	78·8	91·3	—	—	—	—

Druck von Adolf Holzhausen in Wien
k. k. Universitäts-Buchdruckerei.

Schematische Durchschnitte des Rumpfes.

Fig. 4.

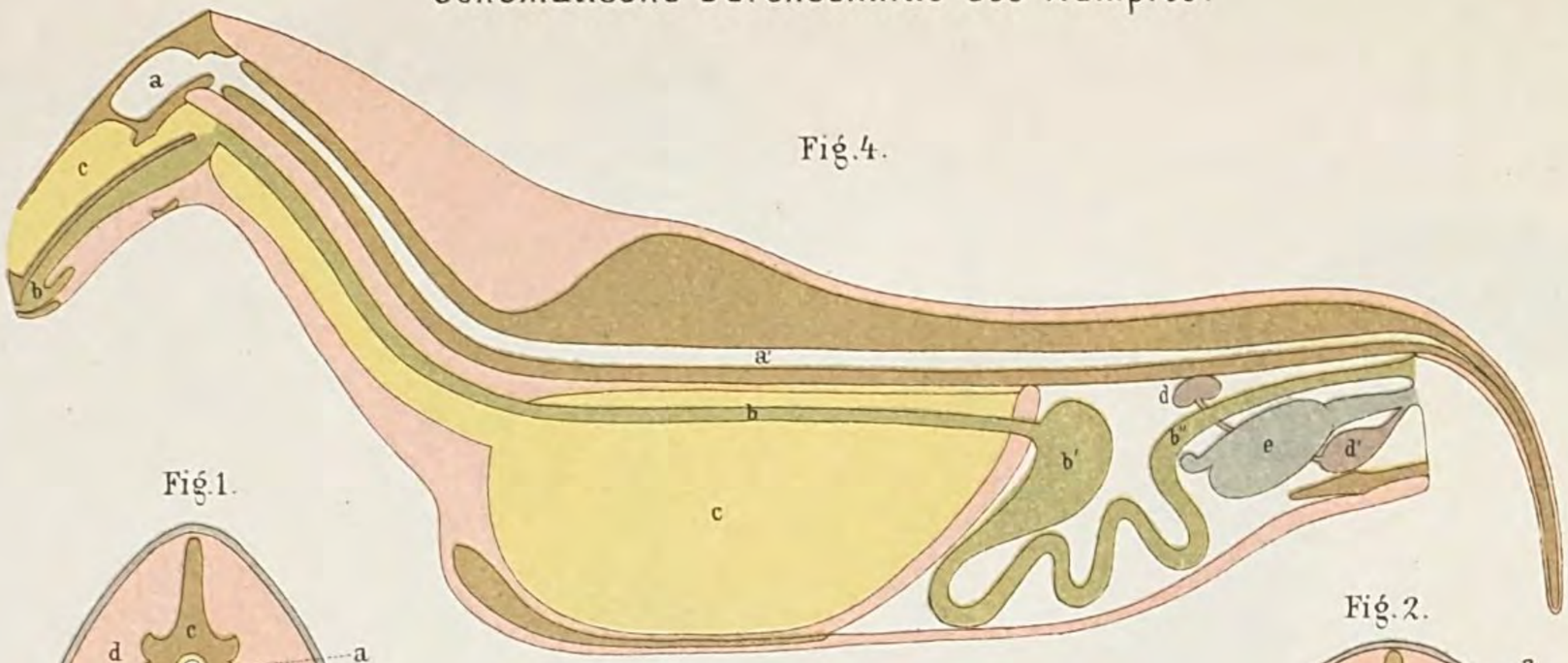


Fig. 1.

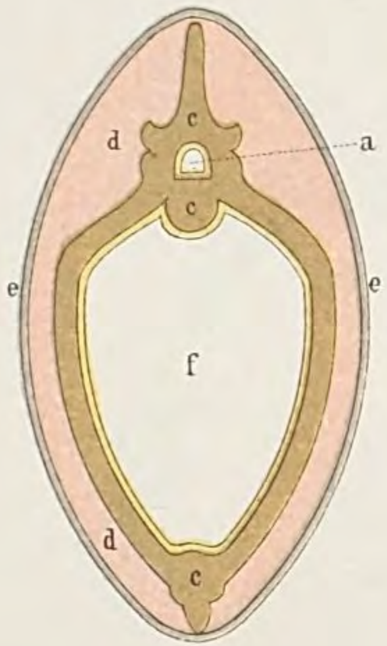


Fig. 2.

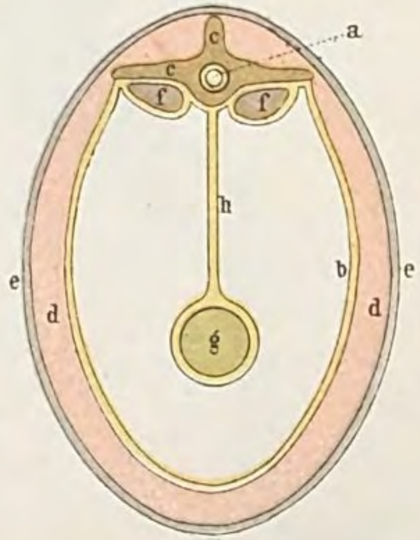
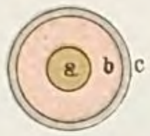
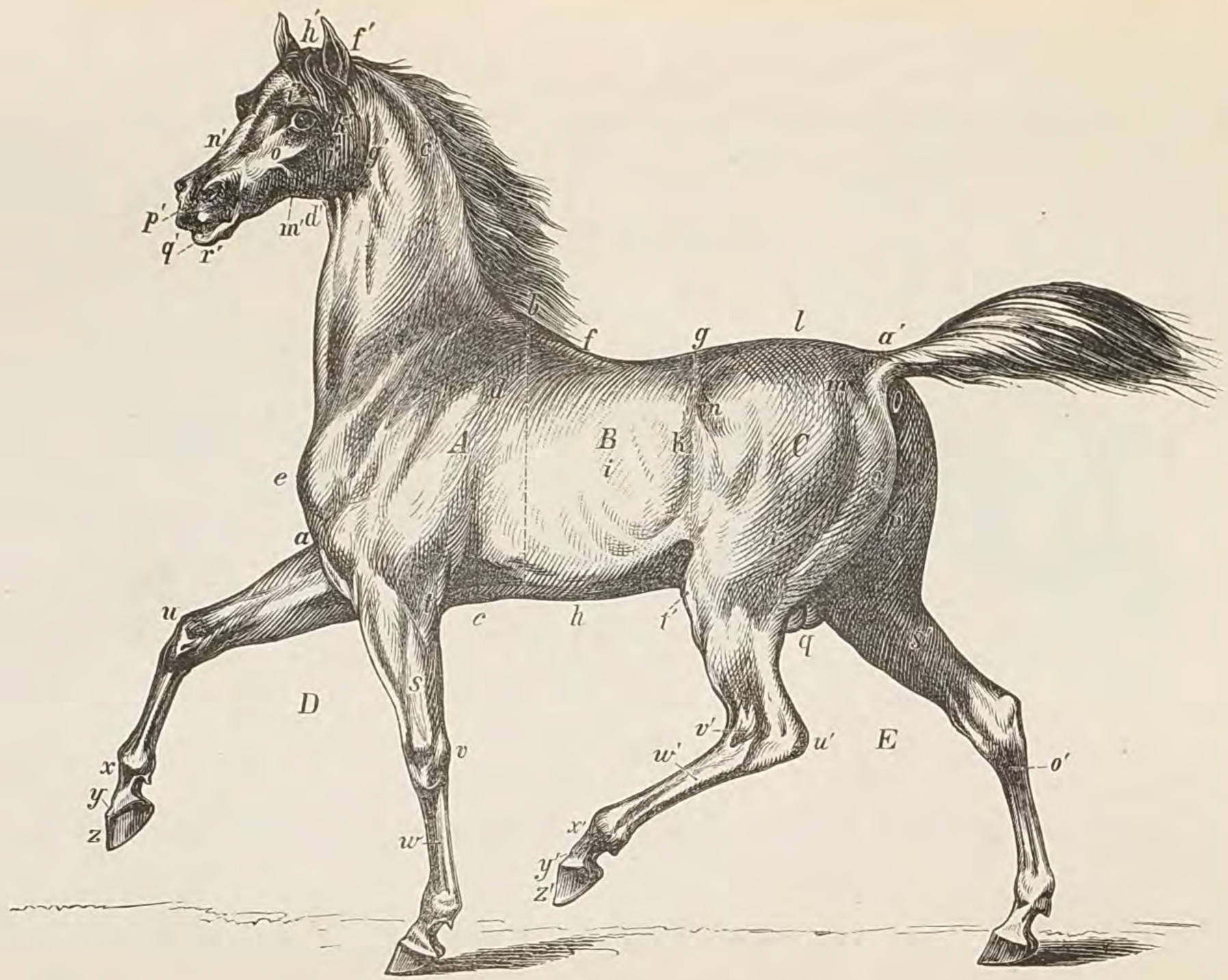


Fig. 3.

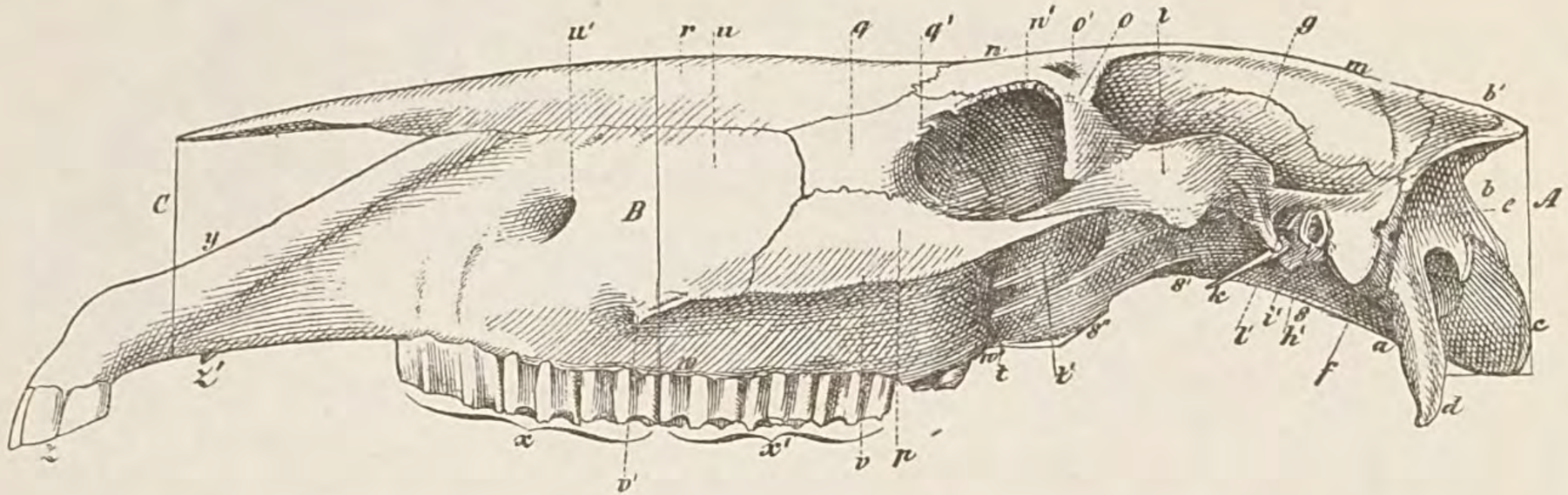


Verlag v. W. Braumüller Wien.

Lith. Anst. v. Appel & Co. Wien.

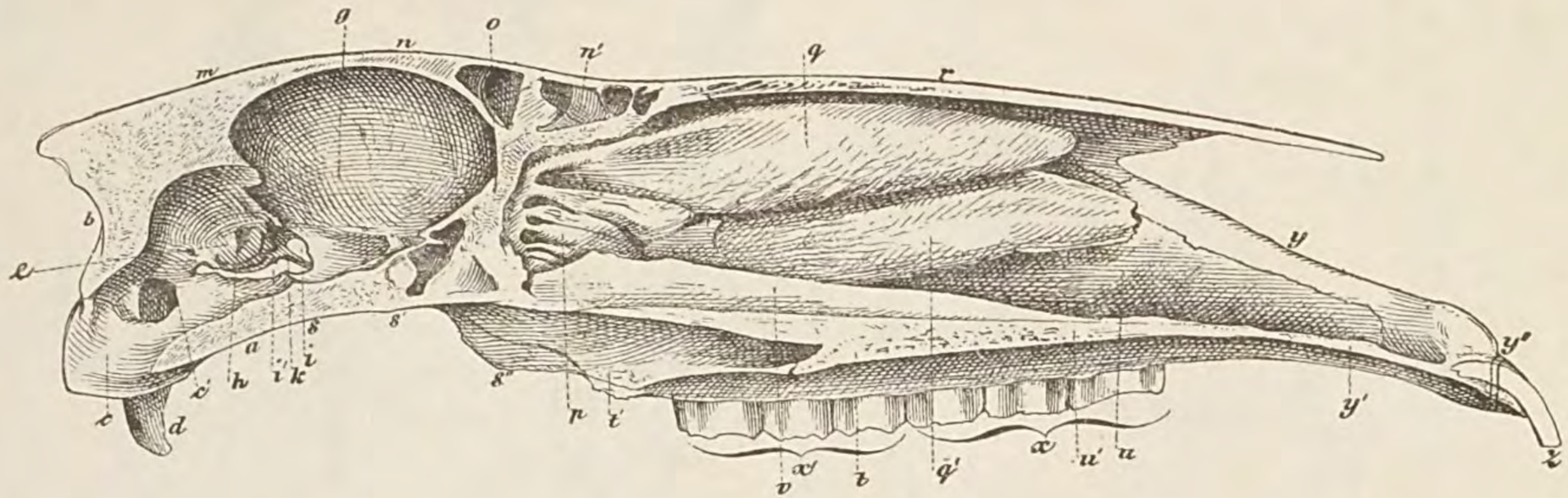


Arabisches Pferd (nach Carl Vernet).

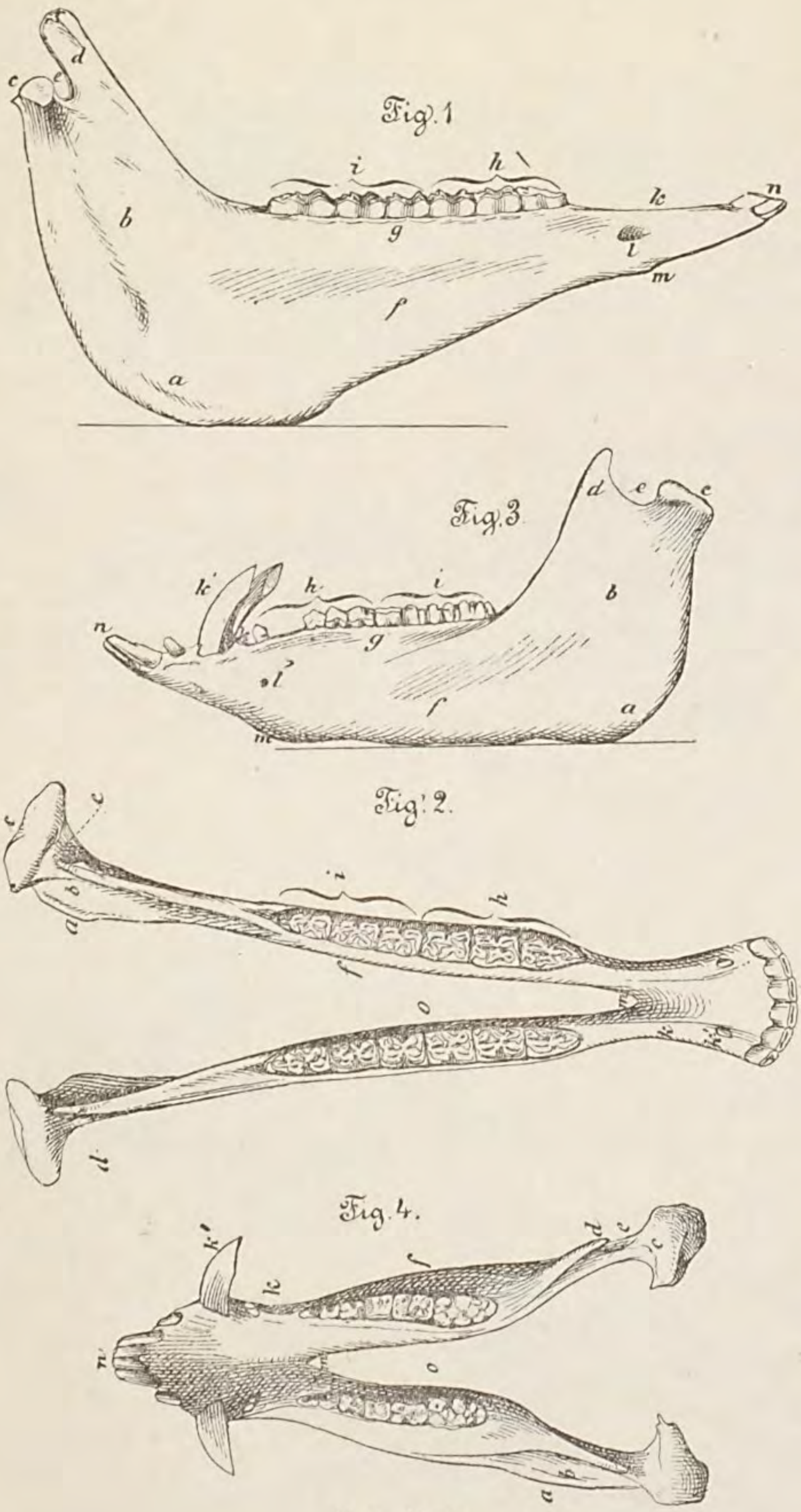


Aeusseres Schädel-Profil der Normänner-Stute „Deukalion" aus dem k. k. Staatsgestüte Piber.

(6 Jahre alt.)



Inneres Schädel-Profil der Normänner-Stute „Deukalion“ aus dem k. k. Staatsgestüte Piber.



Unterkiefer

vom Pferd: Fig. 1. Seitenansicht, Fig. 2. Ansicht von oben.

vom Schwein: Fig. 3. Seitenansicht, Fig. 4. Ansicht von oben.

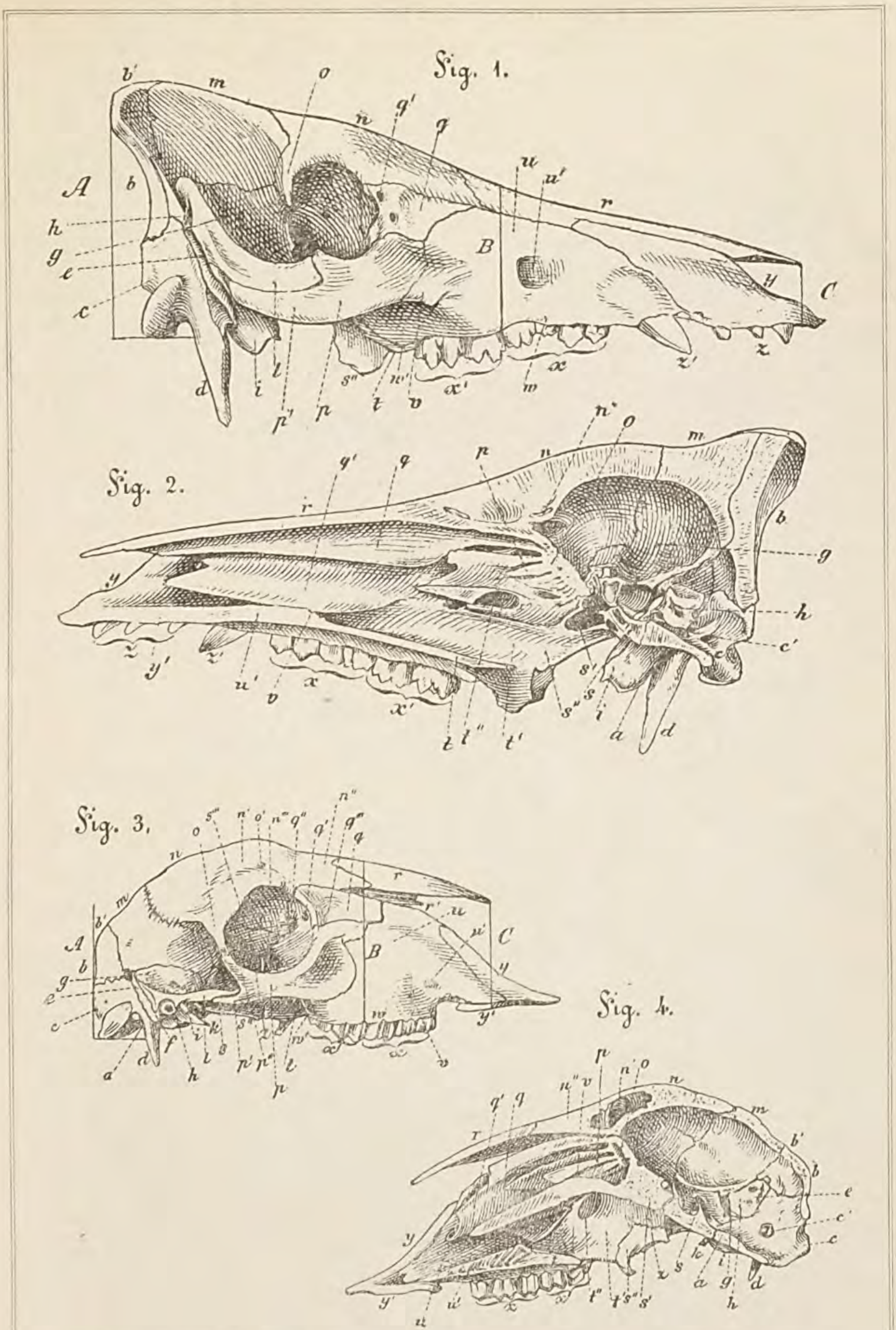


Fig. 1 und 2. Schädel eines jährigen veredelten Hausschweines.

Fig. 3 und 4. Schädel eines jährigen Landschafes.

Fig. 1.

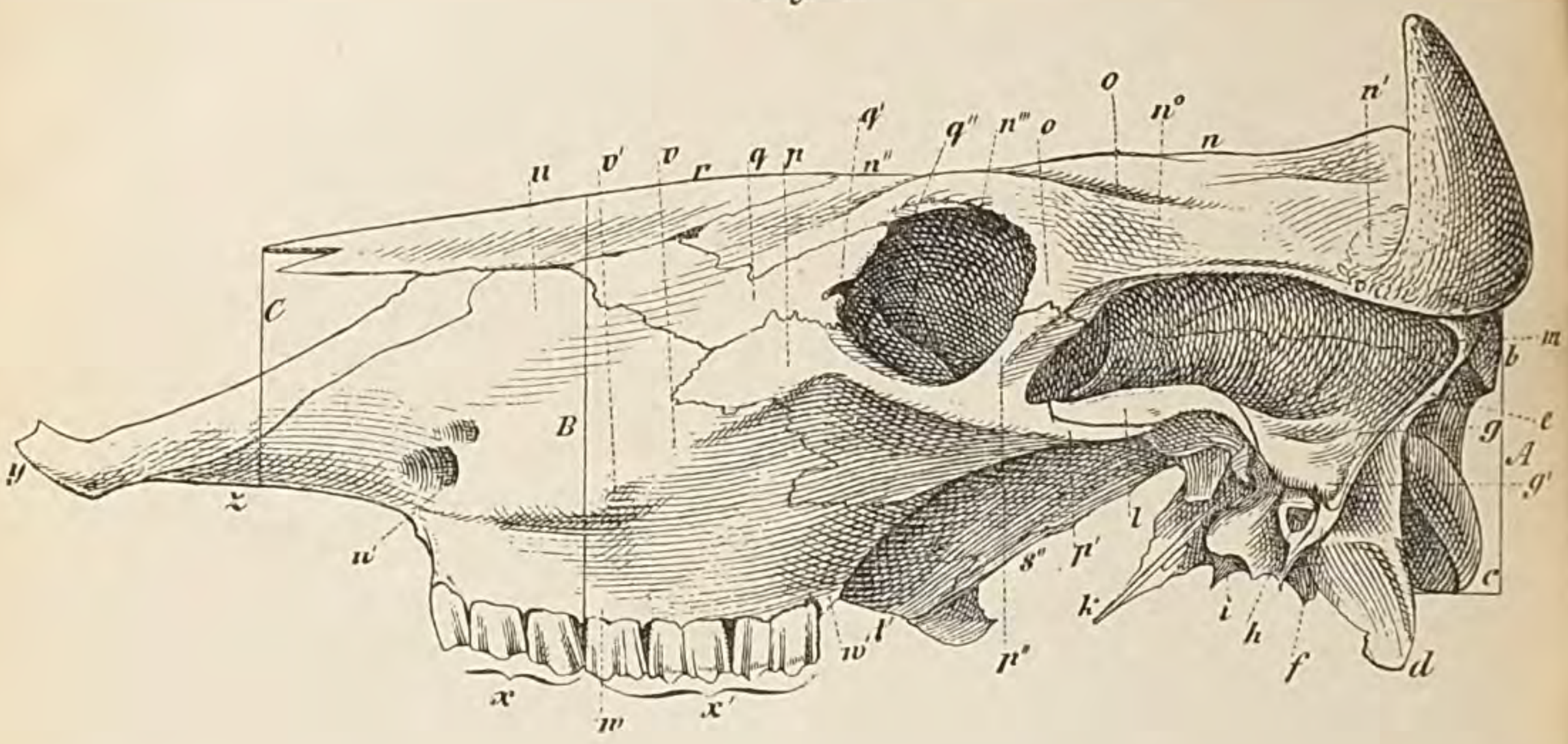


Fig. 2.

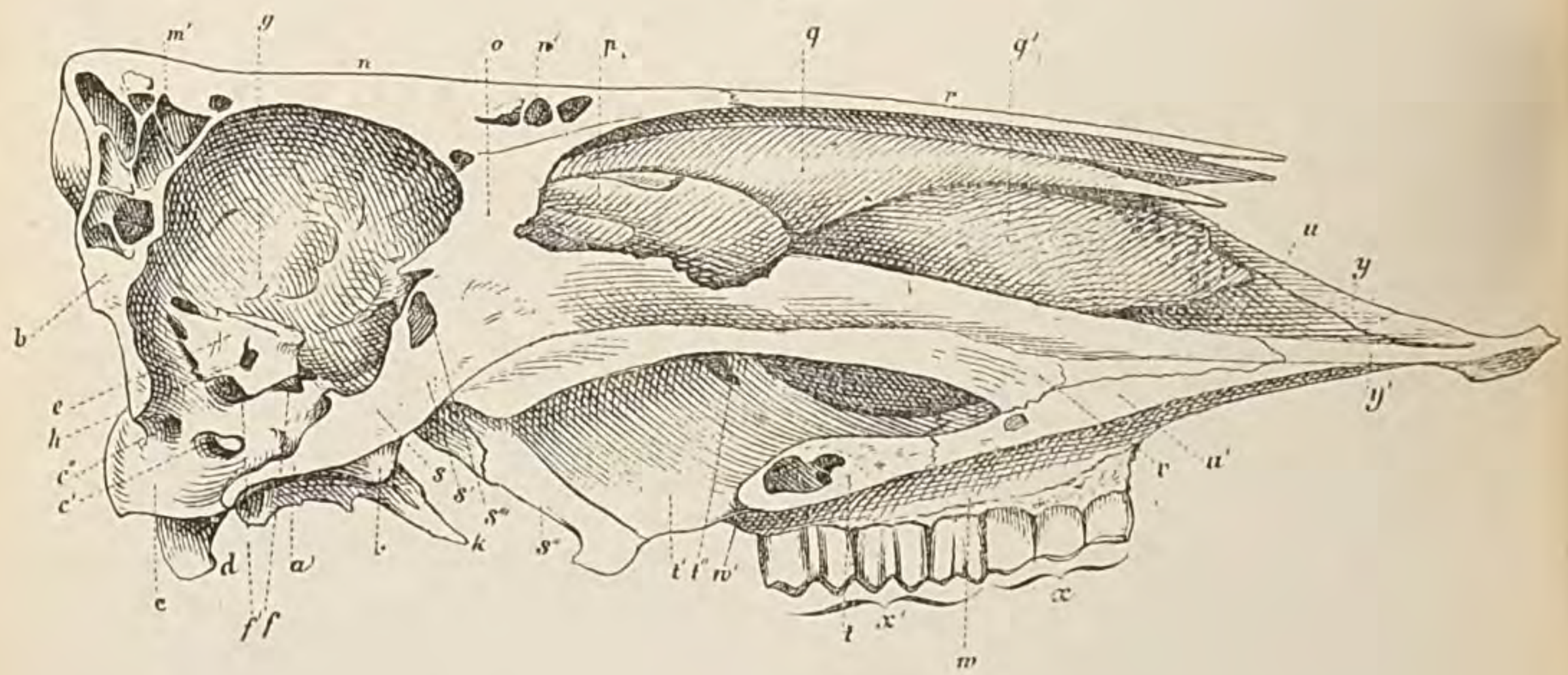


Fig. 1. Aeusseres Schädel-Profil } einer Holländer Kuh
Fig. 2. Inneres Schädel-Profil } (Urrasse).

Fig. 1.

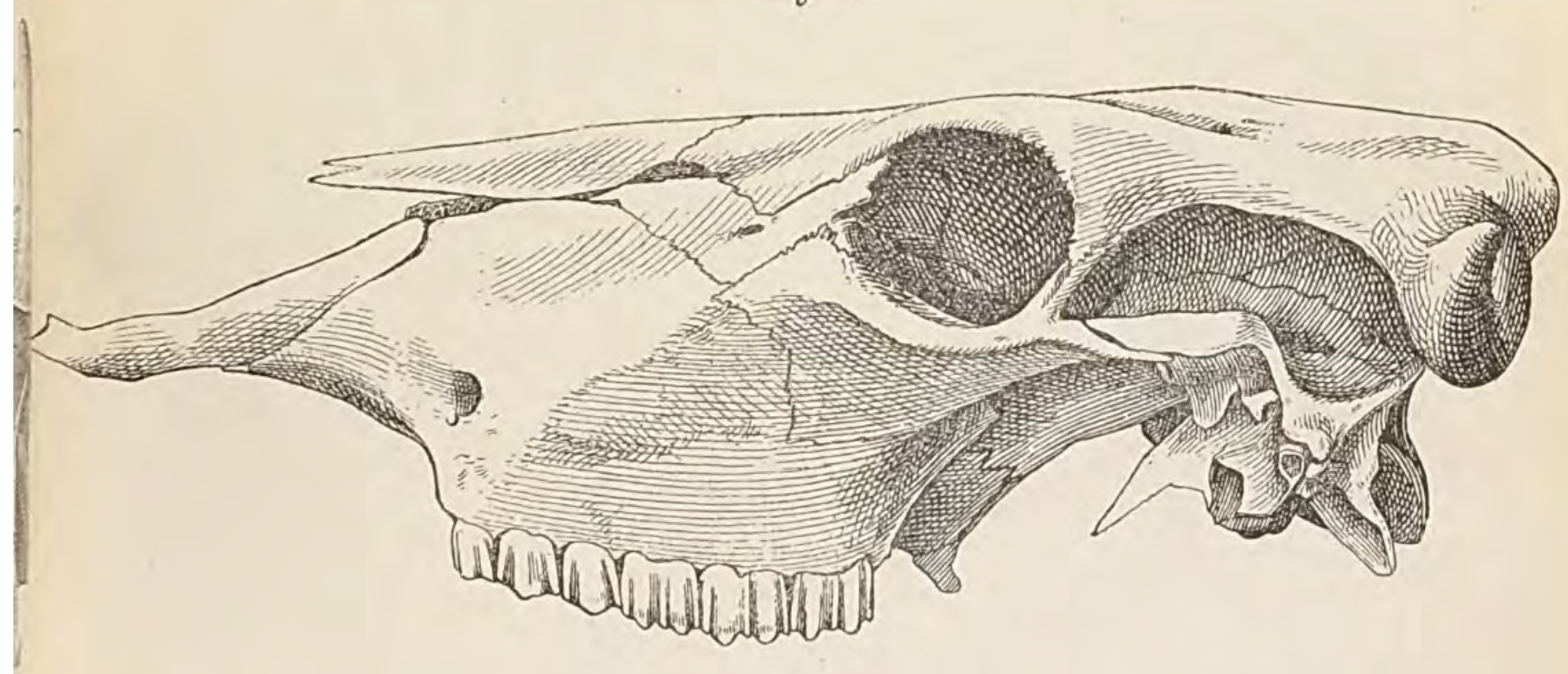


Fig. 2.

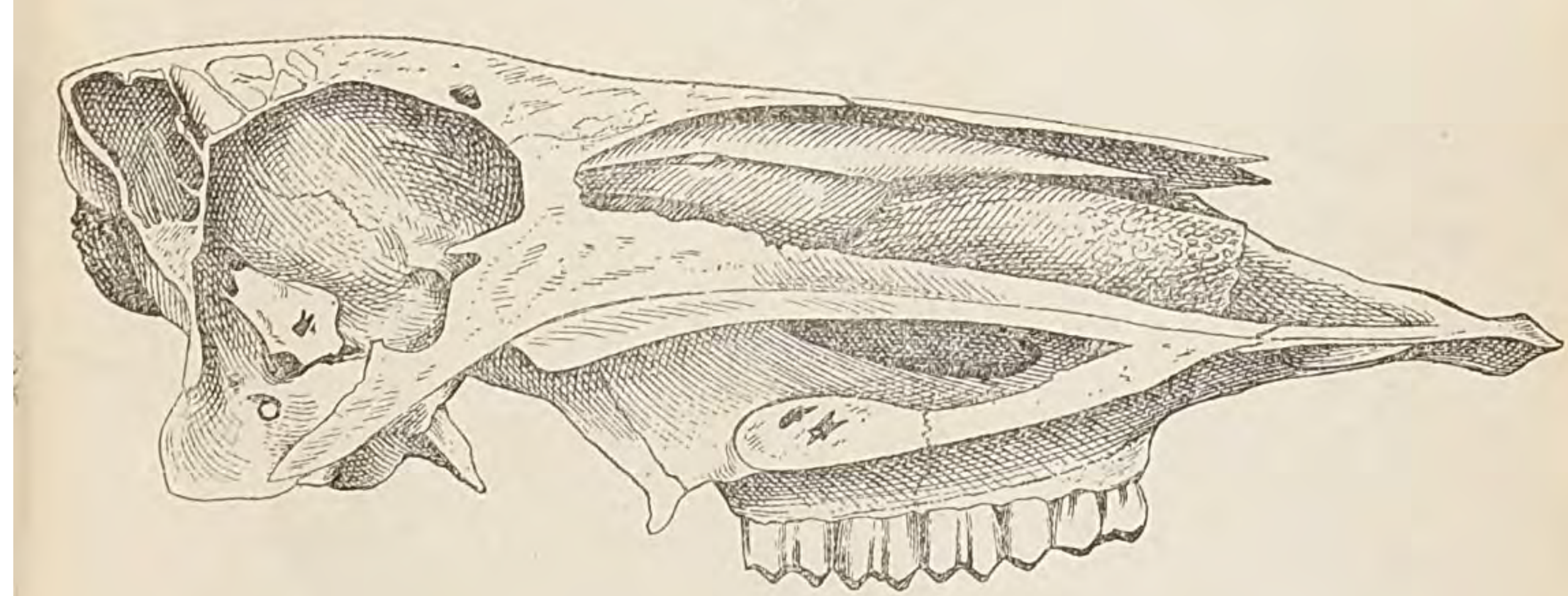


Fig. 1. Aeusseres Schädel-Profil } einer Berner Kuh
Fig. 2. Inneres Schädel-Profil } (grossstirnige Rasse).

Fig. 1.

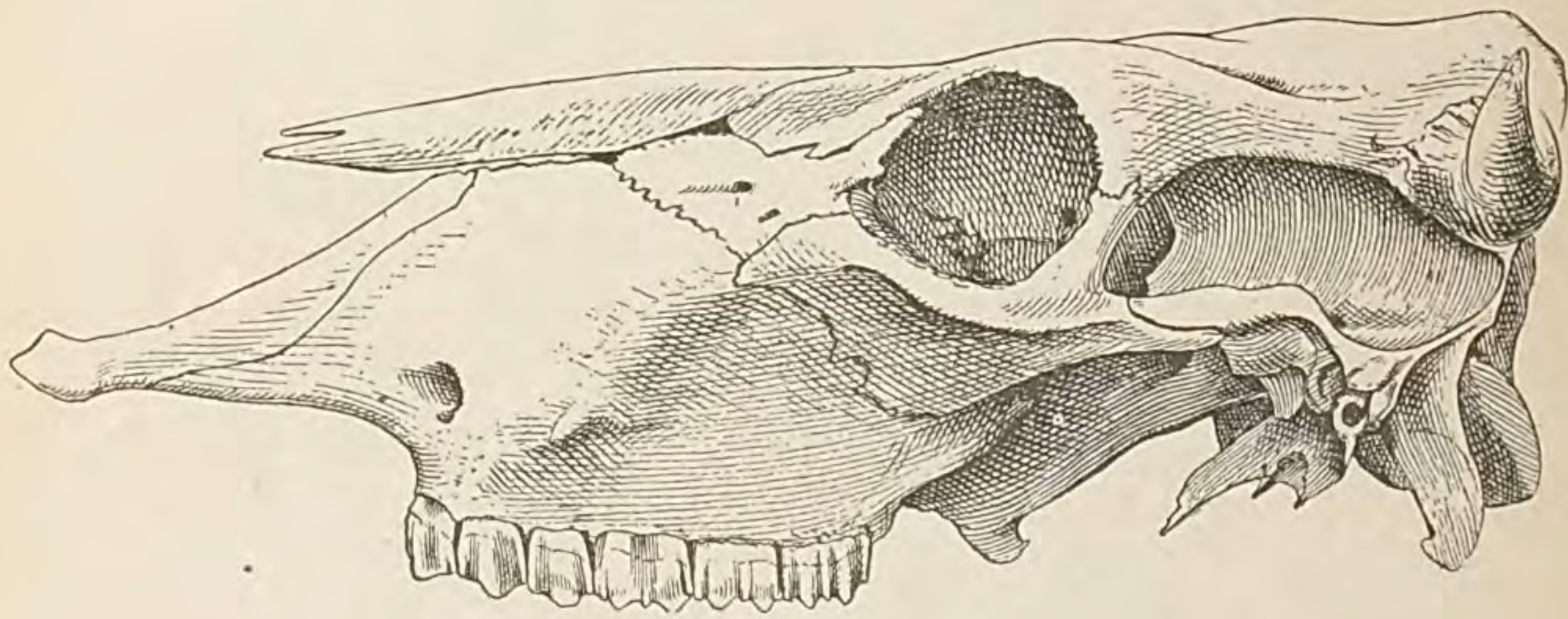


Fig. 2.

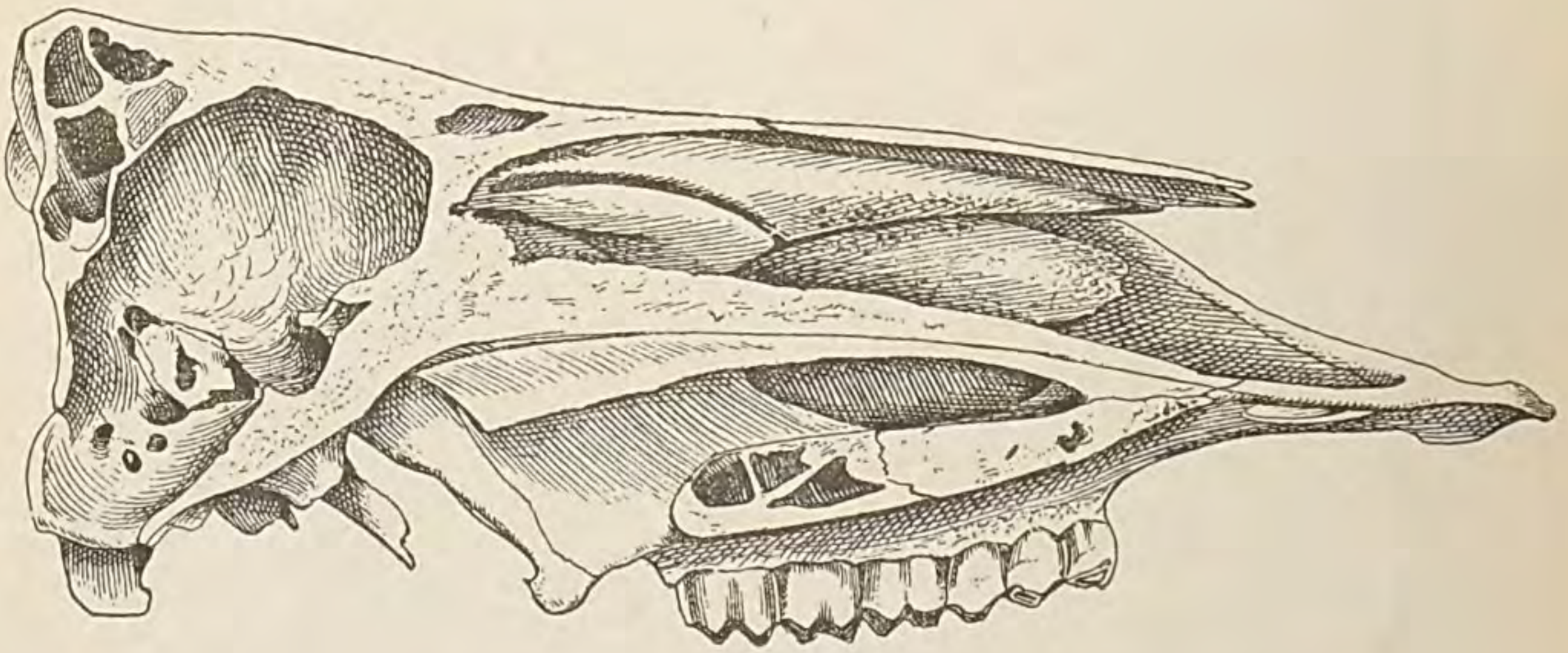


Fig. 1. Aeusseres Schädel-Profil } einer Appenzeller Kuh
Fig. 2. Inneres Schädel-Profil } (kurzhornige Rasse).

Fig. 1.

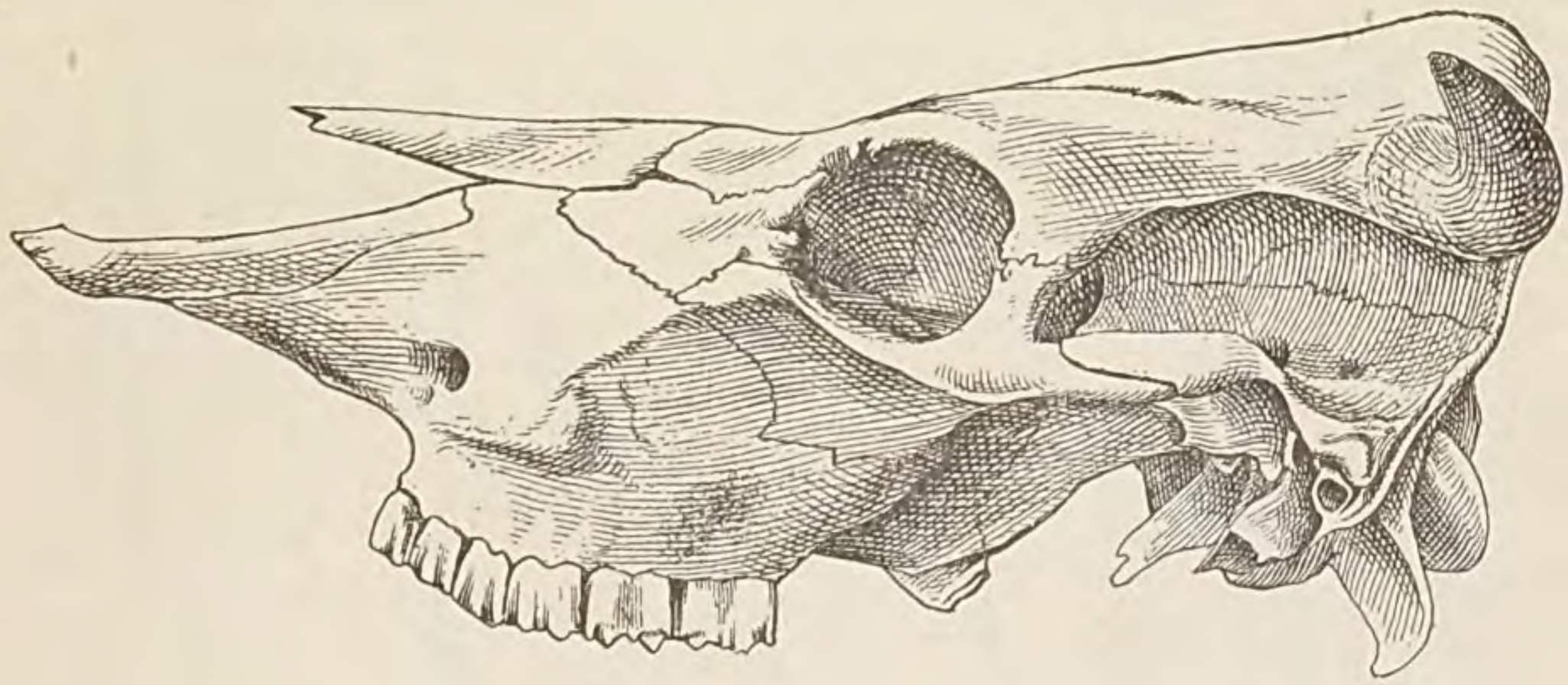


Fig. 2.

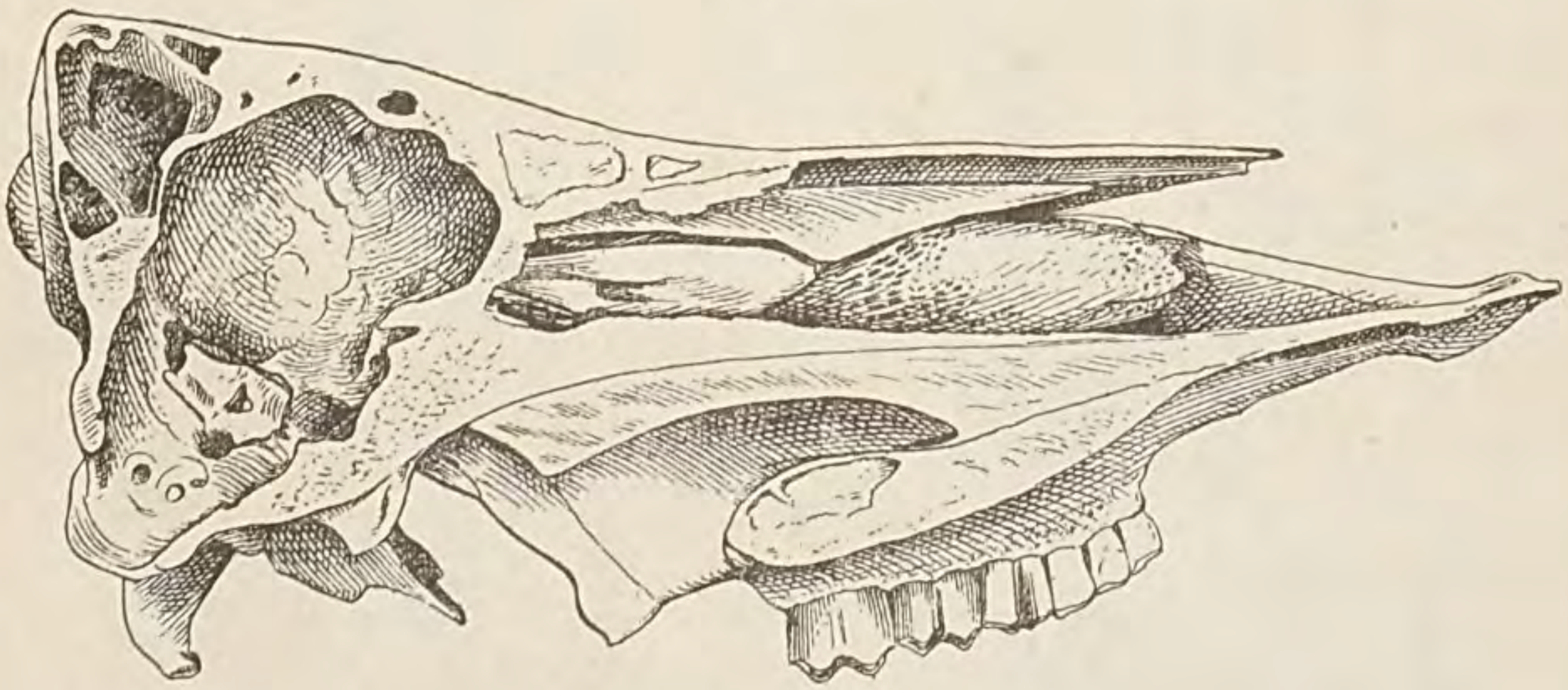
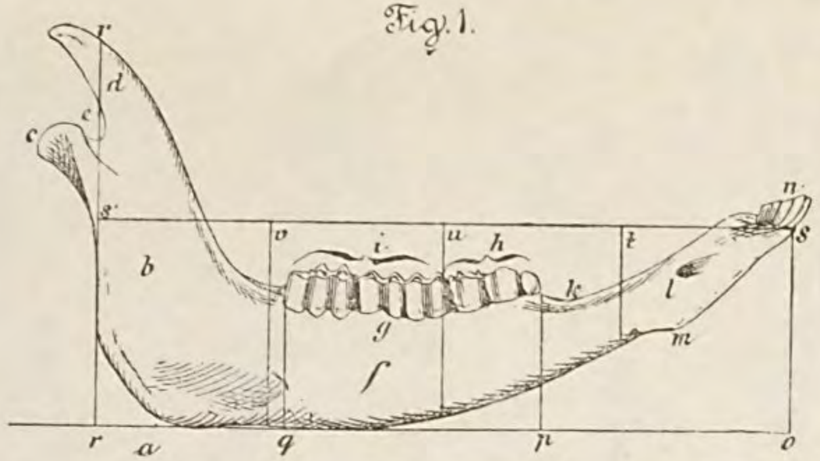
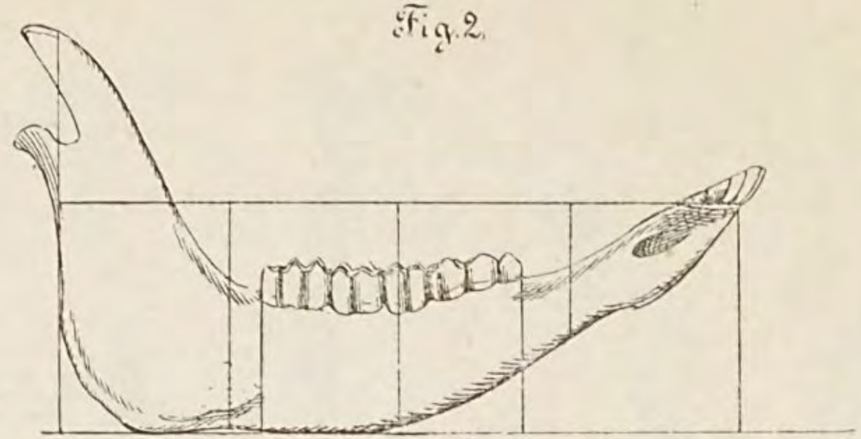
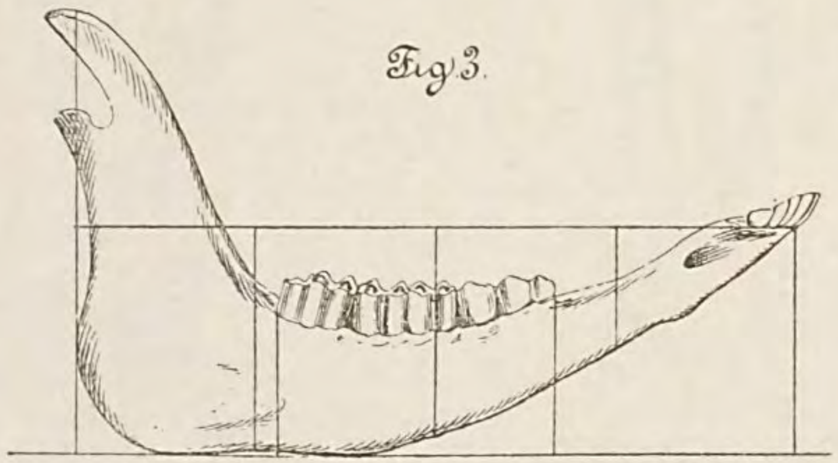
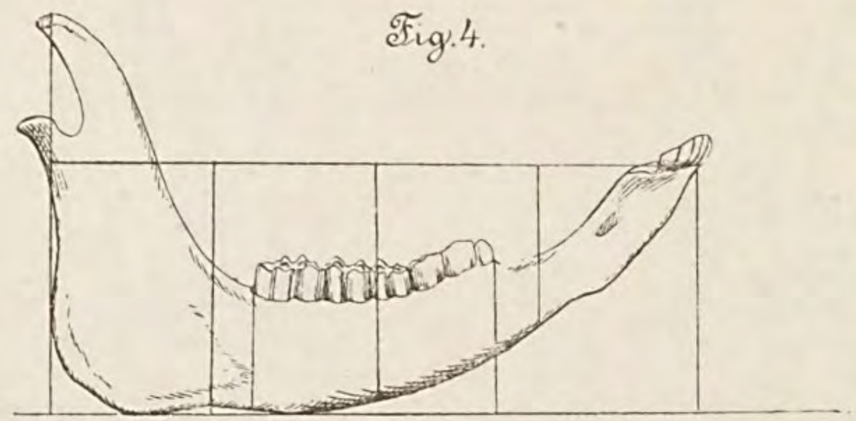


Fig. 1. Aeusseres Schädel-Profil } einer Duxer Kuh
Fig. 2. Inneres Schädel-Profil } (kurzköpfige Rasse).



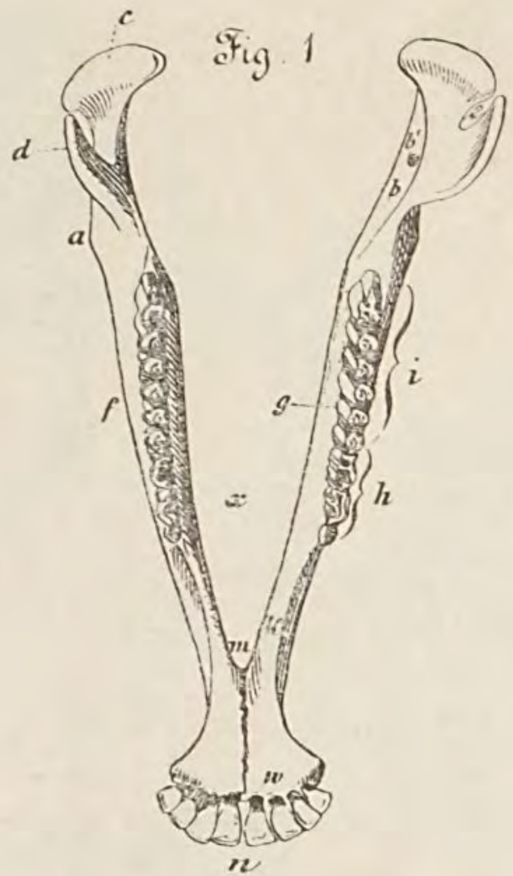


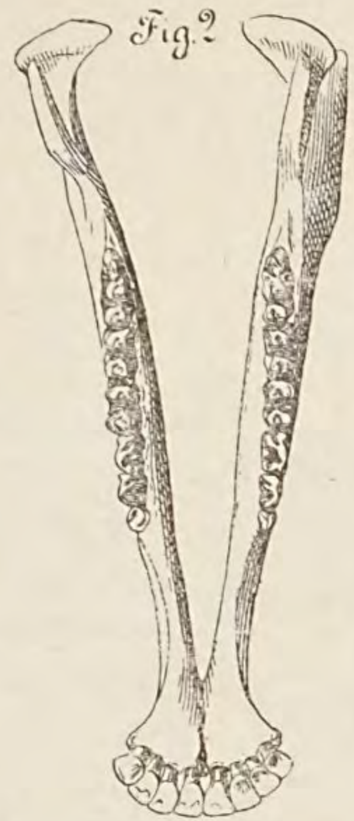


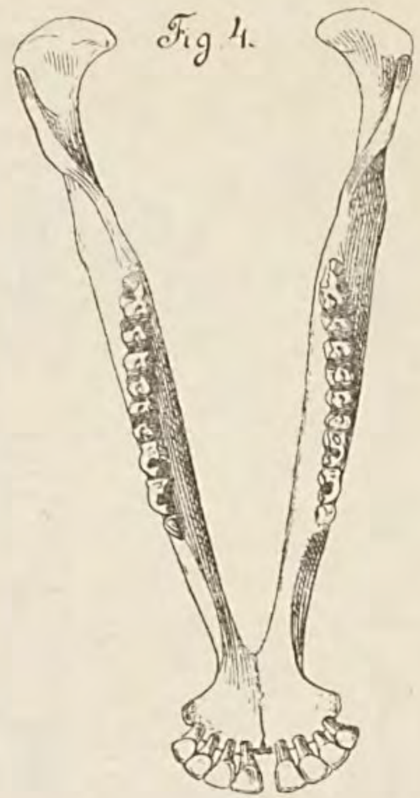


Unterkiefer vom Rinde, Seitenansicht.

Fig. 1. Holländer Kuh (Urrasse).
Fig. 2. Appenzeller Kuh (kurzhornige Rasse).
Fig. 3. Berner Kuh (grossstirnige Rasse).
Fig. 4. Duxer Kuh (kurzköpfige Rasse).







Unterkiefer vom Rinde, Ansicht von oben.

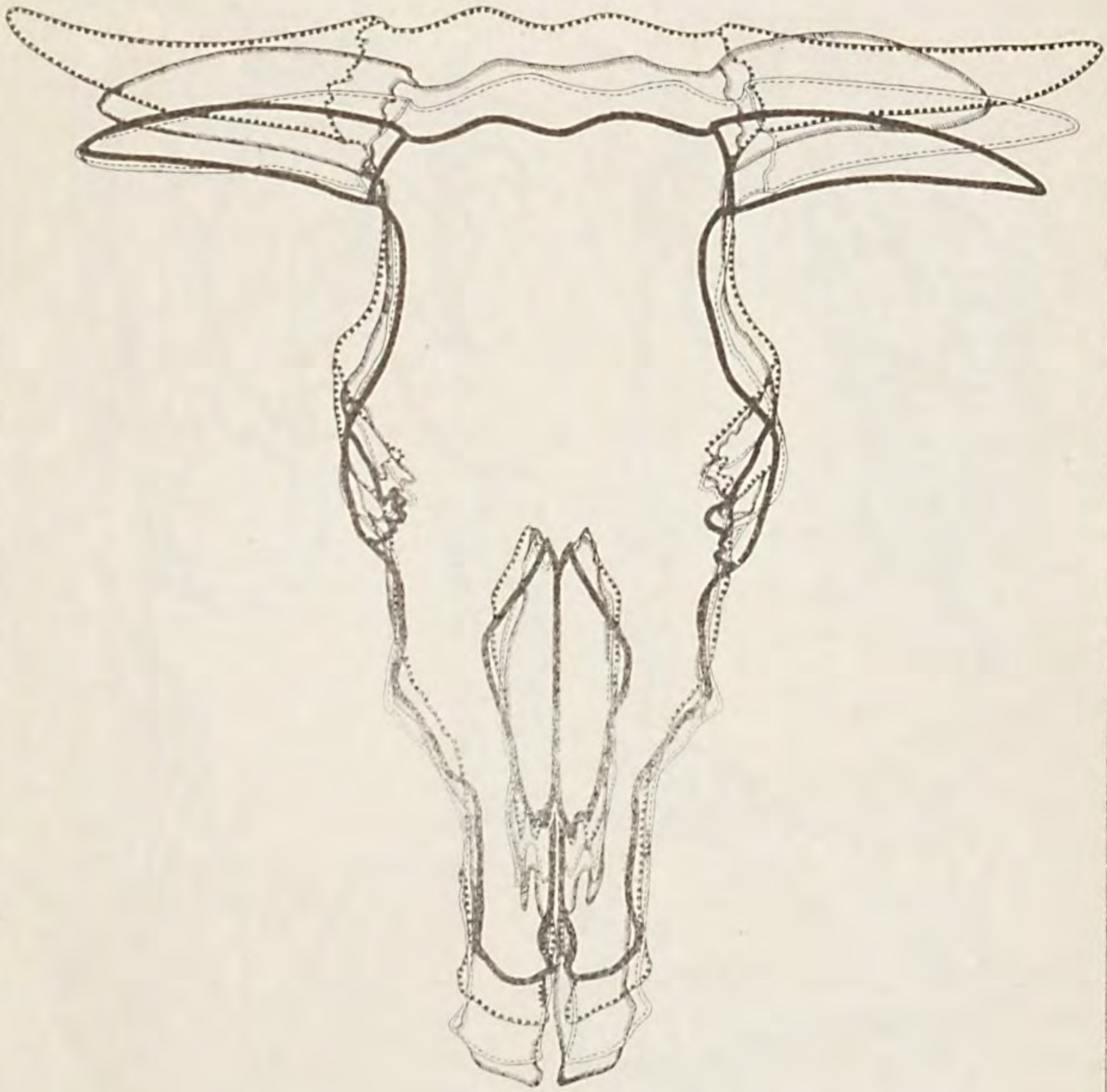
Fig. 1. Holländer Kuh (Urrasse).

Fig. 2. Appenzeller Kuh (kurzhornige Rasse).

Fig. 3. Berner Kuh (grossstirnige Rasse).

Fig. 4. Duxer Kuh (kurzköpfige Rasse).

Schädelumrisse der vier Rinderrassen von vorne.



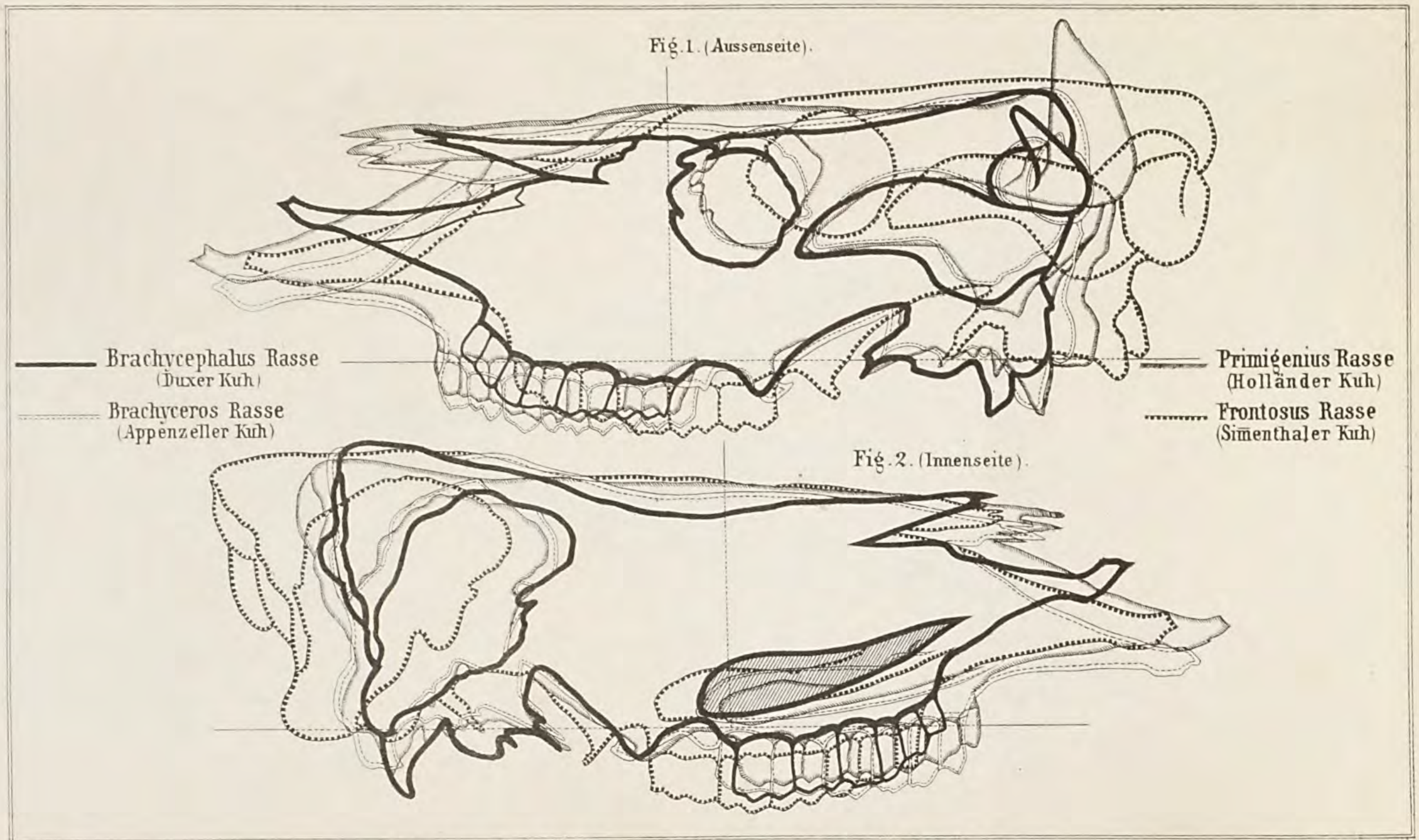
Brachycephalus-Rasse (Duxer Kuh)

Primigenius-Rasse (Holländer Kuh)

Brachyceros-Rasse (Appenzeller Kuh)

Frontosus-Rasse (Simenthaler Kuh)

Lith. Anst. v. Appel & Co. Wien.



Schädelumrisse der vier Rinderrassen von der Seite.

Lith. Anst. v. Appel & C. Wien.

Schädelumrisse der vier Rinderrassen von hinten und Unterkiefer.

Fig. 1.

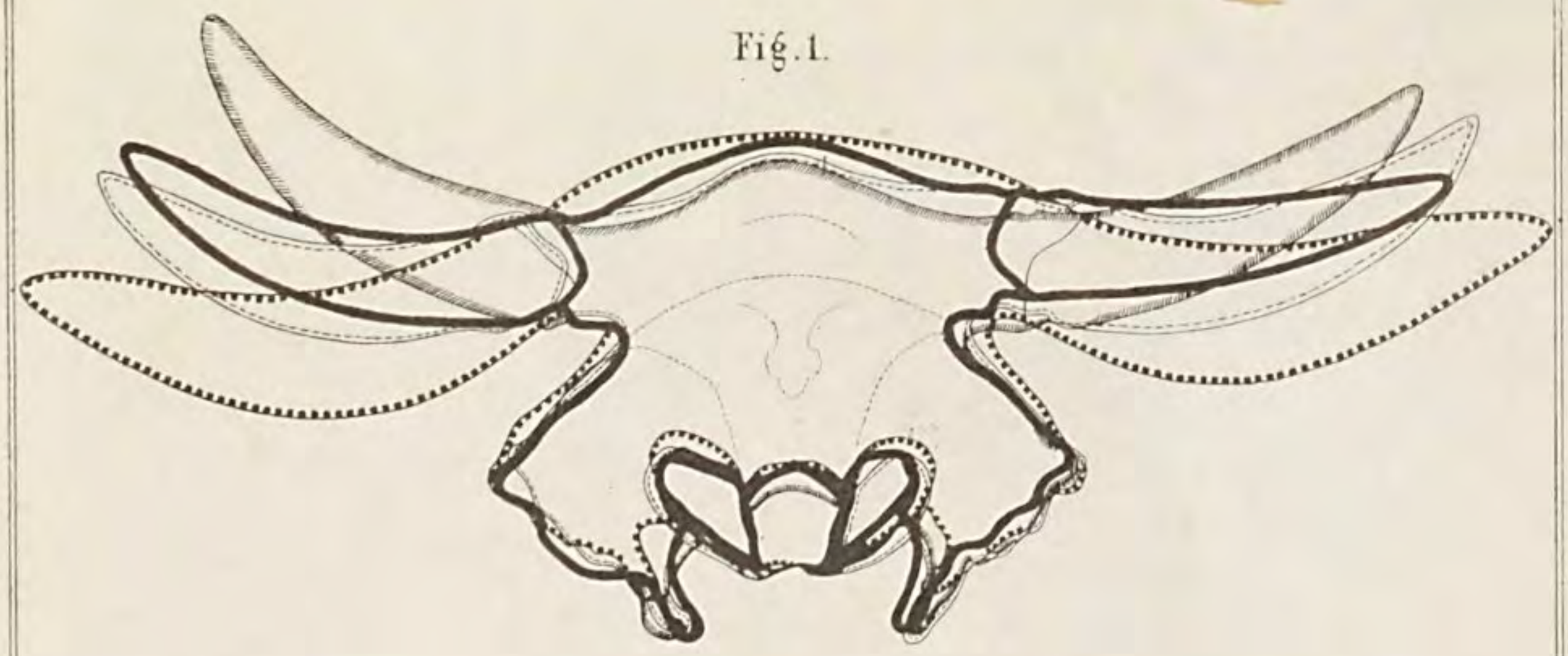
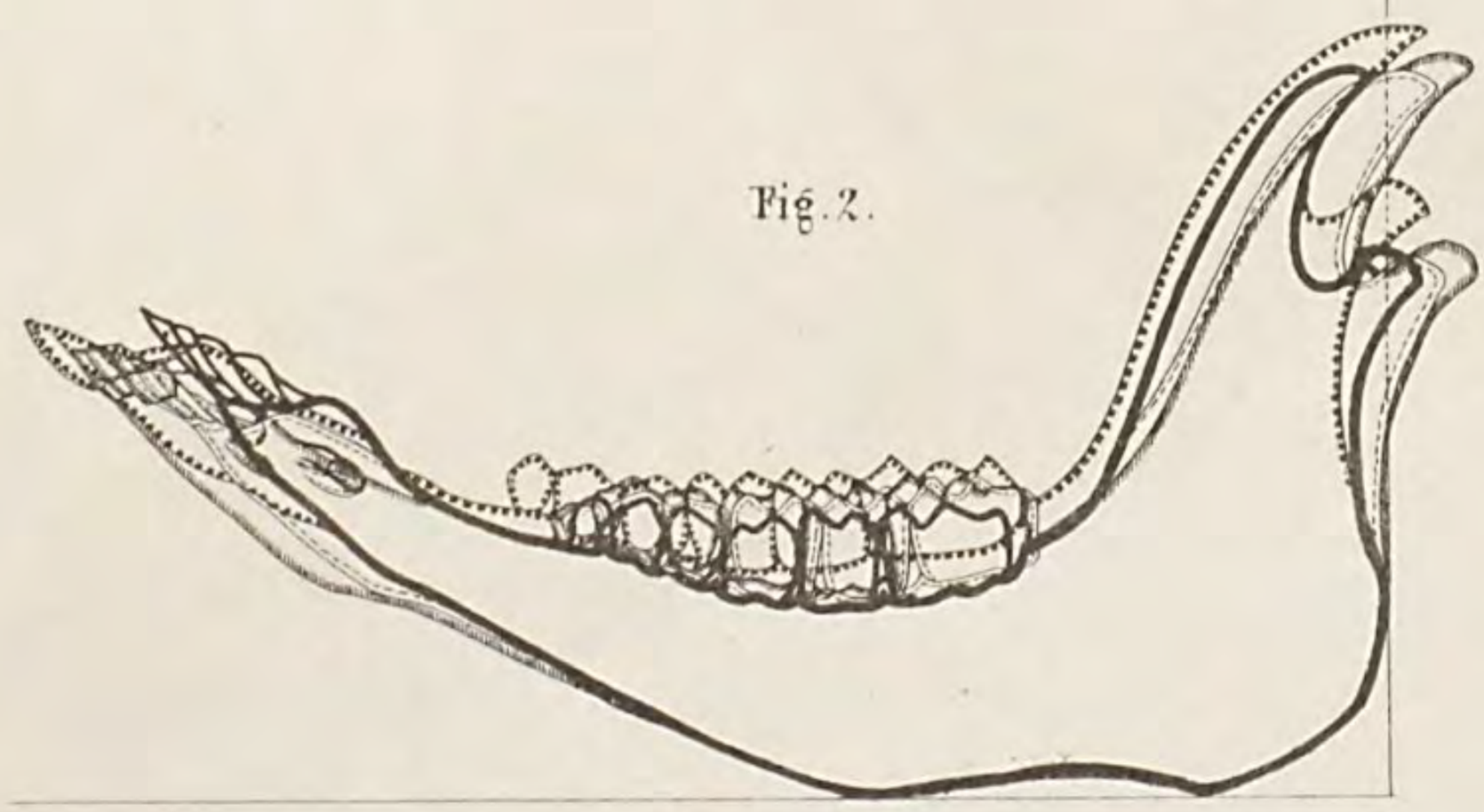


Fig. 2.



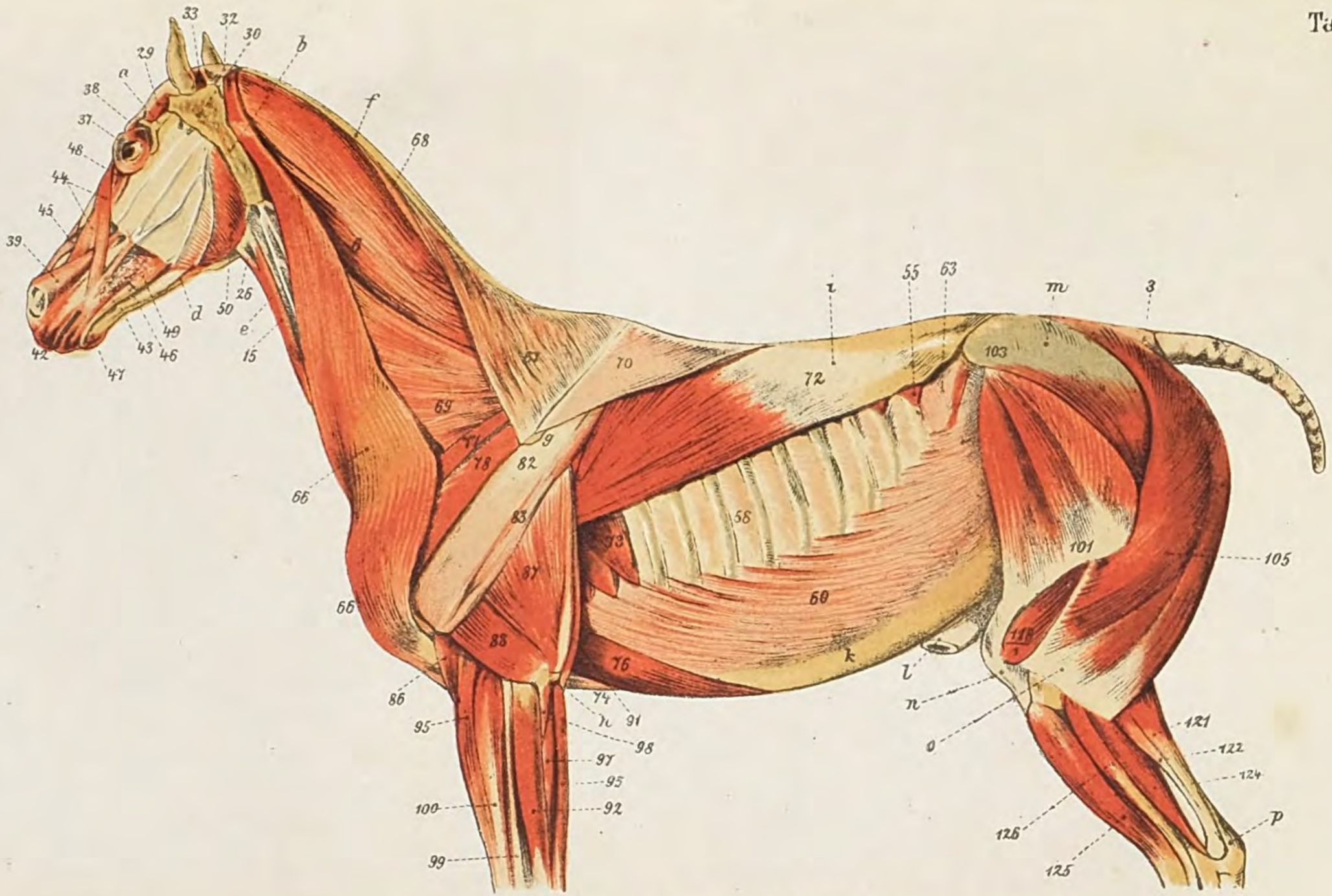
Brachycephalus-Rasse (Duxer Kuh)

Brachyceros-Rasse (Appenzeller Kuh)

Primigenius-Rasse (Holländer Kuh)

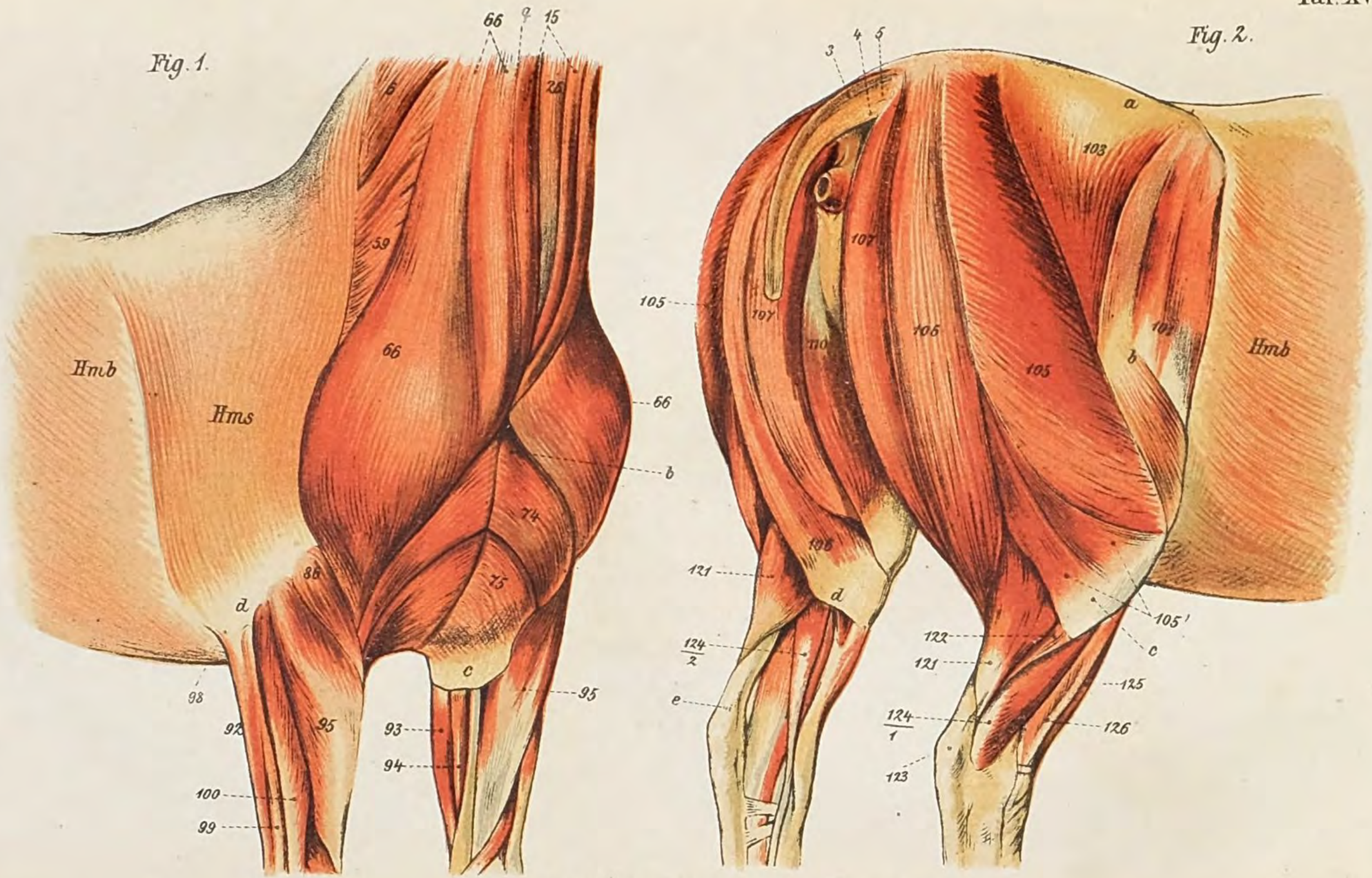
Frontosus-Rasse (Simenthaler Kuh)

Lith. Anst. v. Appel & Co. Wien.



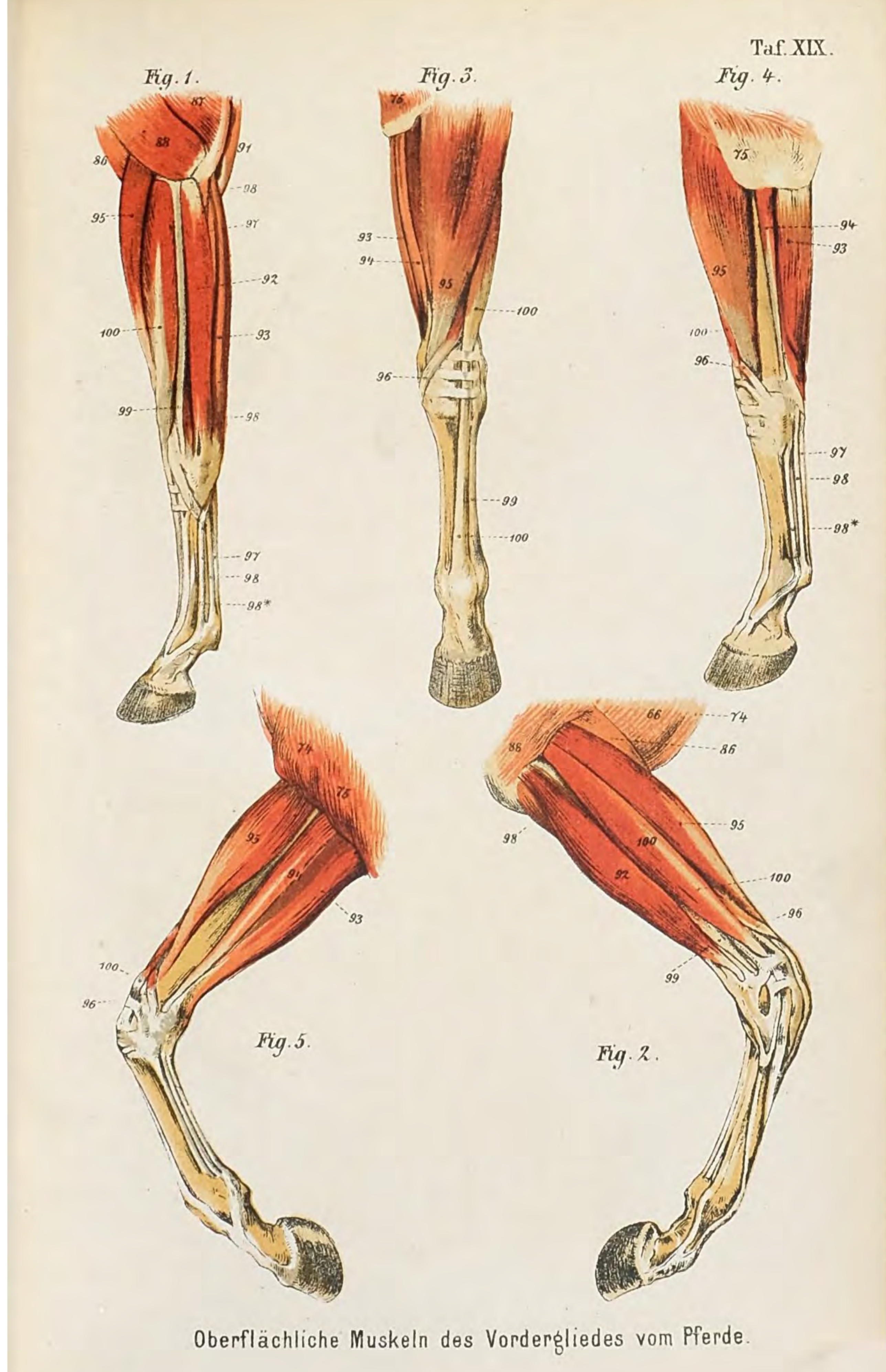
Oberflächliche Muskeln des Pferdes

von der Seite

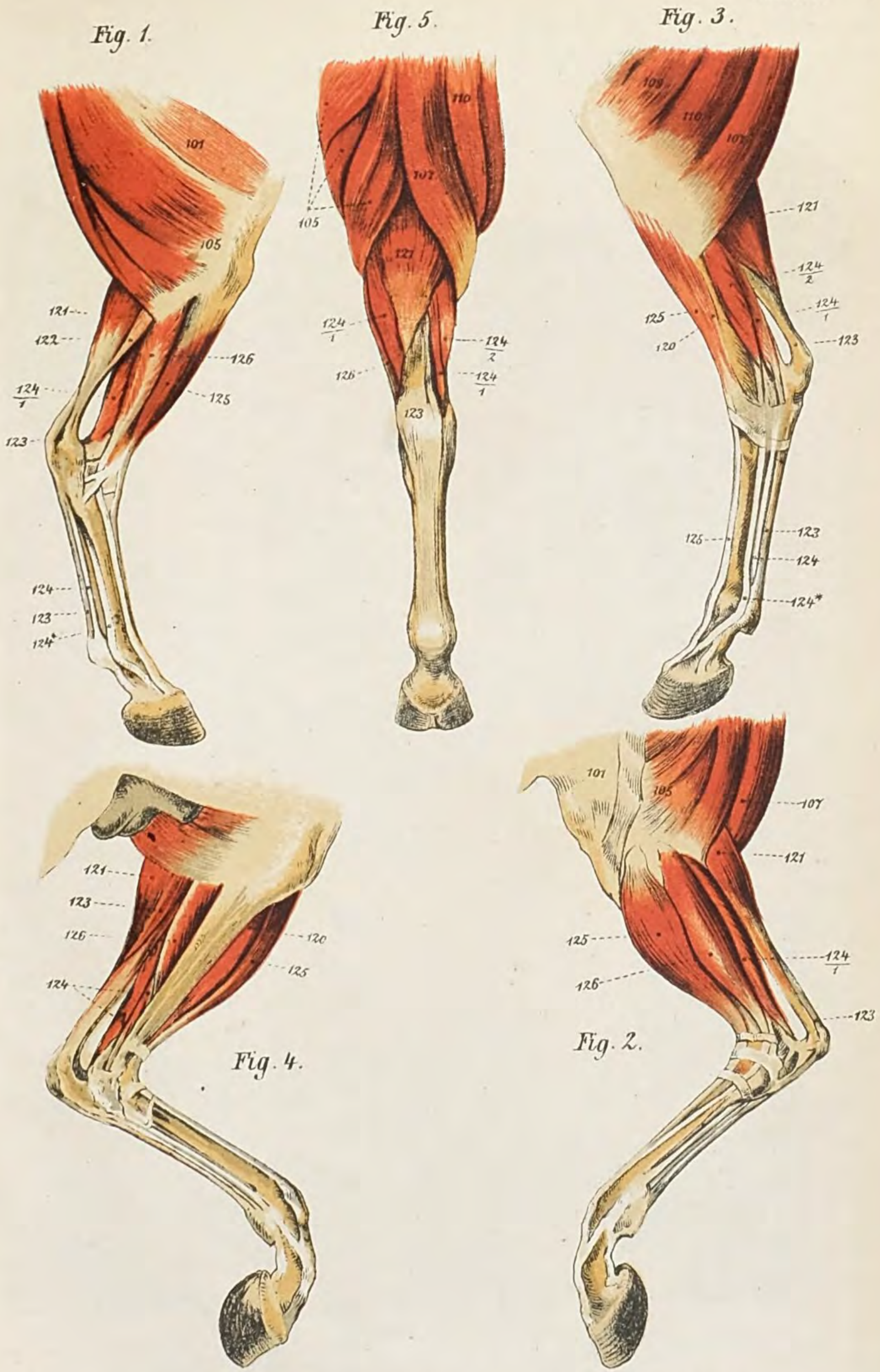


Oberflächliche Muskeln des Pferdes

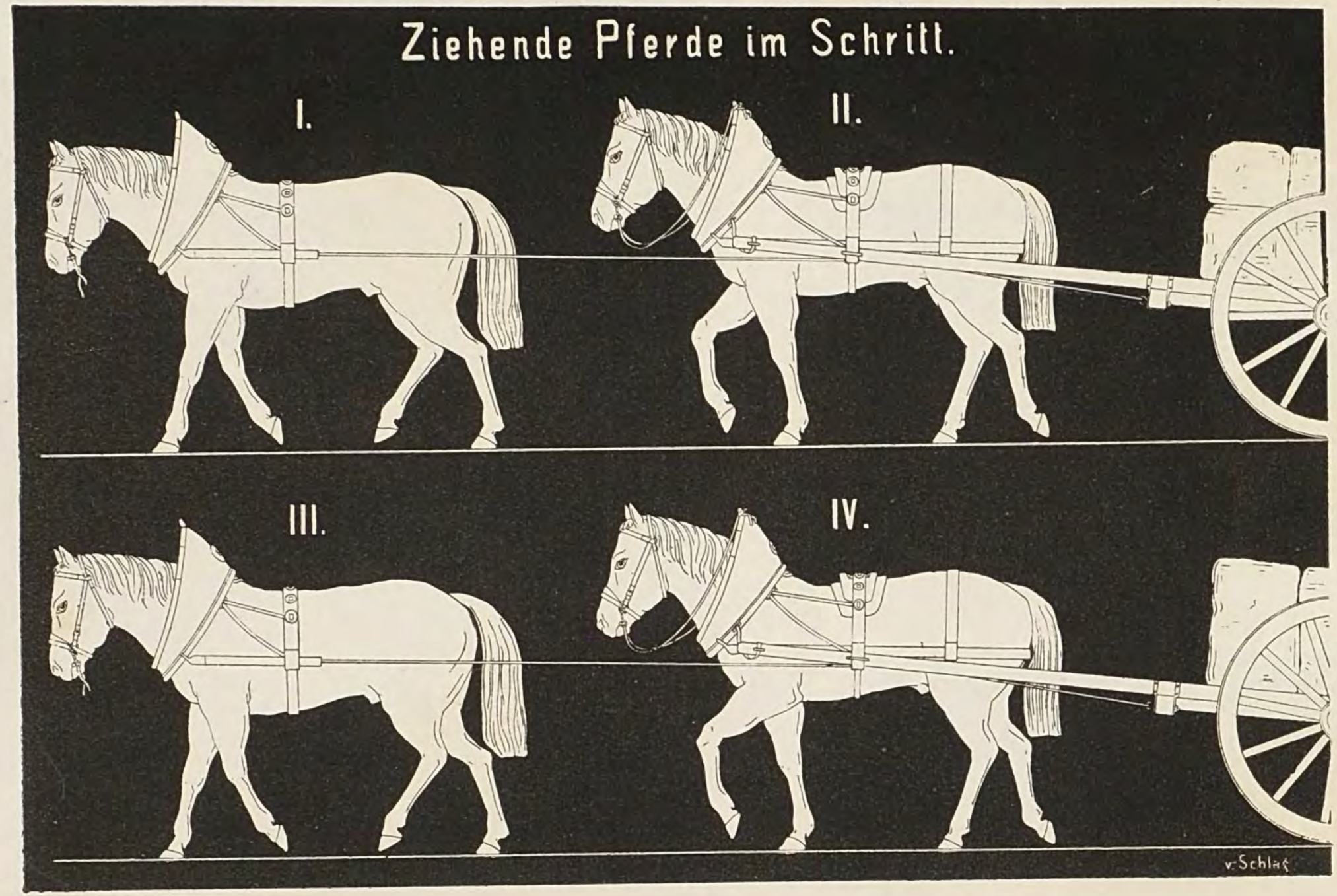
von vorn. von hinten.



Oberflächliche Muskeln des Vordergliedes vom Pferde.



Oberflächliche Muskeln des Hintergliedes vom Pferde.


Ziehende Pferde im Schritt.
I.
II.
III.
IV.
v. Schlaß

Haut u. Haar.

Fig. 1.

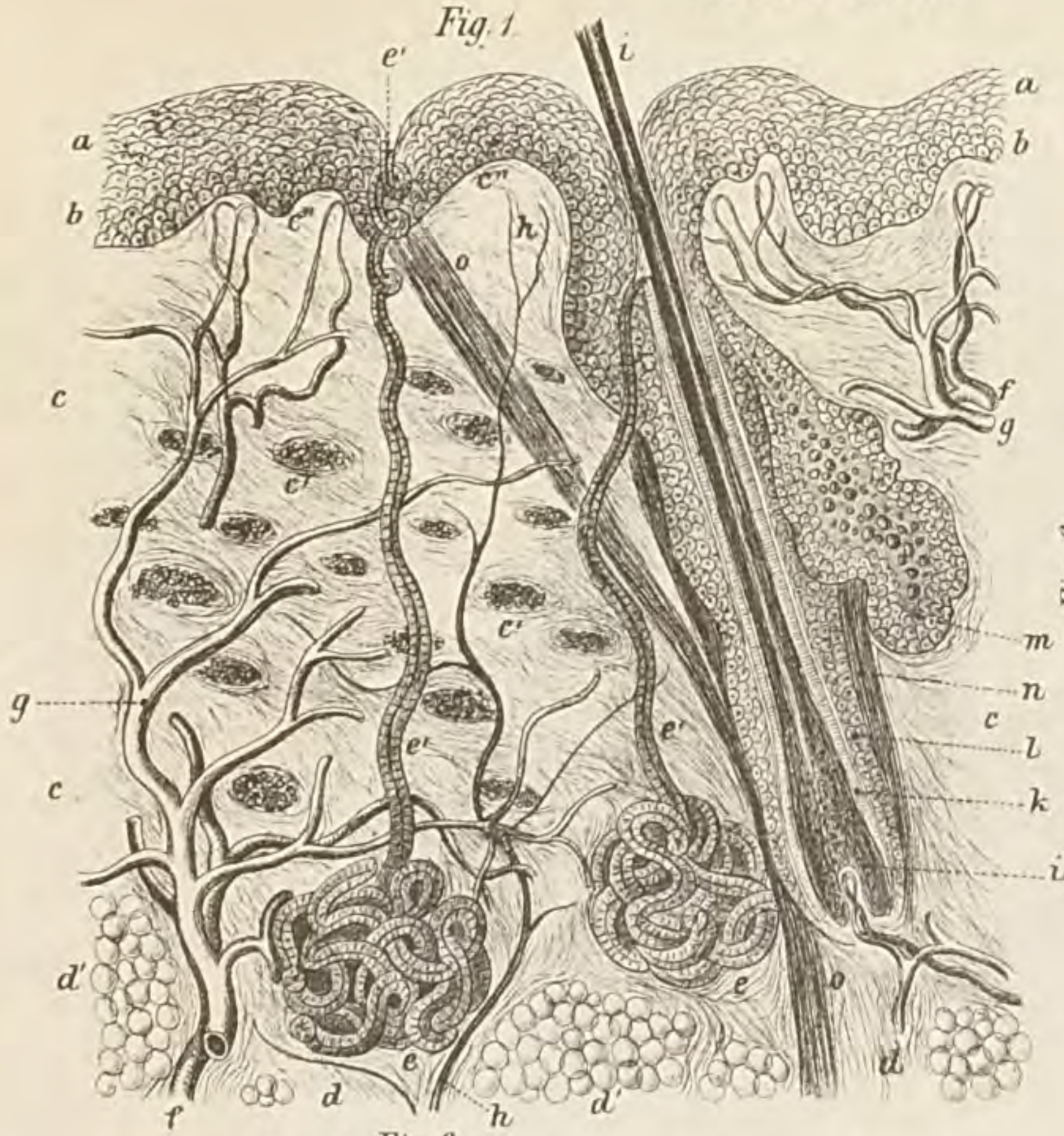


Fig. 2.

Fig 3.

Fig. 4.

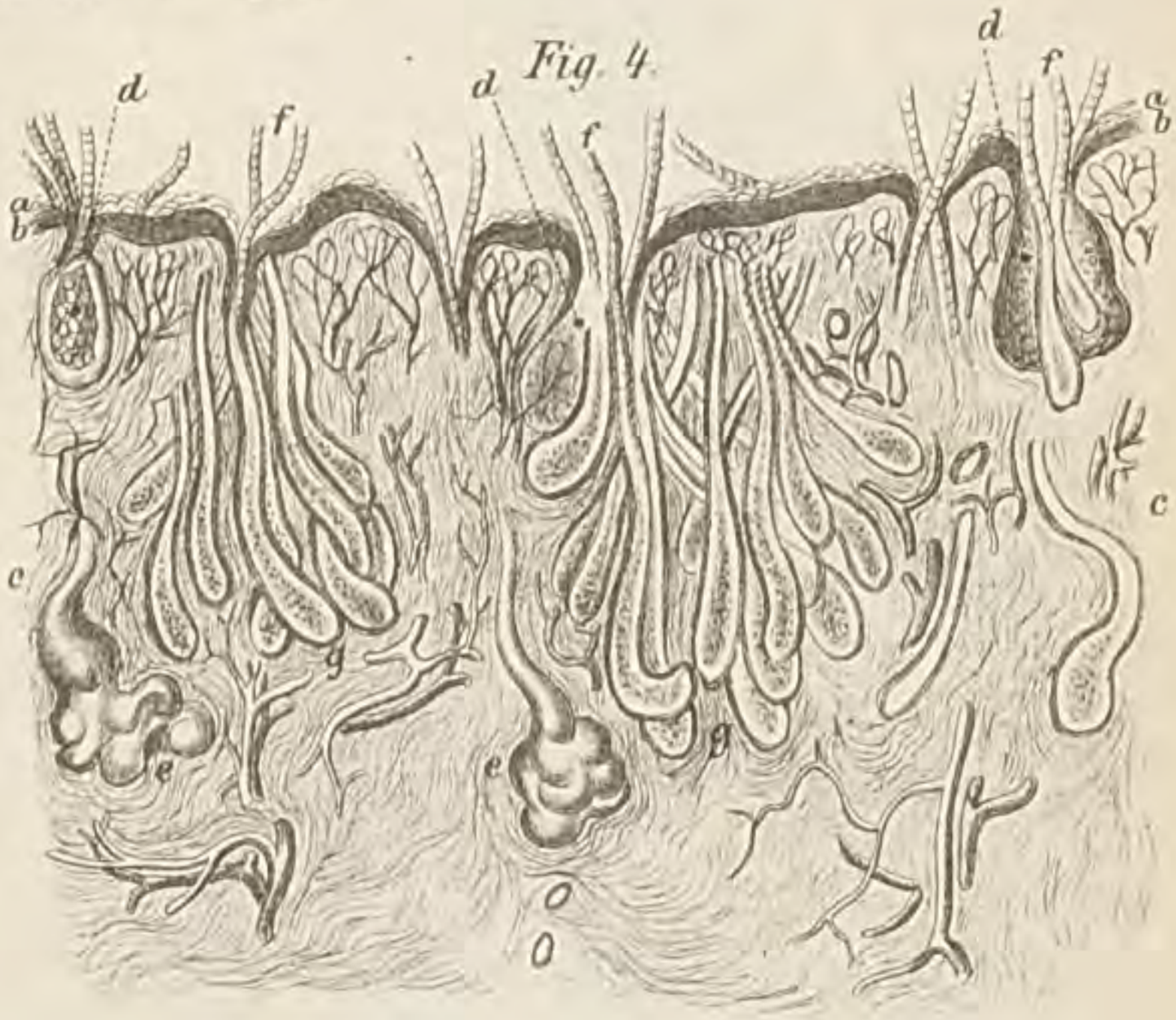


Fig. 5.

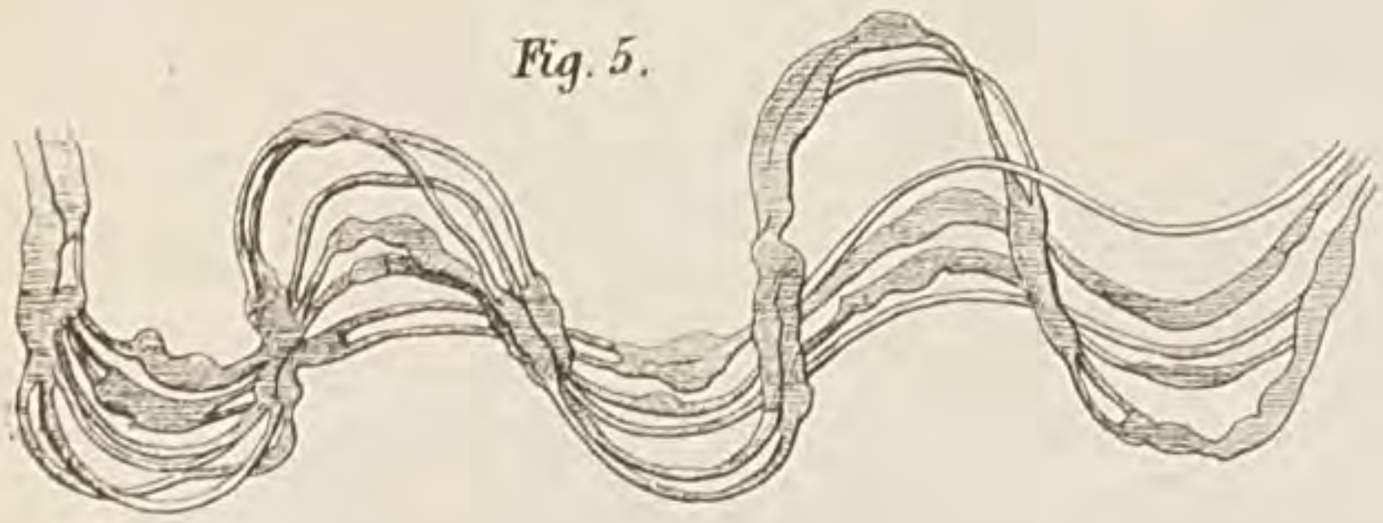


Fig. 6

Fig. 7.

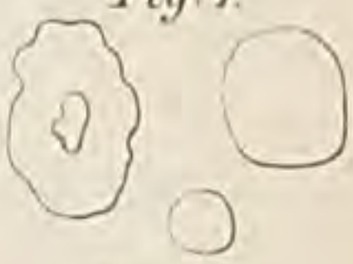
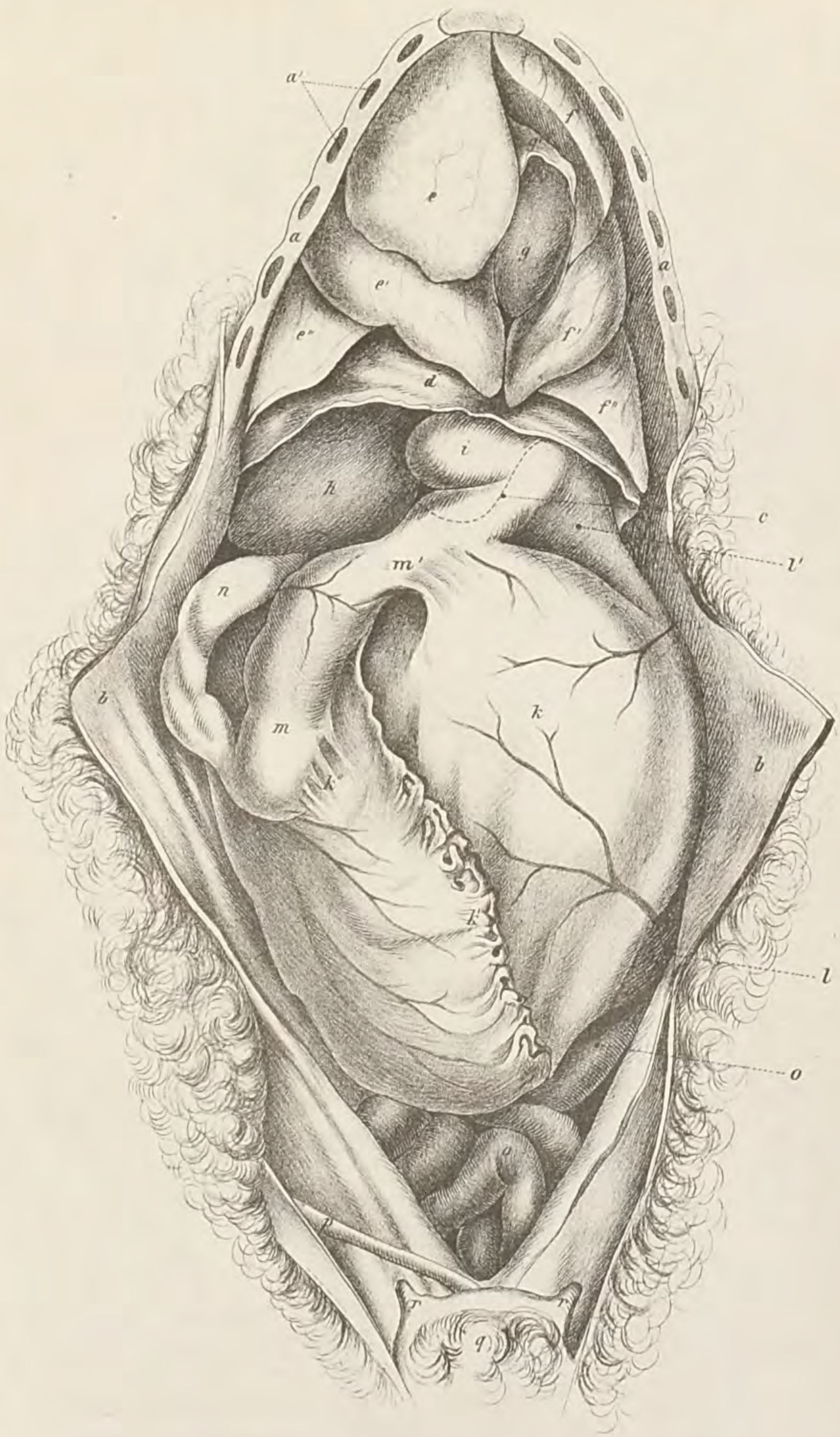


Fig. 8.

Verlag v. W. Braumüller Wien.

Lith. Anst. v. Appel & Co. Wien

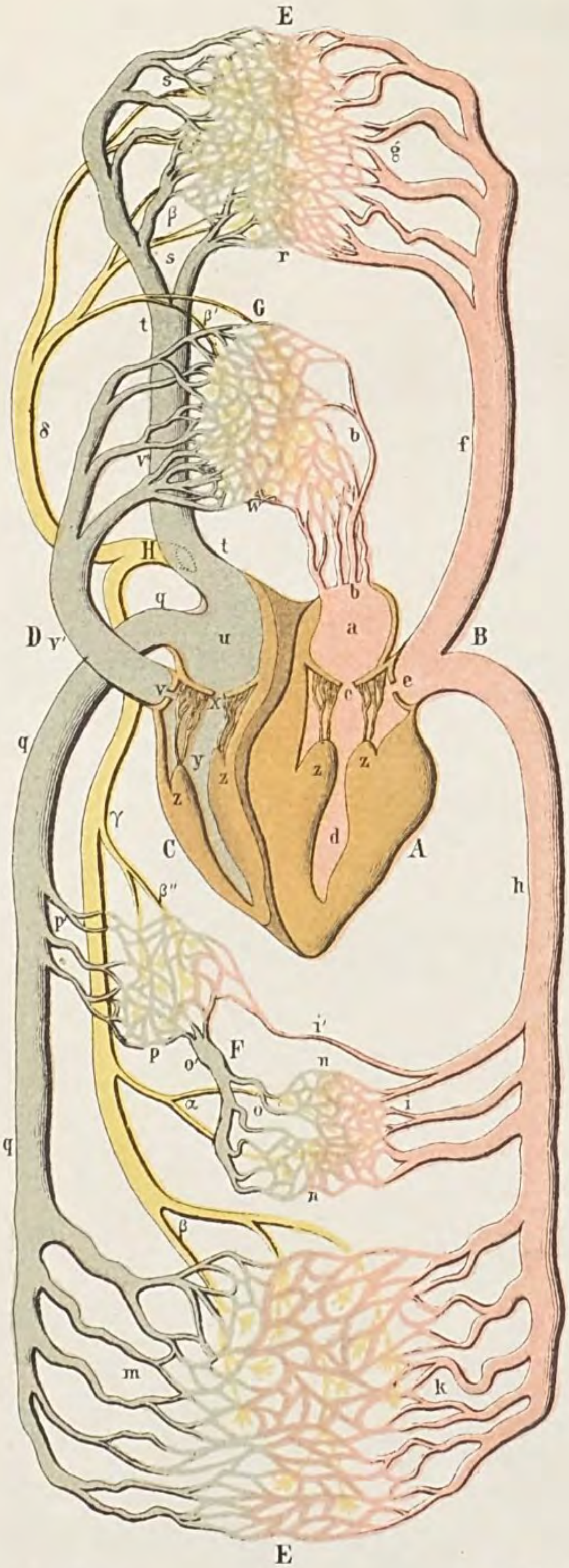
Brust-u. Bauchhöhle, von unten geöffnet.



Verlag v. W. Braumüller Wien.

Lith. Anst. v. Appel & C° Wien.

Schema des Kreislaufes.



Arterielles System.
Venöses System.
Herzmuskel.
Haargefässnetz.
Saugadern.

Lith. Anst. v. Appel & Co. Wien.

Entwicklung des Hühnchens.

Fig. 1.

Fig. 2.

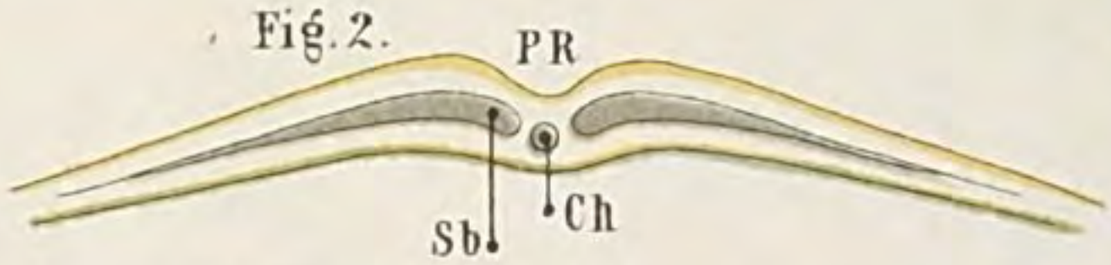


Fig. 3.

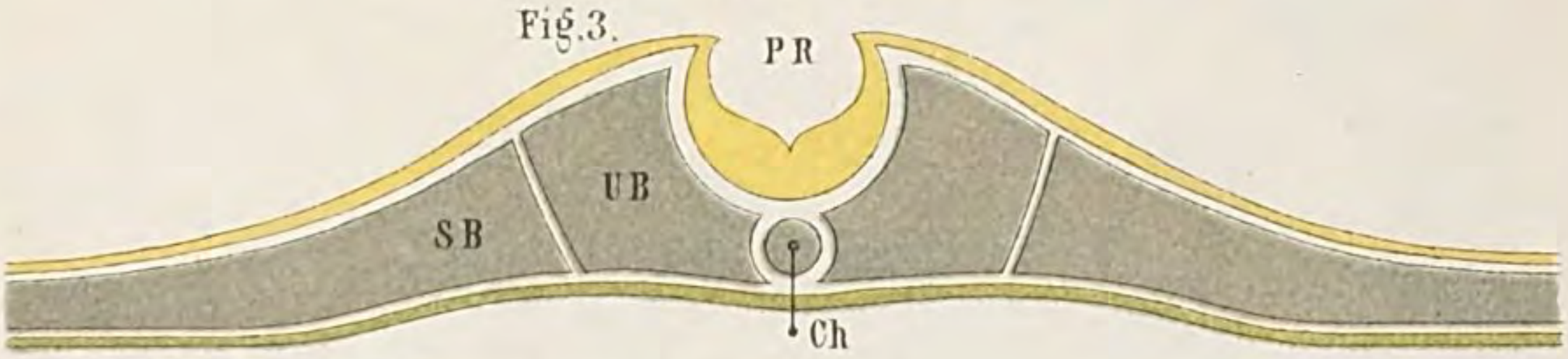


Fig. 4.

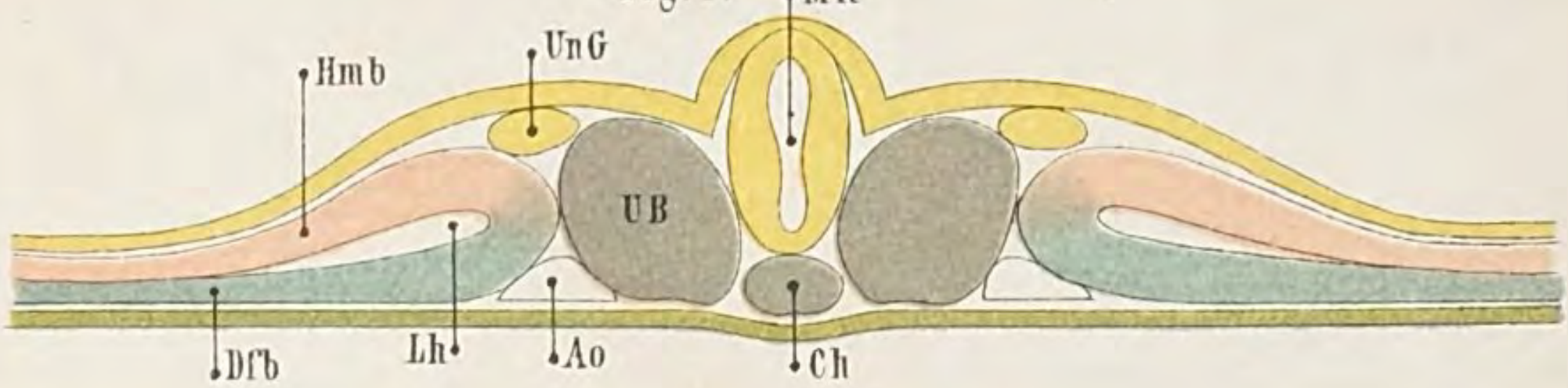


Fig. 5.

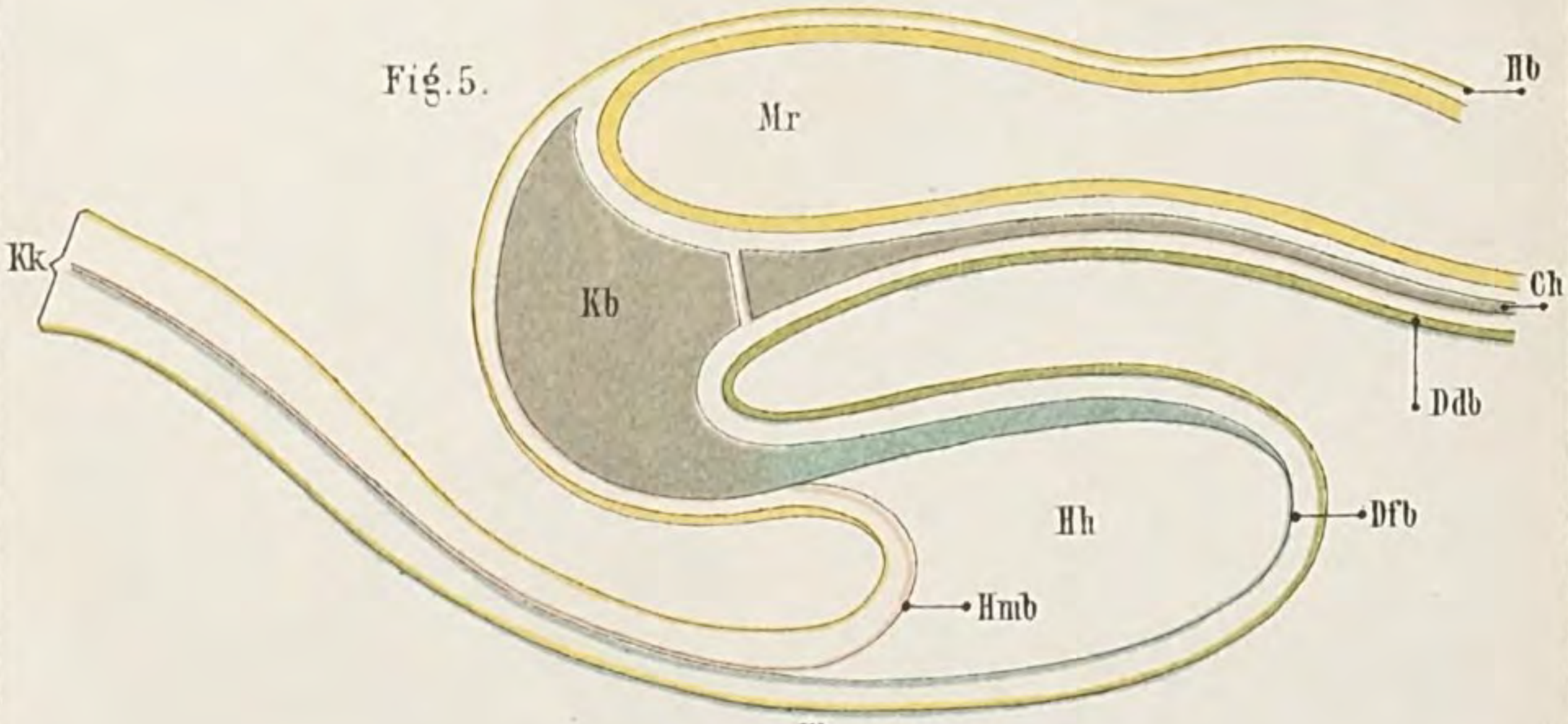
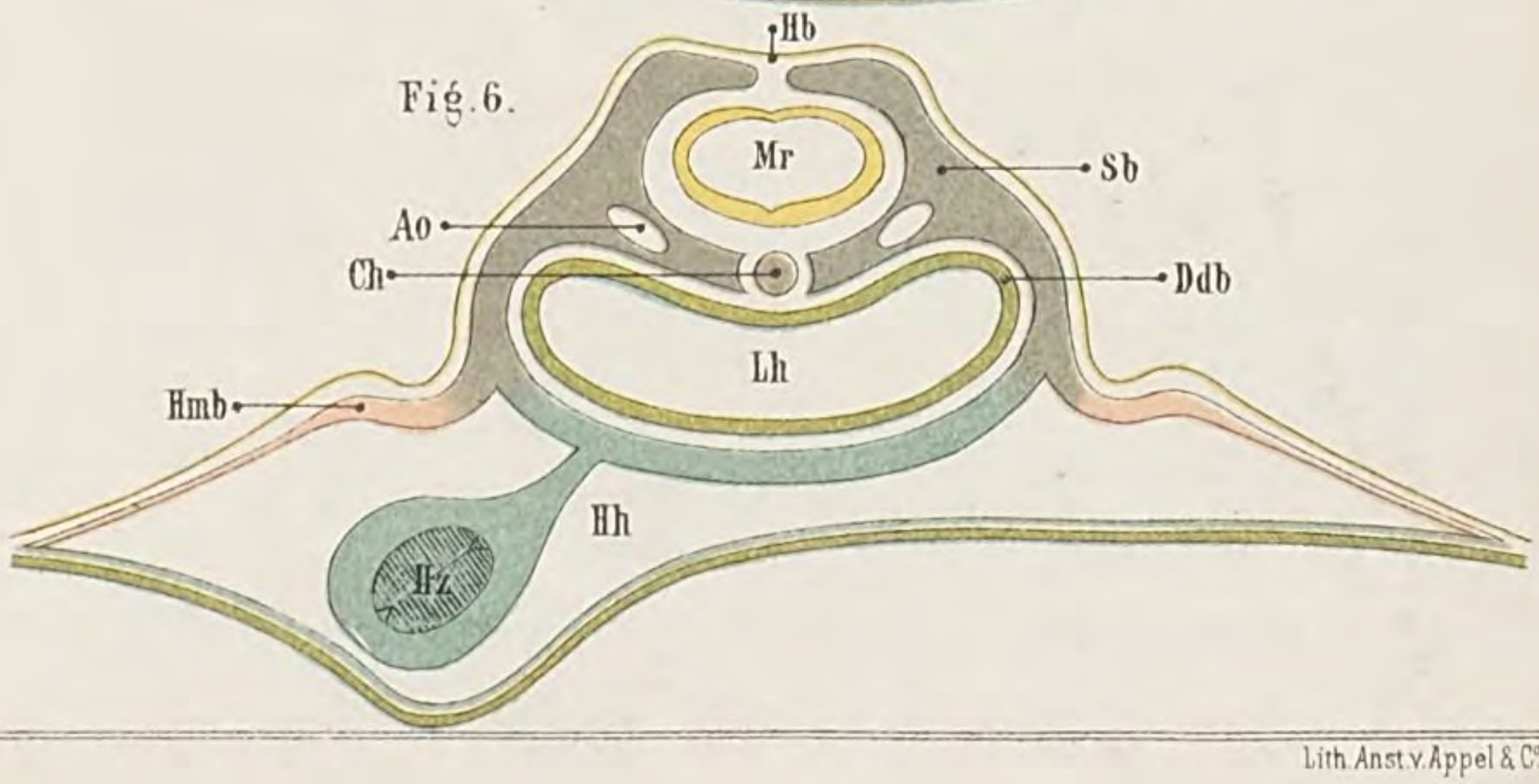


Fig. 6.



Lith. Anst. v. Appel & Co. Wien

Entwicklung des Hühnchens.

Fig. 1.

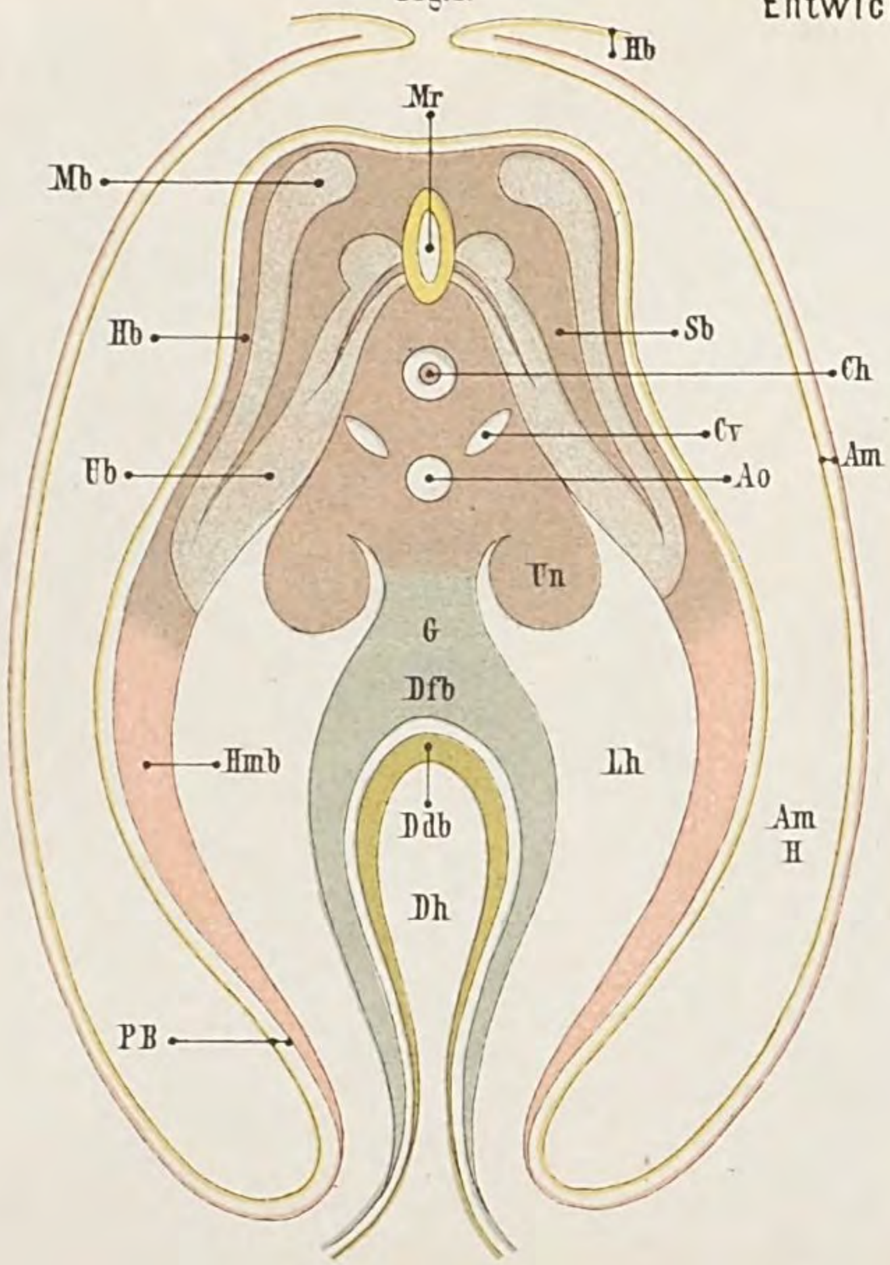
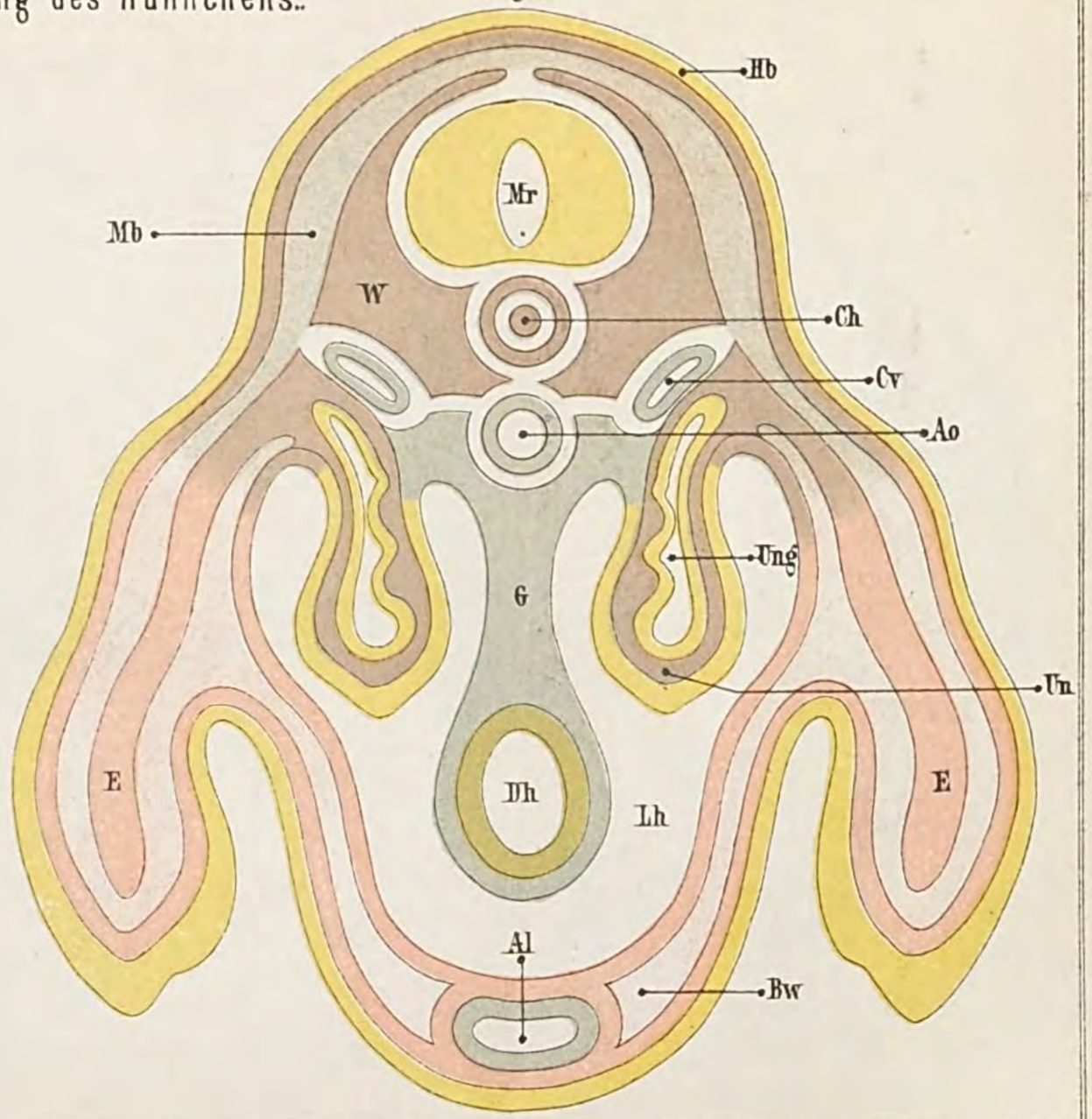
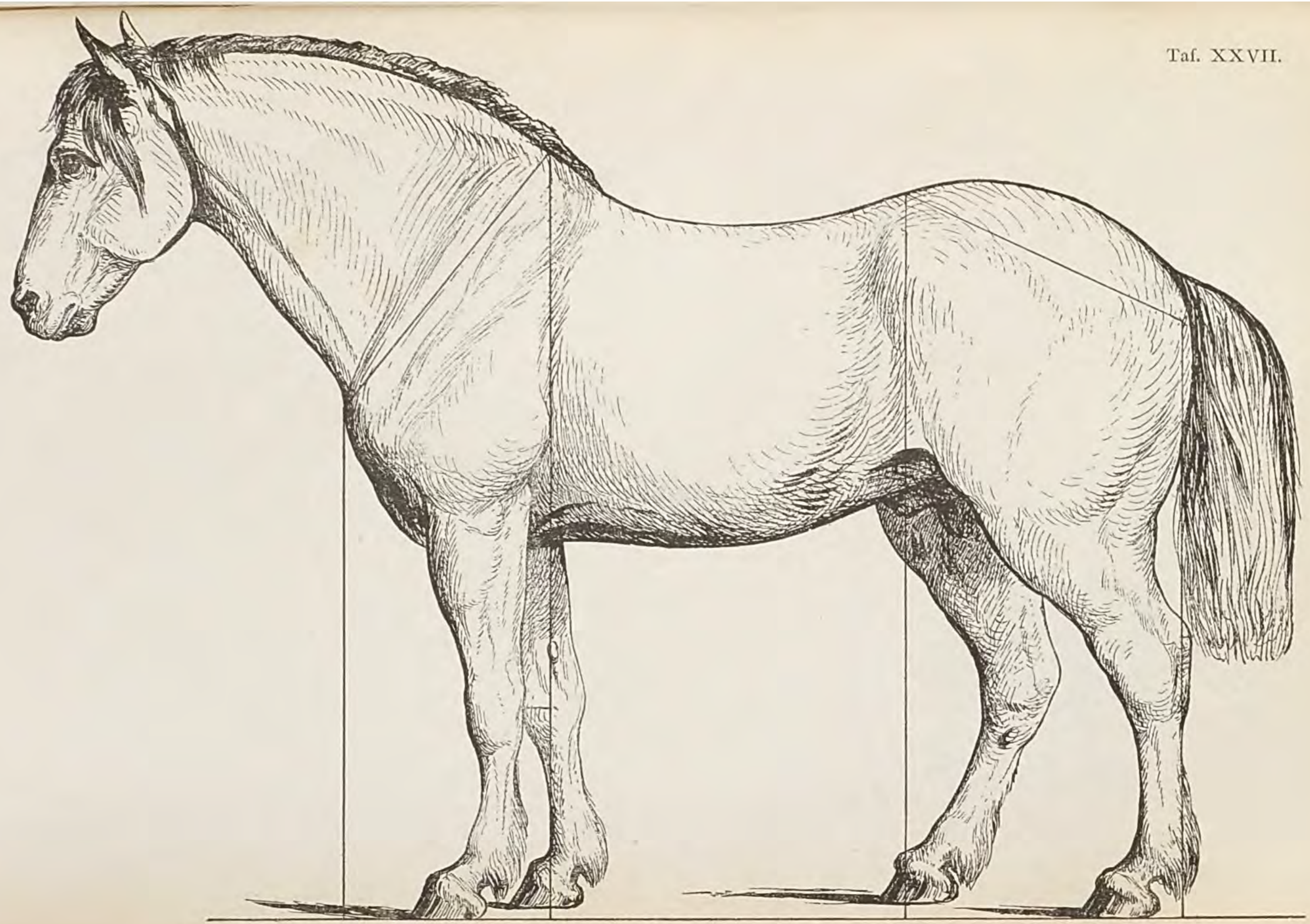
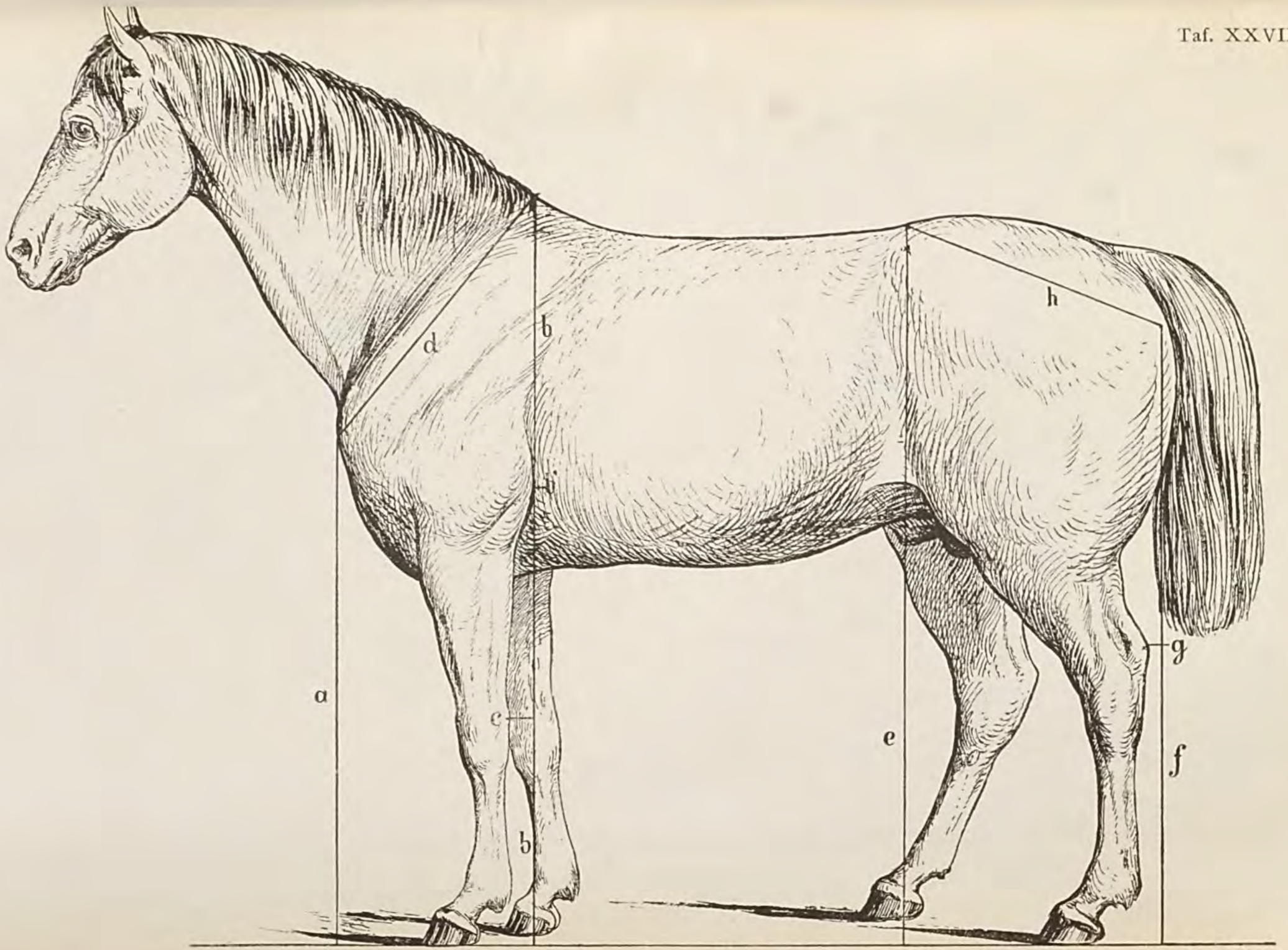


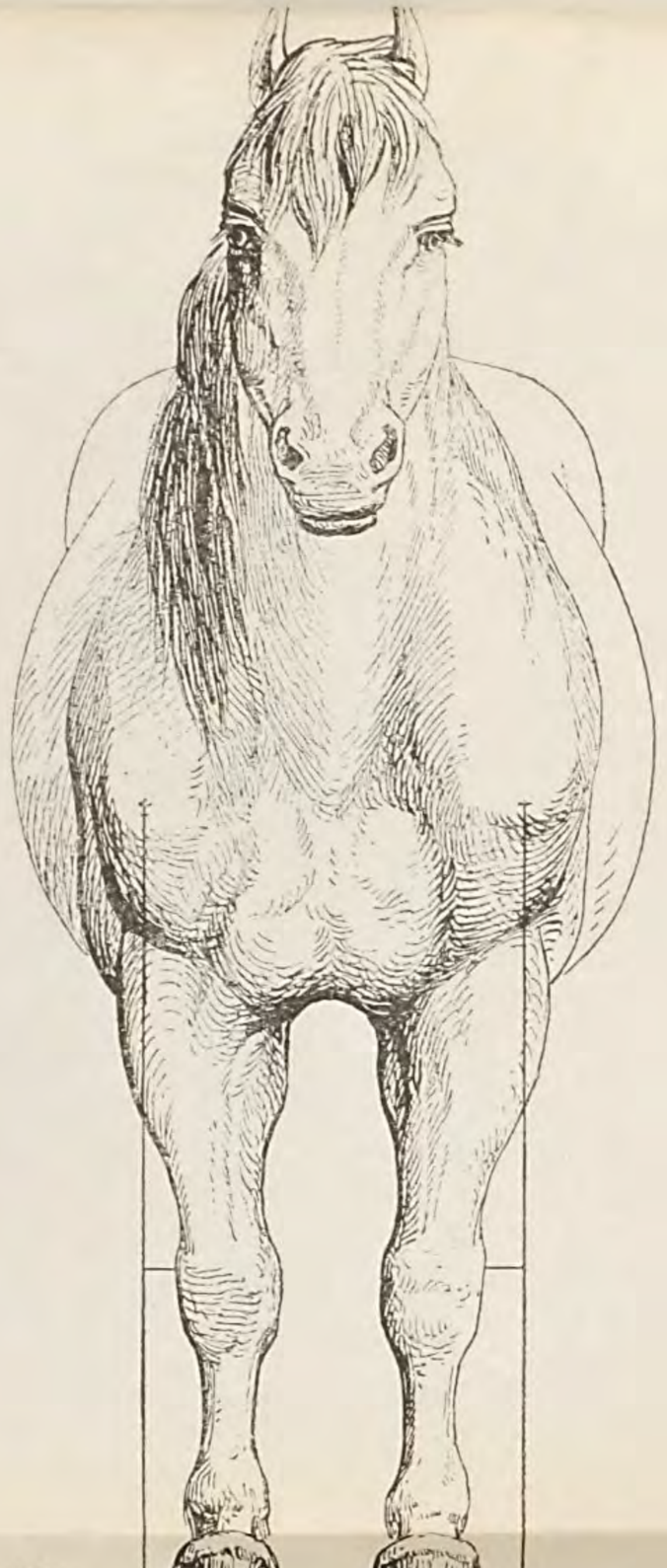
Fig. 2.

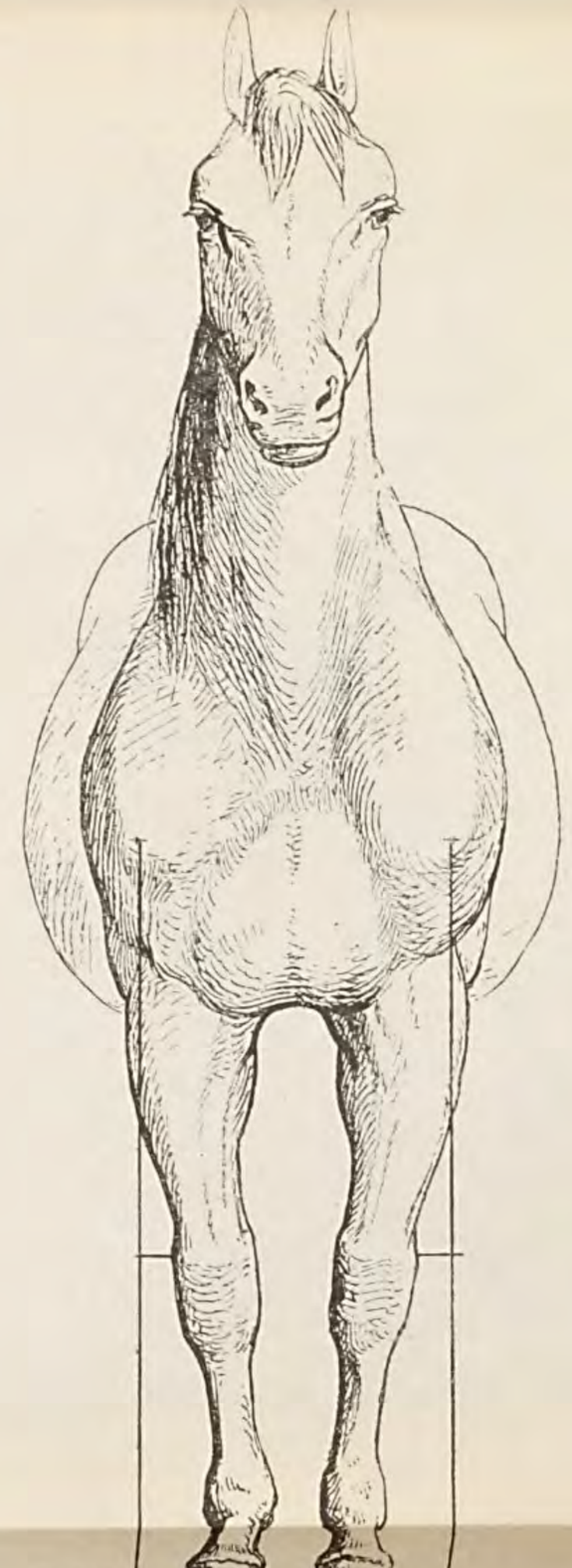


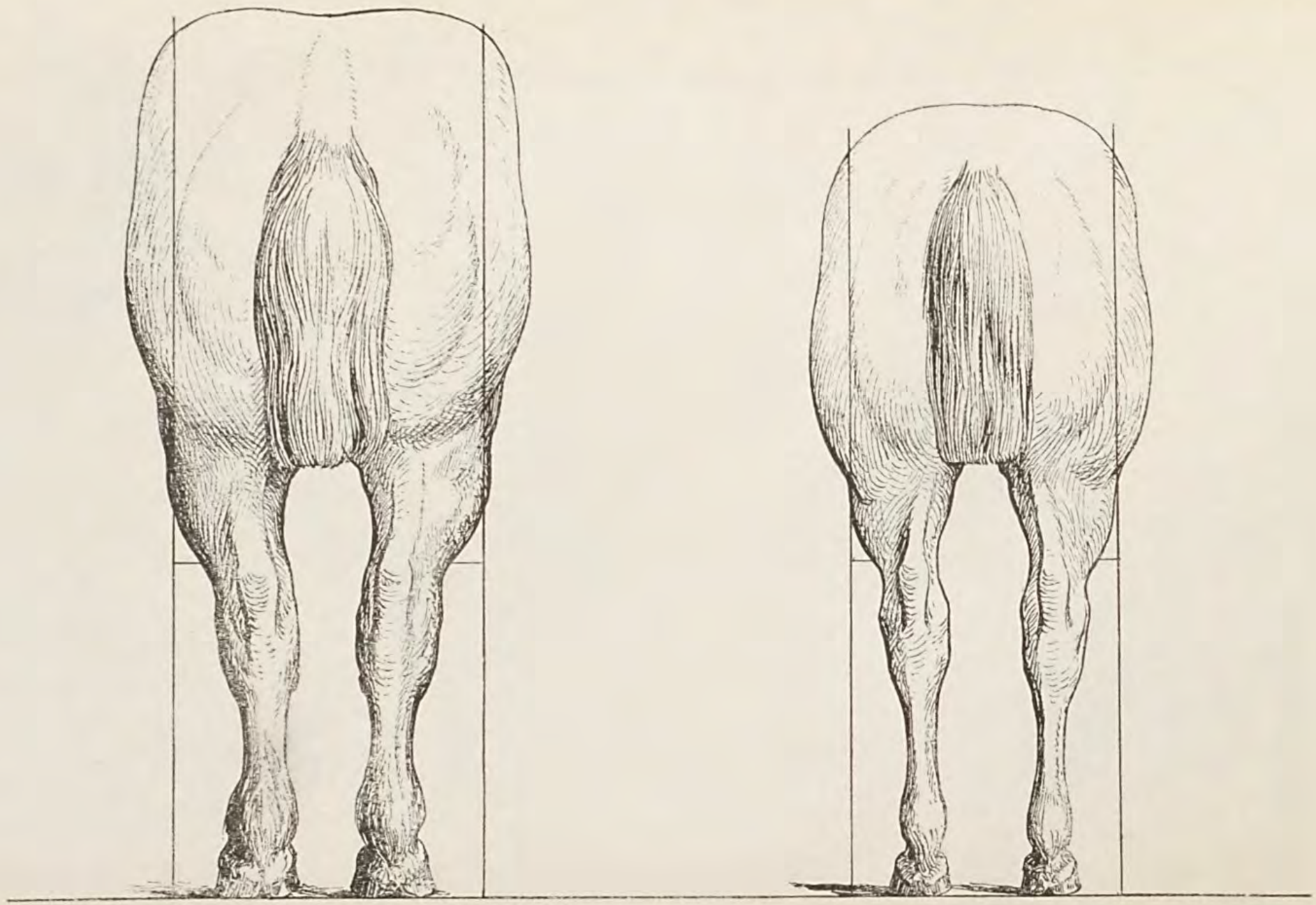
Lith. Anst. v. Appel & Co. Wien

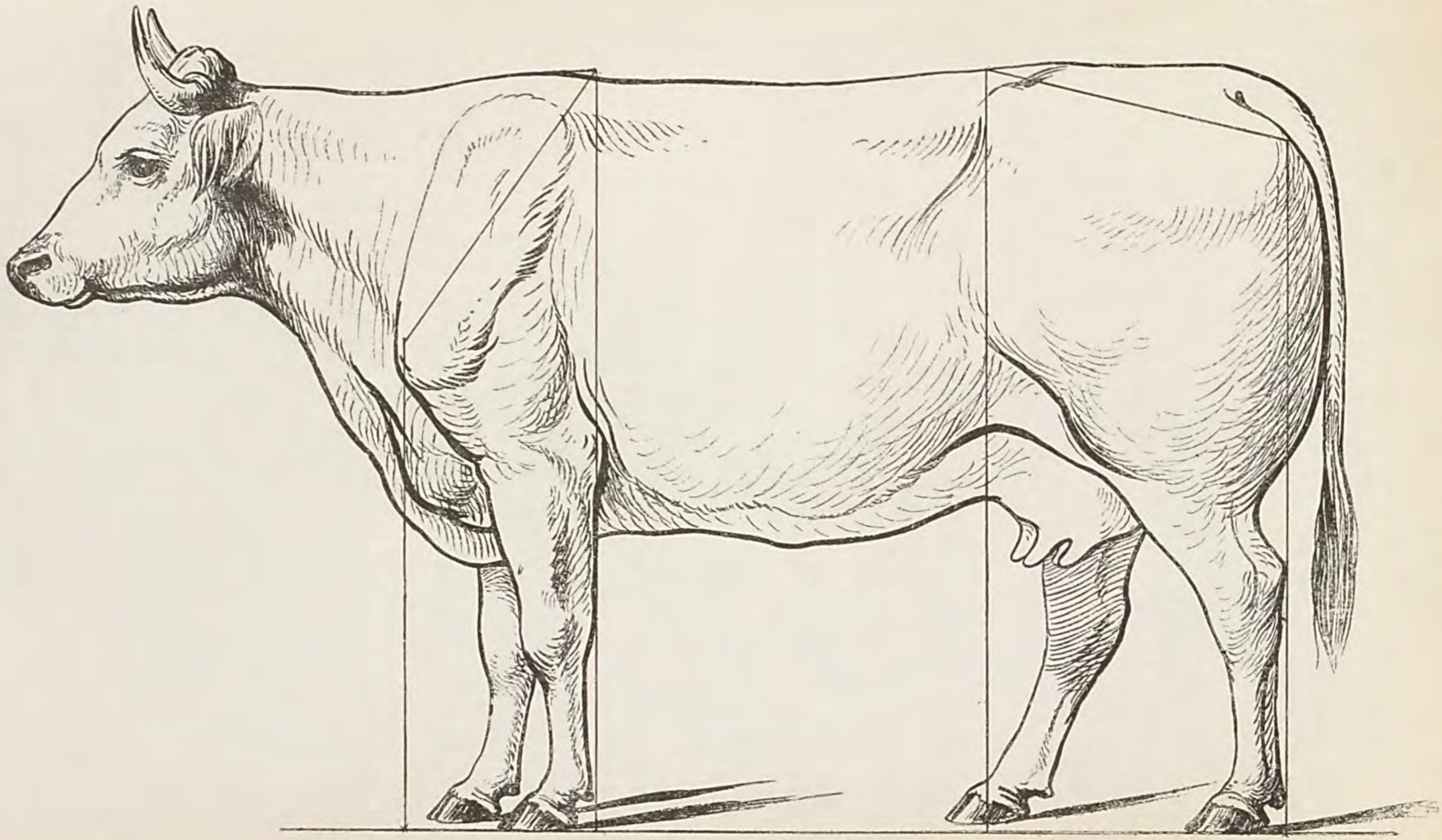


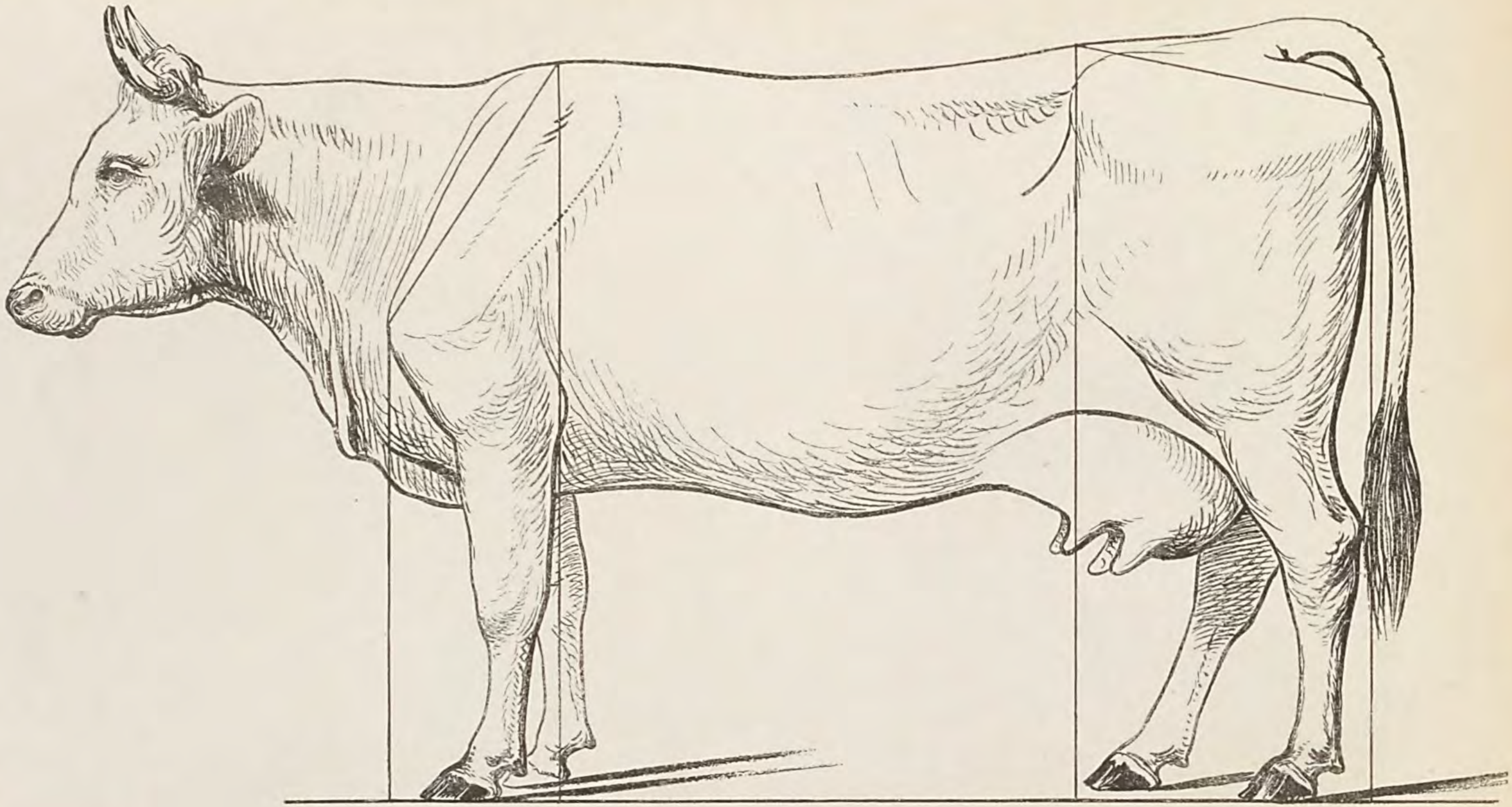

d
b
h
j
g
a
c
e
f
b

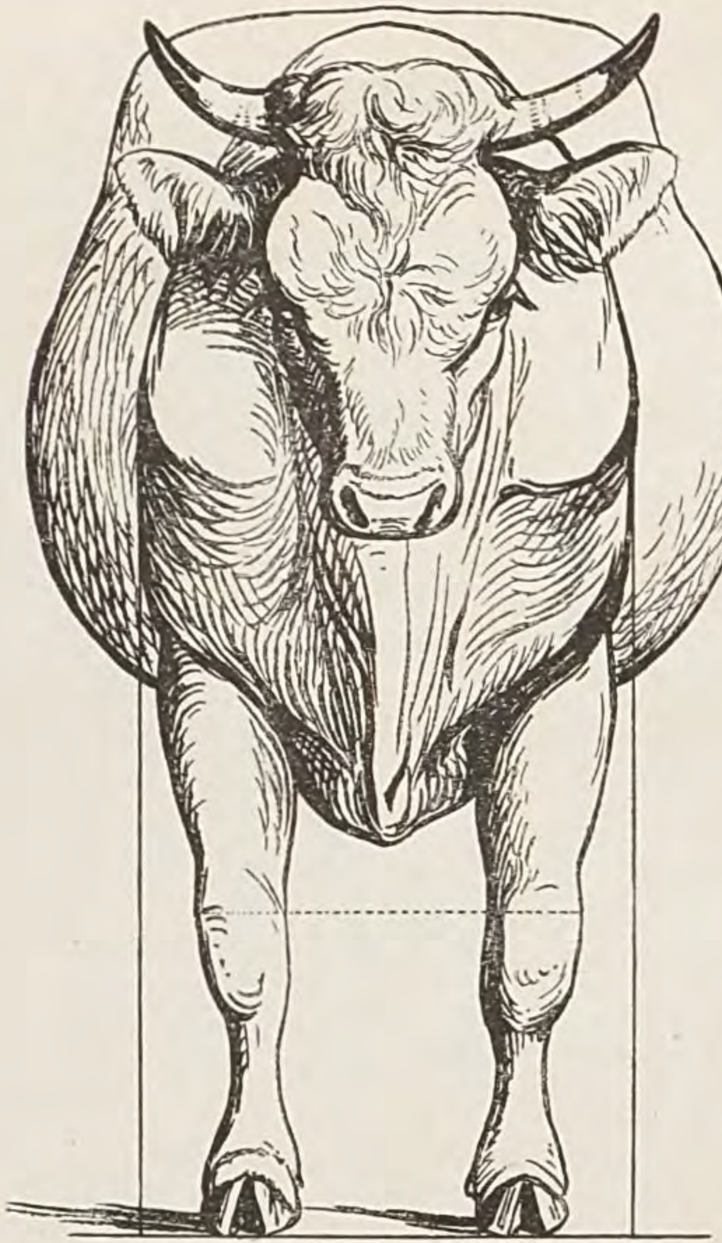


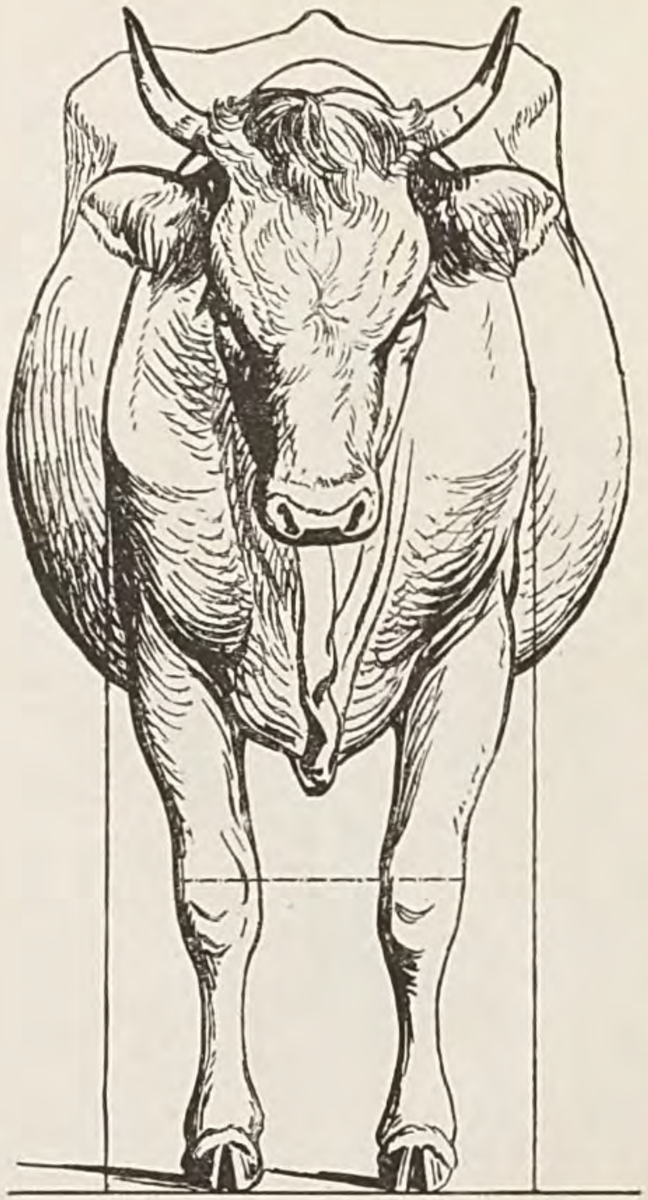


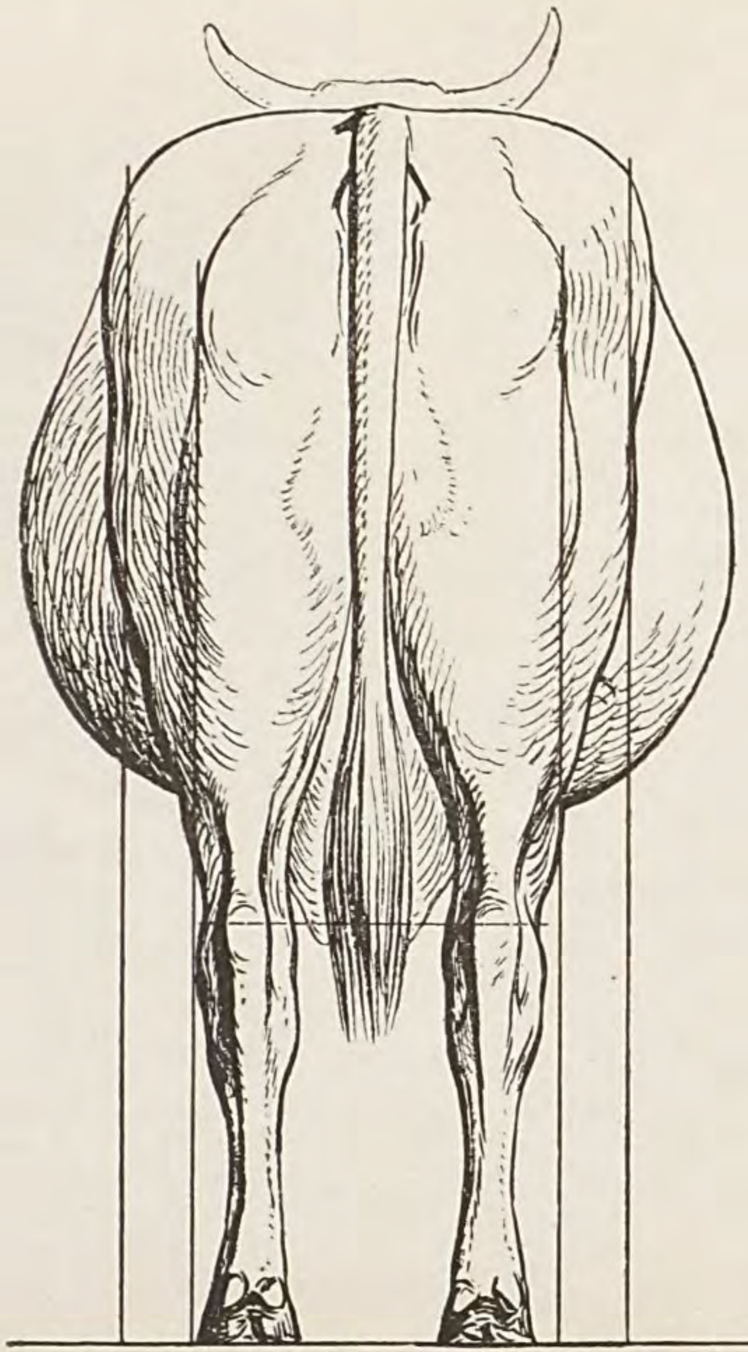


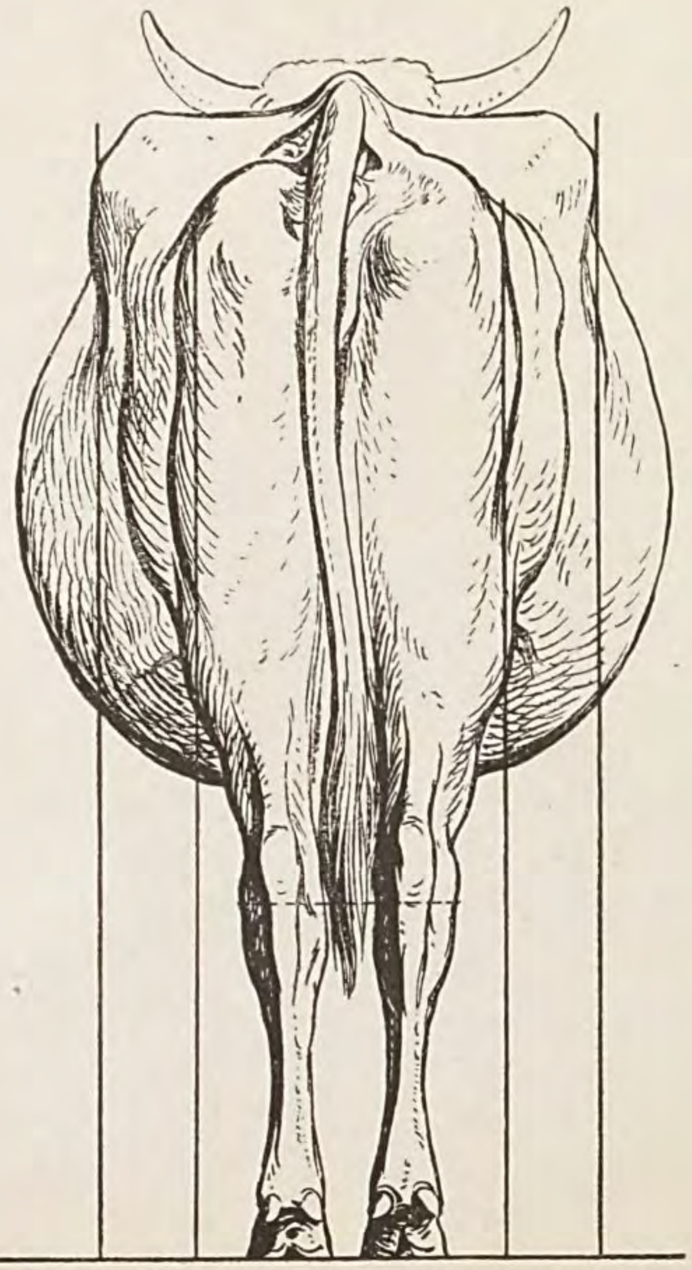












Neugeboren.

3 Monat.

6 Monat.

1 Jahr.

2 Jahre.

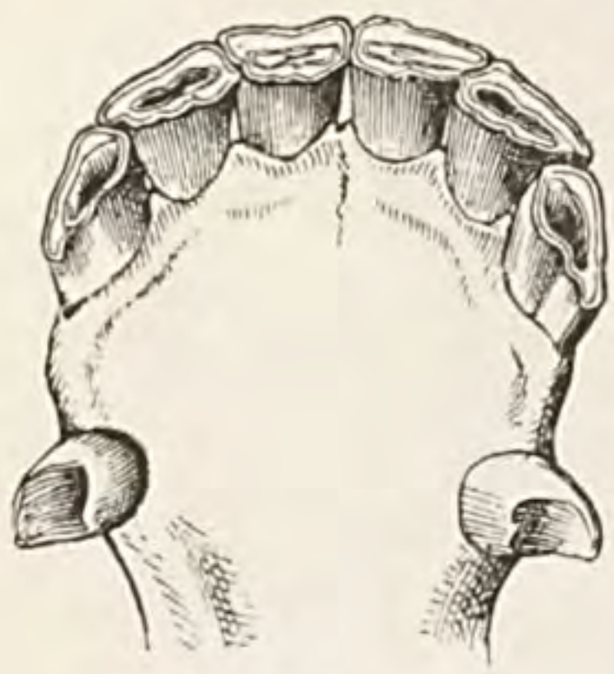
2½ Jahre.

3 Jahre.

4 Jahre.

5 Jahre.

Die Schneidezähne des Pferdes

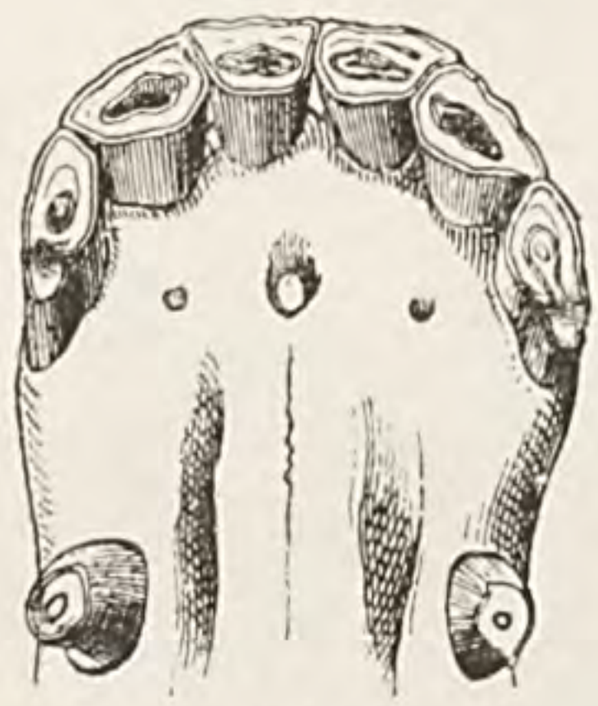


6 Jahre.

7 Jahre.

8 Jahre.

9 Jahre
(Unterkiefer).



9 Jahre
(Oberkiefer).

12 Jahre.

15 Jahre.

18 Jahre.

24 Jahre.

bei fortschreitendem Alter.

Neugeboren.

8 Tage.

4 Wochen.

1 Jahr.

2 Jahre.

2½ Jahre.

3 Jahre.

4 Jahre.

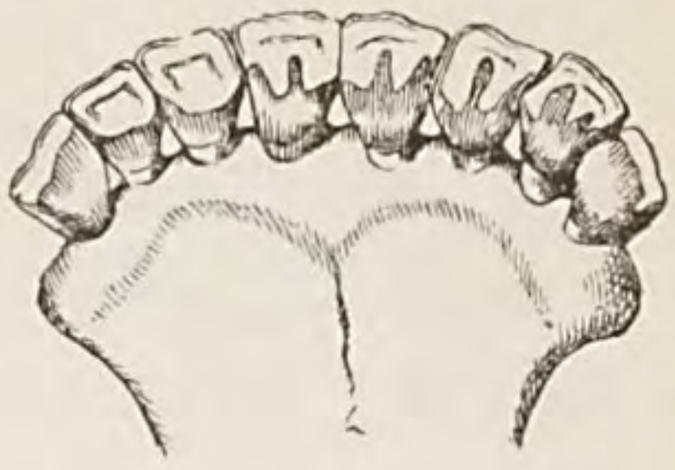
4½ Jahre.

5 Jahre.

Die Schneidezähne des Rindes

6 Jahre.

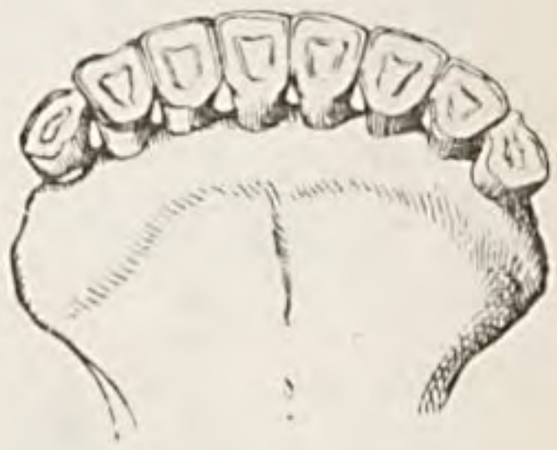
7 Jahre.



8 Jahre.

10 Jahre.

12 Jahre.



14 Jahre.

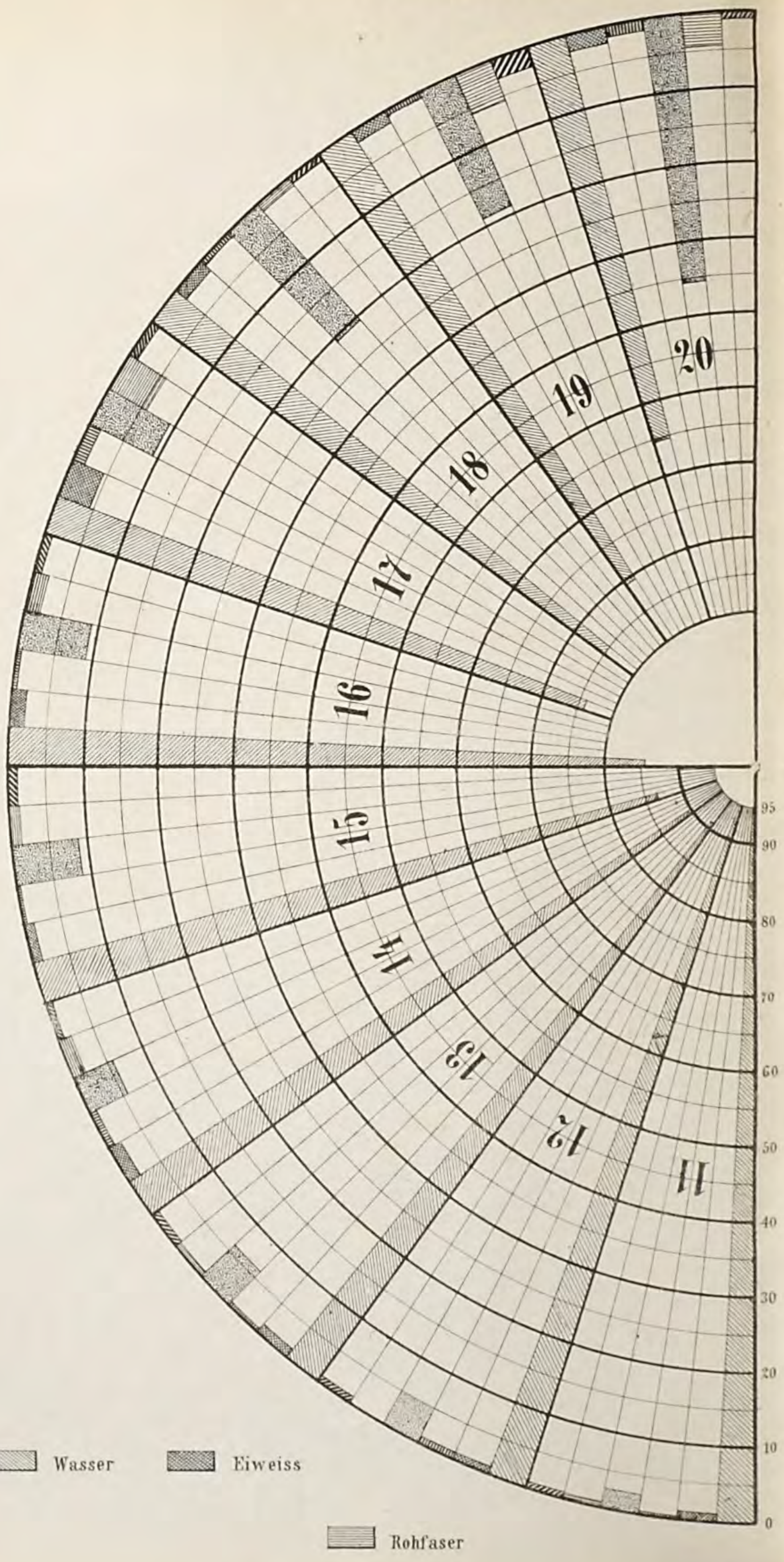
16 Jahre.

18 Jahre.

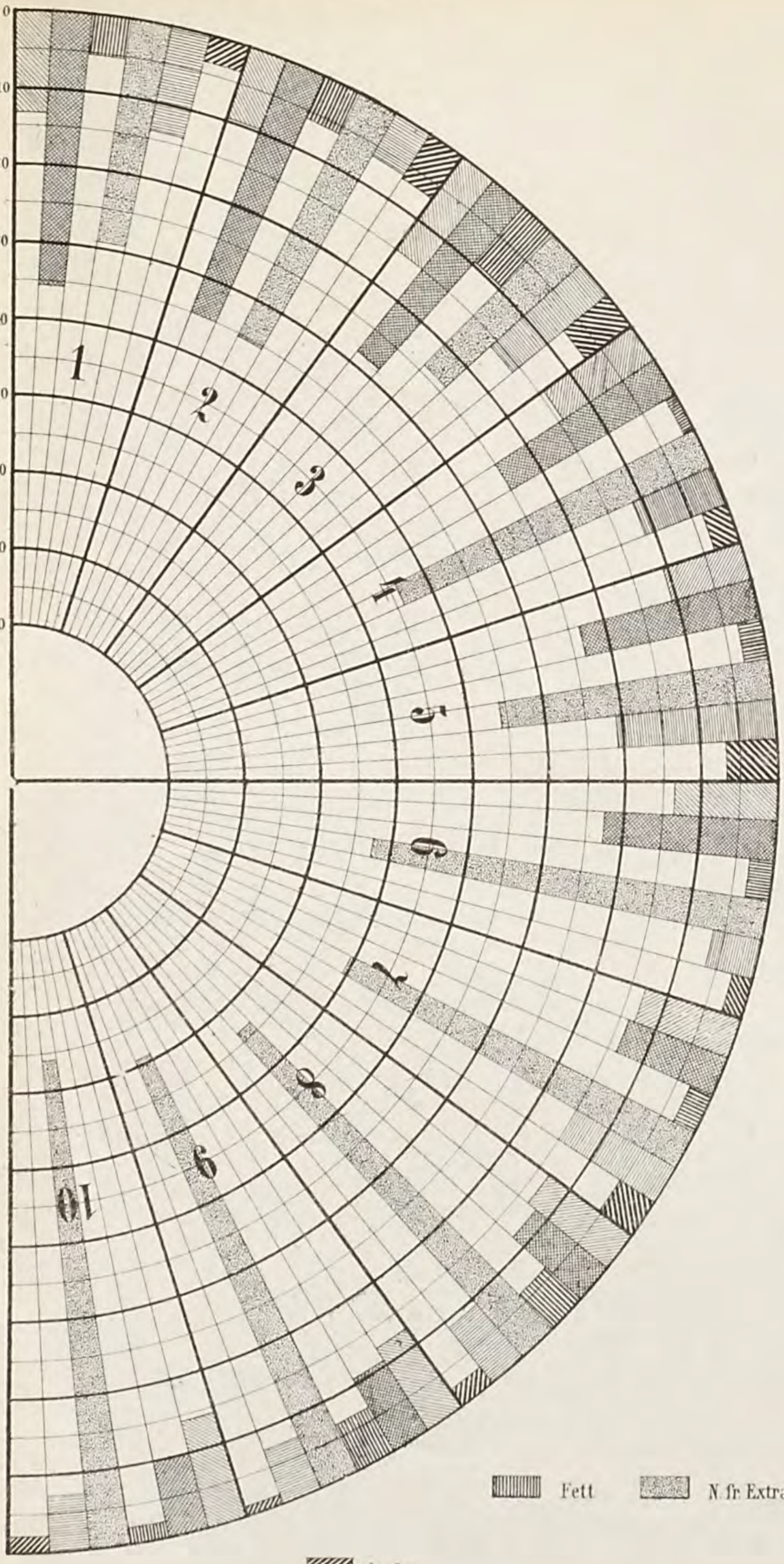
20 Jahre.

bei fortschreitendem Alter.

Nährstoffbestand einiger

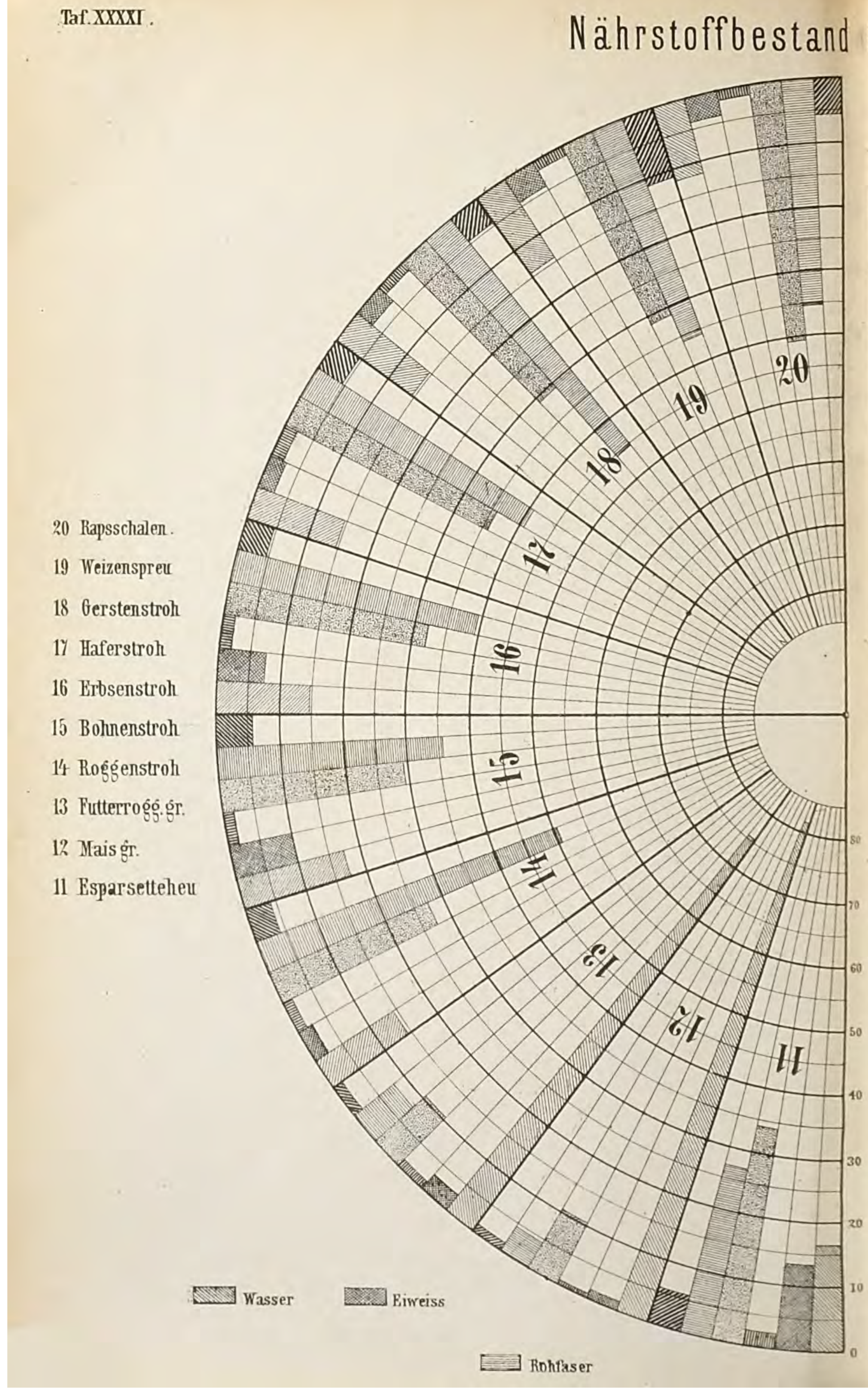


Körner und Wurzelfrüchte.

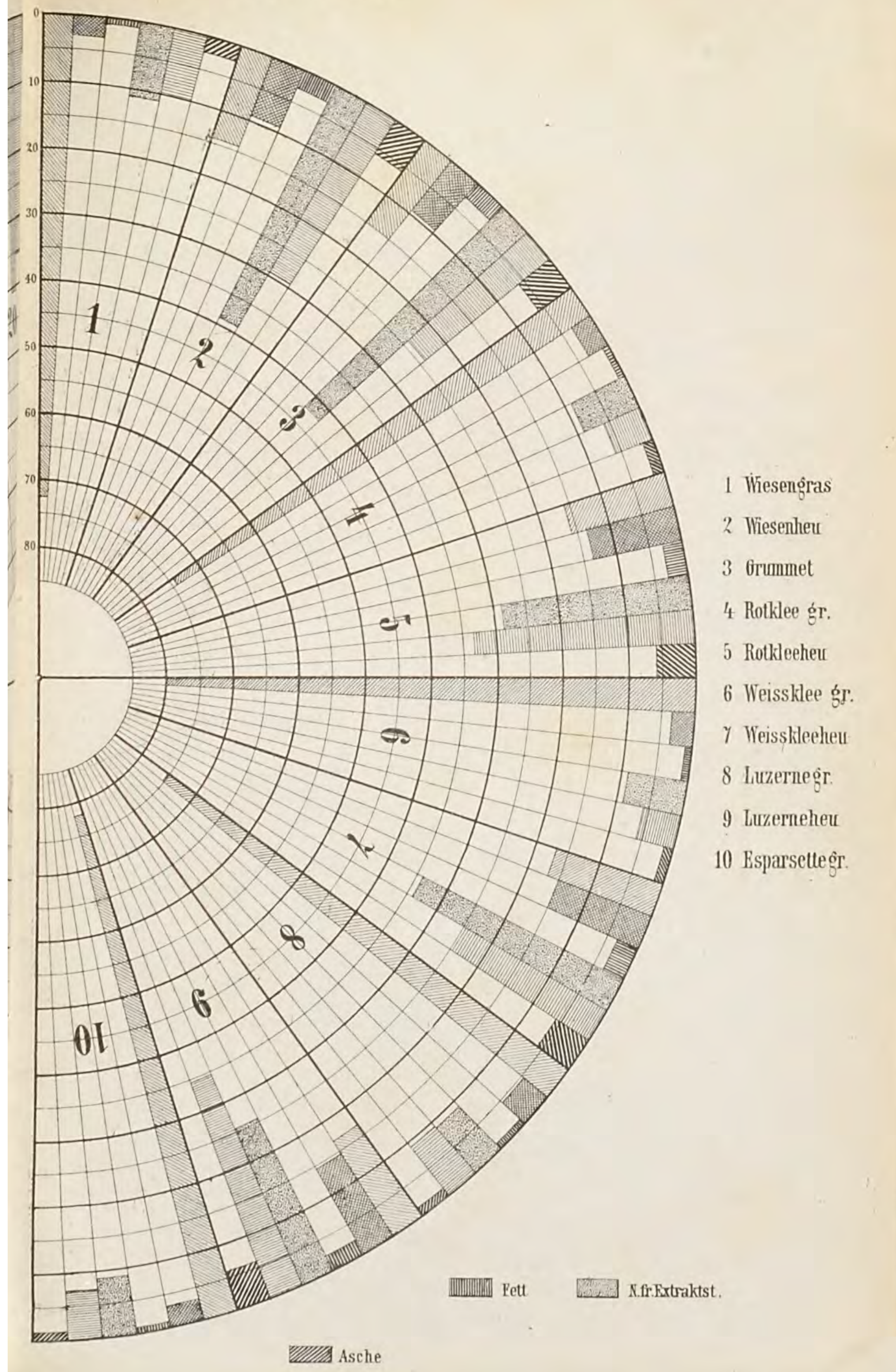


1 Lupine
2 Ölfr. Leinmehl
3 Rapskuchen
4 Pferdebohnen
5 Malzkeime
6 Erbsen
7 Roggenkleie
8 Hafer
9 Mais
10 Gerste

Nährstoffbestand



holzfaserreicher Futtermittel.



Druck von Adolf Holzhausen in Wien
k. k. Universitäts-Buchdruckerei.