

Zeugung,
Fortpflanzung, Befruchtung
und
Vererbung.

Studie

von

Dr. Samuel Hartmann.

**Docent für Züchtungskunde an dem Königl. Landwirthschaftlichen Lehr-Institute
und der Königl. Thierarzneischule zu Berlin.**



BERLIN.

Verlag von Wiegandt & Hempel.

1872.

VORREDE.

Bei der Bearbeitung meiner Vorlesungen über Züchtungskunde, welche ich am hiesigen Königl. Landwirthschaftlichen Lehrinstitute und an der Königl. Thierarzneischule zu halten habe, machte sich mir sehr bald der Mangel genauer Definitionen für die Begriffe „Zeugung“, „Fortpflanzung“, „Befruchtung“ und „Vererbung“ fühlbar. Ich suchte, zunächst in meinem Interesse und dem meiner Zuhörer, diese Lücken auszufüllen und übergebe nun in der vorliegenden kleinen Arbeit das Resultat meiner Bemühungen der Oeffentlichkeit mit der Bitte um nachsichtige Beurtheilung.

In Bezug auf die Befruchtung und die von mir versuchsweise aufgestellte Befruchtungs-Theorie habe ich zu bemerken, dass die Idee zu einer derartigen Auffassung dieses Gegenstandes dem Studium der Virchow'schen Schriften entsprungen ist. Den Hauptanstoß zu der, versuchsweise aufgestellten, Befruchtungs-Theorie gab folgender Ausspruch Virchow's in seiner Cellular-Pathologie: „Wie die Spermatozoiden die Eizelle zu ihrer plastischen Thätigkeit reizen, so sind es andere Stoffe katalytischer Art, welche andere Zellen zu oft ebenso wunderbaren Leistungen anregen.“ Ich stütze mich mit Freude auf die gewaltige Autorität Virchow's, denn ich habe die Ueberzeugung, dass sie mich, den Anfänger auf dem literarischen Gebiete, der richtigen Auffassung zugeführt hat.

Berlin, den 14. August 1872. •

Dr. Samuel Hartmann.

Inhalts - Verzeichniss.

	Seite
I. Die Lebensthätigkeiten des thierischen Organismus	7
II. Zeugung und Fortpflanzung	22
III. Die Theorie der Befruchtung.	54
IV. Der Unterschied zwischen Zeugung und Fortpflanzung	58
V. Vererbung	61

I. Die Lebensthätigkeiten des thierischen Organismus.

Das thierische Leben äussert sich in der Thätigkeit.

Zu dieser Thätigkeit liefern die, zu gemeinschaftlichem Wirken aufs Innigste mit einander verbundenen, einzelnen Theile des Körpers je nach ihren Einrichtungen eigenthümliche Beiträge und so ist das Leben als der gemeinsame Ausdruck vieler Einzelthätigkeiten zu betrachten.

Die Lebensthätigkeit geht, wie Virchow in seiner Cellularpathologie*) auseinandersetzt, an keinem Theile durch eine ihm von Anfang an zukommende und ganz in ihm abgeschlossene Ursache vor sich, sondern es ist für die Entfaltung einer jeden Lebensthätigkeit immer eine Erregung, ein Reiz, nothwendig.

Wenn ein Muskel sich zusammenzieht, so finden neben chemischen Veränderungen, durch welche gewisse Bestandtheile des Muskels umgesetzt werden (Spaltung des Inogen's), auch Umlagerungen der kleinsten Theilchen des Muskels Statt, so dass das Innere eines contrahirten oder thätigen Muskels anders ist, als das eines ruhenden.

Die Ursache für diese Thätigkeit, welche ebensowohl chemische wie physikalische Veränderungen zur Folge hat, ist nicht im Muskel selbst zu suchen, sondern es erfolgt die Anregung

*) Virchow, die Cellularpathologie in ihrer Begründung auf physiologische und pathologische Gewebelehre. Berlin 1871. Fünfzehntes Capitel.

zur Thätigkeit von Aussen her. Wenn der Reiz, welcher den Muskel trifft, gross genug ist, um die kleinsten Theile desselben in ihrer Ruhe zu stören, so muss er sich zusammenziehen, er mag wollen oder nicht.

Dieses Gesetz der Causalität hat sowohl in der organischen als auch in der anorganischen Welt Gültigkeit. Es giebt keine Wirkung ohne Ursache und jede Ursache hat die Wirkung nothwendiger Weise zur Folge. Verschiedene Ursachen bringen verschiedene Wirkungen hervor, während gleiche Wirkungen auf gleiche Ursachen zurückgeführt werden müssen, und die Wirkung wird wieder die Ursache einer neuen Wirkung.

Es geschieht also in der belebten und leblosen Welt Nichts ohne Ursache und die Ursache, welche sowohl im physiologischen Leben als auch im pathologischen die verschiedenen Körpertheile zur Entfaltung der Lebensthätigkeit zwingt, ist der Reiz.

Der Reiz ist nicht als etwas Dynamisches, Immaterielles zu betrachten, sondern stets ist er etwas Körperliches, Substanzielles, und er kann nur wirken, wenn er mit den betreffenden Körpertheilen in materielle Berührung kommt.

Doch noch eine zweite Bedingung muss erfüllt sein, wenn der Reiz in Wirksamkeit treten soll, und das ist: der Körpertheil, auf welchen der Reiz einwirkt, muss reizbar sein. Reizbar sind aber nur lebende Körpertheile, nur diese sind fähig, auf Reize, welche auf sie einwirken, zu reagiren. Todte Theile sind nicht reizbar.

Die Reizbarkeit, Irritabilität genannt, der einzelnen Theile ist daher das Kriterium, nach welchem wir beurtheilen, ob der Theil lebt oder ob er nicht lebt. (Virchow.)

Es ist selten möglich, der äusseren Erscheinung der Theile, ihrer gröberen Einrichtung nach, über welche wir uns auf mikroskopischem oder makroskopischem Wege Aufschluss verschaffen können, zu entscheiden, ob der Theil lebt oder nicht.

So sind wir nicht im Stande, anatomisch festzustellen, ob ein Muskel lebt oder ob er abgestorben ist, weil die Muskelstructur an, schon seit vielen Jahren abgestorbenen, Theilen noch vollkommen erhalten gefunden wird.

Virchow fand in einem Kinde, welches bei einer Extrauterin-schwangerschaft 30 Jahre lang im Leibe seiner Mutter gelegen hatte, die Structur der Muskeln so unverändert, als ob das Kind eben erst ausgetragen gewesen wäre. Ferner theilt er mit, dass Czermak in Mumien, welche er untersuchte, eine Reihe von Geweben gefunden hat, die so vollständig erhalten waren, dass man hätte glauben können, sie wären einem lebenden Körper entnommen. Die äussere Erscheinung der Theile zeigt also nicht immer, ob dieselben abgestorben sind oder nicht. Der Begriff des Abgestorbenen, Todten beruht darauf, dass man trotz der Erhaltung der Form die Irritabilität nicht mehr findet. (Virchow.)

Diese Verhältnisse kann man auch durch Experimente an frischen Körpertheilen zur klaren Anschauung bringen. Wenn man einem lebenden Thiere, z. B. einem Kaninchen, das Herz herauschneidet, so liegt dieses, das Herz, scheinbar leblos vor uns. Wenn man es aber mit Nadelstichen reizt, so beginnt es wieder seine rhythmischen Bewegungen und dies dauert so lange, wie der Reiz des Nadelstiches stark genug ist, um den Herzmuskel zur Thätigkeit zu zwingen. Bleibt der Nadelstich endlich wirkungslos, so gelingt es noch, das Herz durch Behandlung mit dem Inductionsstrom zur Contraction zu bringen, und erst dann, wenn dieses Mittel auch wirkungslos bleibt, hat man das Herz als todt, als abgestorben zu betrachten. Nicht die äussere Beschaffenheit des Theiles, sondern die Irritabilität ist es also, nach welcher wir beurtheilen, ob der Theil todt ist, oder ob er lebt.

Einen sehr wichtigen Beitrag zu dieser Frage hat du Bois-Reymond geliefert. Er hat ermittelt, dass auch der ruhende Nerv in Thätigkeit ist, dass auch in ruhenden Nerven fortwährend electriche Vorgänge stattfinden, welche ihre Wirkung auf die Magnetnadel ausüben. Erst dann, wenn diese electriche Vorgänge aufhören, ist der Tod des Nerven eingetreten und so ist man hier im Stande, durch das physikalische Experiment zu einem Urtheile zu gelangen, welches mit Hilfe des Mikroskopes nicht abgegeben werden könnte.

Die Irritabilität, welche man an manchen Theilen in ausgesprochenster Weise findet, ist um so weniger bemerkbar, je nie-

driger der Theil organisirt ist. Namentlich ist es sehr schwierig, an denjenigen Geweben, welche zur Gruppe der Bindesubstanzen gehören, festzustellen, ob sie Leben besitzen oder nicht. Nach Virchow ist die Intercellulärsubstanz nirgend reizbar, wohl aber reagiren die Zellen auf electrische Reize, und hieraus erklärt sich die geringe Irritabilität der Gewebe der Bindesubstanz, denn diese sind sehr reich an Intercellulärsubstanz.

Nachdem wir nun kennen gelernt haben, dass die Irritabilität lediglich eine Eigenschaft lebender Körpertheile und eine nothwendige Vorbedingung für die Entfaltung einer jeden Lebensthätigkeit ist, haben wir uns über die Wirkungsweise des Reizes zu verständigen.

Der Reiz, *substantia irritans* genannt, wirkt auf den reizbaren Theil, auf die *substantia irritabilis*, ein und das nächste Resultat dieser Einwirkung ist ein Zustand, dem Virchow den Namen *irritamentum* gegeben hat.

Der Zustand ist stets als eine einheitliche, fertige, passive Veränderung anzusehen.

Auf den Zustand folgt die Reizung, *irritatio*, eine active Leistung, die sich in verschiedener Weise äussern kann und deren Verlauf man einen Vorgang oder Prozess nennt.

Ein Beispiel soll diese Verhältnisse veranschaulichen: Wir nehmen an, es werde eine Schleimhaut von einem kalten Luftstrom getroffen. Der Luftstrom ist *substantia irritans*, die Schleimhaut ist *substantia irritabilis*. Es wirkt nun der kalte Luftstrom auf die Schleimhaut ein und reizt sie, indem er ihr Wärme entzieht. Dadurch wird an der Schleimhaut ein Zustand, *irritamentum*, hervorgerufen, welcher den Namen *Erkältung*, trägt. Auf den Zustand folgt die Reizung, *irritatio*, welche in einem Prozesse abläuft, den wir *Katarrh* nennen.

Aus diesem Beispiele ist zu ersehen, in welcher Weise ein pathologischer Prozess, eine active Leistung des pathologischen Lebens, zu Stande kommt. Und was für das pathologische Leben gilt, das gilt auch für das physiologische, und wir haben die gesammten Lebensthätigkeiten als Prozesse zu betrachten, welche durch einen Reiz hervorgerufene und in bestimmter Weise zum

Ausdrucke und zum Verlaufe gelangende Reizungen genannt werden können.

Was nun die Lebensthätigkeiten des thierischen Organismus anbetrifft, welche im physiologischen und pathologischen Leben bestehen, so sind dieselben wesentlich dreierlei Art:

1. Die **Formation** oder **Bildung** neuer Theile.
2. Die **Nutrition** oder die **Erhaltung** der Theile.
3. Die **Function** oder die **Verrichtung** der Theile.

Demgemäss lassen sich die Lebensthätigkeiten des physiologischen und pathologischen Lebens in drei Gruppen von Prozessen trennen, und das sind: formative, nutritive und functionelle Prozesse oder Vorgänge.

Die Grenzen zwischen diesen verschiedenen Prozessen lassen sich nicht überall scharf ziehen, aber in dem eigentlichen Acte unterscheiden sie sich wesentlich, und die inneren Veränderungen, welche der einzelne erregte Theil erleidet, sind, je nachdem er nur fungirt, oder sich ernährt, oder der Sitz besonderer Bildungsvorgänge wird, erheblich verschieden. (Virchow.)

Eine jede dieser Lebensthätigkeiten muss durch einen Reiz hervorgerufen werden. Wir unterscheiden deshalb — so wie wir die Lebensprozesse in drei verschiedene Arten eintheilen — auch drei Arten des Reizes. Hierbei wird jedoch von der Art des Prozesses auf den Reiz zurückgeschlossen, nicht aber wird jeder Prozess als durch einen besonderen Reiz hervorgerufen angesehen.

Wir unterscheiden demgemäss:

1. Den **formativen Reiz**.
 2. Den **nutritiven Reiz**.
 3. Den **functionellen Reiz**.
-

Als Ausgangspunkt für die nun folgenden Betrachtungen über die verschiedenen Lebensthätigkeiten soll die Zelle dienen,

denn nur auf diese Weise ist es möglich, eine klare Darstellung zu geben. Da die Zelle, als erste anatomische und physiologische Einheit des thierischen Körpers, ein überaus wichtiges Formelement desselben ist, so muss ich sie, wenigstens den Hauptsachen nach, einer Besprechung unterziehen, um so mehr, als ich noch oft genöthigt sein werde, mich auf die Zelle zu beziehen.

Die Zelle.

Die Zelle ist in ihrer Grundform ein mikroskopisch kleiner, ursprünglich kugelig geformter Körper. Abweichungen von dieser Grundform kommen in grosser Mannigfaltigkeit vor und man bezeichnet, je nach der Abweichung, die Zellen mit verschiedenen Namen: cylindrisch, spindelförmig, sternförmig etc.

Man unterscheidet an der Zelle die Membran und den Inhalt, welcher einen besonderen rundlichen Körper, den Zellenkern umschliesst, der wieder Flüssigkeit enthält und in derselben ein kleines Körperchen, das Kernkörperchen, führt.

Die Membran ist ein Bestandtheil der meisten völlig ausgebildeten Zellen. Die jugendlichen, sich neu bildenden Zellen, wie sie in ganz jungen Embryonen der Thiere als alleinige Elemente auftreten, besitzen keine Hüllen.*) Im weiteren Verlaufe der Entwicklung aber wandeln sie sich zum Theil in membranhaltige Zellen um, zum Theil verbleiben sie, wie z. B. die Zellen im Knochen und Zahnbein, membranlos.

Es lässt sich annehmen, dass die Hülle der membranhaltigen Zellen erst durch eine Erhärtung und Verdichtung der Peripherie des Zellenkörpers — des Protoplasma — entsteht und da die Membranen je nach ihrem Alter sich chemisch verschieden verhalten, so scheint die erhärtende resp. die erhärtete Schicht allmälige Veränderungen ihrer chemischen Constitution zu erfahren.

Auf den ersten Stufen ihrer Ausbildung bestehen die Membranen aus einem, in verdünnten Alkalien löslichen, Eiweisskörper; ältere Membranen sind schwerer löslich und haben viel

*) Kölliker, Handbuch der Gewebelehre des Menschen, Leipzig 1867. Seite 13.

Aehnlichkeit mit der elastischen Substanz, gehen aber nie in dieselbe über.*)

Die Stärke der Membran ist sehr verschieden. In manchen Fällen ist die Erhärtung der Peripherie des Zellenkörpers eine sehr geringe und dann ist die Membran sehr zart; in anderen Fällen nimmt die Erhärtung mehr oder weniger starke Dimensionen an und dann ist die Membran von grösserer oder geringerer messbarer Dicke und markirt sich als breiterer oder schmalerer heller Ring.

Die Structur der Membran ist bis jetzt noch nicht mit voller Sicherheit festgestellt. Früher hielt man sie für durchaus structurlos; seit aber in dem hellen Grenzsaume der, die Innenfläche des Darmes der Säugethiere auskleidenden, Zellen die sogenannten Porenkanäle gefunden worden sind, hält man es für wahrscheinlich, dass auch die Zellmembranen Poren besitzen.

Da die Zellmembran an allen Zellen nicht nachgewiesen werden kann, so scheint dieselbe kein nothwendig integrireder Theil der Zelle zu sein.

Der Inhalt einer jugendlichen Zelle besteht im Wesentlichen aus einer gleichartigen, zähflüssigen Substanz, dem Protoplasma, in welches kleine Körnchen eingestreut sind. Das Protoplasma ist ein höchst veränderlicher Eiweisskörper, der noch wenig untersucht ist. Im Wasser quillt das Protoplasma auf, ohne sich zu lösen. Die in dasselbe eingestreuten Körnchen bestehen theils aus geronnenen Eiweisskörpern, theils aus Neutralfetten.

In den reifen oder alternden Zellen unterliegt das Protoplasma den verschiedensten Veränderungen, so dass an die Stelle desselben ganz andere Substanzen treten. In manchen Zellen scheint es sich in seiner ursprünglichen Beschaffenheit zu erhalten, so in den Zellen der tieferen Schichten der Epidermis, in manchen einfachen Epithelialzellen etc. In anderen Fällen entstehen durch Umwandlung des Protoplasma verschiedene Modificationen der Eiweisskörper, so die contractilen Elemente der Muskeln etc., oder es entstehen verschiedene Zellenflüssigkeiten, so die schleim-

*) Kölliker, Gewebelehre, Seite 13. Frey, Handbuch der Histologie und Histochemie des Menschen, Leipzig 1867. Seite 86.

haltige Flüssigkeit gewisser Drüsen, das Fett in den Talgdrüsen etc., oder aber das Protoplasma wandelt sich in feste Stoffe um, wie z. B. in den Epidermisschuppen, den Nagelzellen etc. In jugendlichen Zellen ist das Protoplasma aber immer in unveränderter Form vorhanden und ein sehr wesentlicher Theil derselben.

Von ganz besonderem Interesse ist die Contractilität des Protoplasma, welche sich in Bewegungserscheinungen der ganzen Zellen äussert. Da dieselben in der Jugend entweder nur eine sehr dünne oder gar keine Membran besitzen, so können die Bewegungen des Protoplasma klar zu Tage treten. Bewegungserscheinungen der Zellen kommen in einer solchen Ausdehnung vor, dass man glaubt, annehmen zu dürfen, das Bewegungsvermögen sei eine Eigenschaft jeder jugendlichen Zelle. An den Lymphkörperchen, den Schleim- und Eiterkörperchen lassen sich die Bewegungen sehr gut beobachten. Sie bestehen in sehr langsam erfolgenden Formveränderungen, in Ausschicken von Fortsätzen und in einer ganz allmäligen, gleichsam fließenden Fortbewegung. Man nennt die Bewegungen dieser Zellen amöboide, weil sie mit den Gestaltveränderungen etc. der Amöbe grosse Aehnlichkeit haben. Auch an dem unbefruchteten Säugethier-Ei sind selbstständige Bewegungen beobachtet worden*).

Die Ursachen der Protoplasmaabewegung sind noch unbekannt, aber ohne Zweifel existiren Reize für dieselbe. Die Beobachtung Kühne's, dass das Protoplasma zu seiner Thätigkeit des Sauerstoffs bedarf und dieselbe in Wasserstoffgas und Kohlensäuregas einstellt, dürfte einigen Anhalt bieten; ebenso ist es von Bedeutung, dass die Protoplasmaabewegung nur zwischen gewissen Temperaturgrenzen möglich ist und beeinflusst wird durch mechanische Einwirkungen, Schwankungen der Temperatur, durch Lichtbestrahlung und Electricität (Wundt.)

Der Kern findet sich in allen jugendlichen Zellen von Embryonen und Erwachsenen**). Er ist stets ein Bläschen, welches eine, gewöhnlich wasserhelle, Flüssigkeit, die aus gelösten Eiweisskörpern zu bestehen scheint, umschliesst. Von dieser Grundform weicht er in späterer Zeit mitunter ab und nimmt

*) Wundt, Lehrbuch der Physiologie des Menschen, Erlangen 1868, Seite 96.

***) Kölliker, Gewebelehre, Seite 18.

verschiedene Gestalten an, doch, sind die Formveränderungen, welchen er unterliegt, nie so mannigfach, wie die der ganzen Zelle. Der Kern weicht aber in späterer Zeit nicht nur von seiner Grundform ab, sondern er geht auch in gewissen Fällen ganz verloren. So enthalten die farbigen Blutkörperchen oder Blutzellen des entwickelten Säugethieres keine Kerne; ebenso fehlen sie in den Zellen der oberen Schichten der Epidermis. In beiden Fällen sind die Kerne aber in einer früheren Zeit, resp. während der Embryonalperiode vorhanden, sie verschwinden jedoch später. Andererseits giebt es wieder Zellen, welche zwei und mehr Kerne enthalten, z. B. die Leberzellen.

Der Kern ist für die Zelle von grosser Bedeutung, denn die Erscheinungen bei der Zellenvermehrung beginnen immer mit Veränderungen des Kernes. Bei der Zellenvermehrung durch Theilung, und nur auf diese Weise findet die Vermehrung statt, theilt sich immer erst der Kern und dann die Zelle und zwar theilt sich die Zelle stets in so viele Theile, wie neue Kerne vorhanden sind. Das im Kern enthaltene Kernkörperchen, welches sogleich besprochen werden wird, verhält sich ebenso zum Kerne, wie der Kern zur Zelle. Bevor sich nämlich der Kern theilt, theilt sich das Kernkörperchen und es entstehen so viel neue Kerne, wie sich neue Kernkörperchen gebildet haben.

Was bei der Zellenvermehrung den Einfluss des Kernkörperchens auf den Kern und den des Kernes auf die Zelle anbetrifft, so wirken, nach Kölliker's Ansicht, die Kerne als Anziehungspunkte auf die Massen der Zellen und die Kernkörperchen, wo sie vorhanden sind, in gleicher Weise auf die Masse der Kerne. Unter diesen Anziehungen sind nicht Massenanziehungen, sondern nur molekuläre Wirkungen, wie sie durch chemische und physikalische Kräfte zu Stande kommen, zu verstehen. Ferner glaubt Kölliker der Contractilität des Protoplasma einen Einfluss auf die Zellentheilung zuschreiben zu dürfen und meint, dass auch bei der Theilung des Kernes Zusammenziehungen des Kerninhaltes eine Rolle spielen. Er weist darauf hin, dass die in hohem Grade beweglichen Samenfäden nichts als verlängerte Kerne seien und dass bei den Samenkörperchen der Nemetoden selbst der Inhalt noch wenig veränderter Kerne bewegungsfähig zu sein scheine.

In Zellen, in welchen sich der Kern vor der Theilung der Zelle auflöst — Eizelle, Pflanzenzelle, — scheint er auf die chemische und physikalische Constitution des Protoplasma einzuwirken. Das Protoplasma nimmt in der Regel eine dichtere und feinkörnigere Beschaffenheit an und zieht sich oft von der Membran zurück. Sind die neuen Kerne entstanden, so nimmt das Protoplasma seine frühere Beschaffenheit wieder an*).

Die Kernkörperchen sind scharf contourirte, runde Gebilde, welche viel Aehnlichkeit mit Fettkörnchen haben. Sie liegen in dem Inhalte des Kernes und scheinen ebenfalls Bläschen zu sein. Die Kernkörperchen sind für die Zelle nicht von der Wichtigkeit wie der Kern. Sie finden sich in den Kernen der meisten Zellen und erhalten sich in der Regel, so lange die Zelle besteht. Es giebt eine Reihe von Zellen, welche kein Kernkörperchen aufzuweisen haben. Entweder sind dieselben dann gar nicht vorhanden, oder sie lassen sich in dem Kerninhalte nicht erkennen. Gewöhnlich enthält jeder Kern Ein Kernkörperchen, häufig finden sich zwei, selten drei und mehr.

Was nun die Lebensthätigkeiten der Zellen anbetrifft, so bestehen dieselben in der Vermehrung (Formation), in der Selbsterhaltung und dem Grössenwachsthum (Nutrition und nutritives Wachsthum) und in der Production gewisser Leistungen zum Zwecke anderer Zellen. (Function).

Wir sehen, dass die Zelle zu denselben Lebensthätigkeiten befähigt ist, welche wir vorher, als dem thierischen Organismus zukommend, kennen gelernt haben.

Die Zelle ist ein vollkommener physiologischer Apparat, ein Elementar-Organismus, wie Brücke sich ausdrückt, die letzte anatomische und physiologische Einheit des ganzen thierischen Körpers.

Die Zellen sind im thierischen Körper in ganz bestimmter Weise geordnet und arbeiten alle zu gemeinsamen Zwecken. Der thierische Organismus ist ein Multiplum, ein Aggregat der letzten Einheiten, der Zellen, und die Thätigkeiten desselben sind das Resultat der Einzelthätigkeiten der ihn zusammensetzenden Elementarorganismen.

*) Wundt, Physiologie, Seite 105.

Das Leben ist die Thätigkeit der Zelle, seine Besonderheit ist die Besonderheit der Zelle (Virchow).

Die Formation.

Die Formation ist ein Prozess, durch welchen neue Zellen aus vorhandenen alten gebildet werden.

Der formative Prozess ist ein wahrer Bildungsprozess; es entstehen durch ihn wirklich neue Sonderexistenzen, neue Theile, und er kann deshalb mit Recht ein generativer Prozess genannt werden. Er geht im Wesentlichen an allen Zellen in derselben Weise vor sich, doch unterscheidet man, je nachdem die Zellen eine Kapsel oder Membran haben oder nicht, die einfache Theilung der Zelle und die endogene Zellentheilung.

Bei der Vermehrung der Zellen durch Theilung, wie man sie z. B. an den rothen Blutzellen der Embryonen von Säugthieren beobachten kann, bilden sich aus dem ursprünglich einfachen Kerne zwei Kerne; die Zelle selbst schnürt sich in der Mitte ein, die, durch die Einschnürung gebildeten, beiden Hälften ziehen sich um die auseinandergerückten Kerne zusammen und schliesslich zerfällt die alte Zelle in zwei neue, von denen jede ihren Kern enthält.

Bei der endogenen Zellen - Theilung verdoppelt sich zunächst das Kernkörperchen; dann zeigt der Kern eine Querfurche, er theilt sich in zwei Hälften, welche auseinandertreten und nun eine Einschnürung des Zellenkörpers einleiten. Diese greift tiefer und tiefer, so dass endlich in der sich ganz passiv verhaltenden Kapsel oder Membran zwei getrennte Zellen sich befinden. Man nennt dieselben Tochterzellen, während die ursprüngliche Zelle Mutterzelle genannt wird.

Zur endogenen Zellentheilung gehört vor Allem die Furchung der thierischen Eizelle und dann die Vermehrung der Knorpelzellen.

Nach Kölliker soll die Zellenvermehrung einzig und allein vom Protoplasma ausgehen.

Was die formativen Reize anbetrifft, so sind dieselben

mechanischer, chemischer oder physikalischer Natur. Virchow hat nachgewiesen, dass am erwachsenen Körper ein einfach mechanischer oder chemischer Reiz ausreicht, um eine Vermehrung der bestehenden Elemente zu veranlassen. Wenn man durch einen Theil des Körpers einen Faden zieht, so tritt eine Schwellung an der betreffenden Stelle ein; diese Schwellung beruht nicht allein auf der Vergrößerung der bestehenden Elemente (vergl. die Nutrition), sondern es findet auch eine wirkliche Zellenvermehrung Statt. Im Umfange eines Fadens, welcher durch die Haut gezogen ist, zeigen sich gewöhnlich schon am zweiten Tage junge Elemente. Dieselben Veränderungen können durch einen chemischen Reiz hervorgebracht werden.*)

Im wachsenden Körper ist der formative Prozess das Resultat eines, von der Befruchtung her fortdauernden, unbekanntem Reizes, welchen Virchow den „Wachsthumsreiz“ nennt.

Die Nutrition.

Die Nutrition ist ein Prozess, welcher zur Erhaltung der Zelle nothwendig ist und aufs Innigste mit dem Wachstum derselben zusammenhängt.

Der nutritive Prozess besteht in der Stoffaufnahme, Stoffumwandlung und der Stoffabgabe, Vorgänge, welche wir unter dem Namen Stoffwechsel zusammenfassen.

Der Stoffwechsel ist nicht als ein einfacher osmotischer Vorgang zu betrachten. Er ist eine vitale Leistung der Zelle und wird durch die Wirksamkeit der verschiedensten Factoren herbeigeführt.

Was zunächst die Stoffaufnahme anbetrifft, so sind dabei vor Allem chemische Vorgänge im Innern der Zelle und Imbibitionserscheinungen von Wichtigkeit. Kölliker geht bei seinen Betrachtungen über die Stoffaufnahme von den Blutzellen der Froschlarven aus und theilt folgende Beobachtungen mit: Die Blutzellen der Froschlarven sind Anfangs den übrigen embry-

*) Virchow, Cellularpathologie. Seite 390.

nen Zellen gleich und ganz mit Dotterkörnern angefüllt. Bald erleiden sie aber im Innern mächtige Stoffumwandlungen, welche zur Folge haben, dass die Dotterkörner nach und nach einschmelzen, während zugleich der rothe Farbstoff sich in ihnen entwickelt. Mit dieser Aenderung der chemischen Zusammensetzung des Zellinhaltes müssen nun auch die Beziehungen der Zellen zu der sie umgebenden Flüssigkeit andere werden und es ist nicht zu bezweifeln, dass mit der genannten Aenderung Stoffe aus dem Plasma in die Zelle eindringen, dass aber auch umgekehrt Theile des Zellinhaltes heraustreten.

Diese Verhältnisse sind auf Endosmose nicht zu beziehen. Die Blutzellen verhalten sich gegen verschiedene Salzlösungen nicht so, wie es nach den bekannten Erfahrungen über das endosmotische Aequivalent dieser Salze zu erwarten wäre. So wenig als der Inhalt einer einzelligen Pflanze oder der Zellen einer Spongie oder eines anderen, im Wasser lebenden Thieres sich mit dem süßen oder salzigen Wasser ins Gleichgewicht setzt, so gut wie der die Muskelfasern tränkende Muskelsaft dem ernährenden Blutplasma gegenüber seine Eigenthümlichkeit bewahrt, so findet man auch in gleicher Weise bei den Blutzellen und im Allgemeinen bei allen Zellen, dass sie die besondere Eigenthümlichkeit, welche sie erlangt haben, mit grosser Zähigkeit bewahren. Der Grund hiervon liegt wohl zum Theil darin, dass die Zellen die in sie eindringenden Substanzen immerwährend umwandeln, wodurch der Imbibitionsstrom fortwährend rege erhalten und die besondere Zusammensetzung der Zellen bewahrt wird, zum Theil möchte es wahrscheinlich sein, dass ausserdem noch ganz dunkle Anziehungen und Abstossungen bei diesen Vorgängen mitwirken, welche einerseits die Bestandtheile der Zellen zusammenhalten und den Eintritt von gewissen Substanzen in sie verhindern, andererseits aber auch das Aus- und Eindringen von solchen begünstigen.

Neben den chemischen Vorgängen im Innern der Zellen und den Imbibitionserscheinungen ist in sehr vielen Fällen der Blutdruck ein Hauptregler für den Eintritt von Stoffen. Auch die Endosmose kann dabei ins Spiel kommen, wie bei der Darm-schleimhaut (Kölliker). Ferner entwickeln die Zellen selbst besondere Druckerscheinungen; Ludwig hat nachgewiesen, dass der

Druck des aus den Speicheldrüsen ausströmenden Speichels grösser ist, als der Druck des zuströmenden Blutes; dieser Druck geht, nach Virchow, von der specifischen Energie der Zellen aus. Endlich wirkt auch die Verdunstung auf die Stoffaufnahme ein, wie z. B. bei den Epidermiszellen (Kölliker).

So tritt eine grosse Anzahl äusserer und innerer Wirkungen zusammen, wodurch die Stoffaufnahme zu einem ausserordentlich verwickelten Lebensvorgange gemacht wird.

Die Stoffumwandlung läuft hauptsächlich am Protoplasma ab, welches der vorzugsweise lebende Theil der Zellen ist, indem die Bildung von Stoffen in den Zellen von diesem aus geschieht und die Ernährung derselben stets auf Bildung von Protoplasma hinausläuft. Auch die übrigen Bestandtheile der Zellen, so namentlich der Zellkern, spielen eine gewisse Rolle bei der Stoffumwandlung. Ausserdem steht dieselbe auch unter dem Nerveneinflusse (Kölliker).

Die Stoffabgabe besteht darin, dass nach der Stoffaufnahme und Stoffumwandlung Stoffe frei werden, welche entweder weiter verwendet oder einfach aus dem Körper entfernt werden. Dabei gehen die Zellen entweder zu Grunde, wie bei der Milch- und Hauttalgbildung, oder sie bleiben erhalten, wie bei der Gallenabsonderung.*)

Was das Wachsthum der Zellen, welches mit der Ernährung derselben in innigster Verbindung steht, anbetrifft, so kommt es bei allen Zellen vor und kann zu enormen Vergrösserungen führen. Es macht sich sowohl am Zellinhalte als auch an den Zellhüllen bemerkbar, bei ersterem durch einfache Zunahme, bei letzteren in der Art, dass sich dieselben entweder ausdehnen oder sich verdicken oder beide Vorgänge verbunden zeigen (Kölliker.)

Von den nutritiven Reizen ist zunächst das Blut zu nennen. Das Blut, die Ernährungsflüssigkeit des ganzen Körpers, regt, vermöge seiner besonderen Beschaffenheit, die Zellen oder Körpertheile zur Ernährung und in zweiter Linie zum Wachsthum an. Das Blut wirkt in ähnlicher Weise als Reiz auf die Zellen, resp. die Theile des Körpers, wie die Excretstoffe auf

*) Kölliker, Gewebelehre, Seite 38.

die Excretionsorgane. Je mehr Blut mit den Zellen oder Körpertheilen in Berührung kommt, um so besser werden sie sich ernähren, doch müssen die Theile auch für die nutritiven Reize empfänglich sein; die bessere Ernährung und mit ihr das Wachstum derselben steigt, unter sonst gleichen Bedingungen, mit der Zunahme ihrer nutritiven Reizbarkeit.

Ferner können gewisse, dem Blute beigemischte Substanzen, z. B. der Kalk, einen nutritiven Reiz ausüben, und die Zellen zu einer besseren Ernährung zwingen. Thiere welche Kalk erhalten, werden wohl beleibt, fallen aber wieder zusammen, sobald die Verabreichung von Kalk aufhört. Der Kalk ist hier ein künstliches Reizmittel; hört dieser künstliche Reiz auf, so macht sich ein Rückschritt in der Ernährung bemerkbar.

Einen gleichen Reiz veranlassen äussere, mechanisch wirkende Ursachen. Wenn man durch die Haut oder durch einen Knorpel einen Faden zieht, so dass nur ein einfacher traumatischer Reiz stattfindet, so kann man beobachten, wie alle Zellen, welche dem Faden anliegen, sich durch Aufnahme von mehr Material vergrössern. Ausserdem findet auch eine Zellenvermehrung Statt, wie bereits auseinandergesetzt worden ist. Die Reizung, welche der Faden hervorbringt, erstreckt sich nur bis auf eine gewisse Entfernung in den Knorpel hinein; die weiter abliegenden Zellen bleiben unberührt.*)

Die Function.

Die Function ist ein Prozess, welcher in der Arbeit einer Zelle, nicht zum Zwecke der arbeitenden Zelle, sondern zum Zwecke einer anderen Zelle besteht; oder anders ausgedrückt: Die Function ist ein Prozess, welcher in der Arbeit eines Theiles, nicht zum Zwecke des arbeitenden Theiles, sondern zum Zwecke eines anderen Theiles besteht.

Die Zellen der Leber secerniren nicht die Galle für ihre Zwecke, die Epithelien der Pepsindrüsen sondern das Pepsin

*) Virchow, Cellularpathologie, Seite 373.

nicht zu ihrer weiteren Verwendung ab, sondern Leber und Pepsindrüsen arbeiten für andere Organe und diese Arbeit ist Function.

Die functionellen Fähigkeiten der einzelnen Theile erfahren eine gewisse Störung durch längere Dauer der Verrichtung, die Theile ermüden. Um wieder in den leistungsfähigen Zustand zu kommen, bedürfen diese Theile nicht immer einer Aufnahme von Nahrungsstoff, sondern die blosse Ruhe reicht hin, um sie nach einer gewissen Zeit wieder zur Function zu befähigen.

Diese Wiederherstellung der Leistungsfähigkeit durch blosse Ruhe, die wahrscheinlich darauf beruht, dass die Moleküle, welche aus ihrer gewöhnlichen Lagerung herausgetreten sind, allmählig wieder in dieselbe zurückkehren, nennt Virchow: functionelle Restitution.

Es werden die Theile durch die Einwirkung der Nerven zur Function gezwungen, doch giebt es auch künstliche Reize, welche Theile wieder zur Function erregen.

So hat Virchow die Entdeckung gemacht, dass Flimmerzellen, welche, in Wasser gelegt, alle Bewegungen eingestellt hatten, wieder thätig wurden, wieder functionirten, nachdem dem Wasser eine kleine Quantität Kali oder Natron zugesetzt worden war.

II. Zeugung und Fortpflanzung.

Zeugung im Allgemeinen ist ein Vorgang, mit welchem die Entstehung einer jeden neuen Individualität beginnt. Der Zeugung folgt der Entwicklungsprozess, welcher unter gewöhnlichen (normalen) Verhältnissen mit der Production eines neuen Individuums abschliesst.

Nach den Anschauungen der heutigen Wissenschaft ist die Entstehung neuer Organismen stets an das Vorhandensein elterlicher geknüpft. Alle lebenden Wesen, von der massigen Erscheinung des grössten Säugethieres bis zu den kleinsten, nur

mikroskopisch wahrnehmbaren, Organismen herab, sie alle sollen hervorgegangen sein aus ähnlichen elterlichen Formen.

Omne vivum e vivo oder ex ovo ist der Satz, welcher heute an die Spitze jeder, die Entstehung organischer Gebilde betreffenden, Frage gestellt wird; nur durch vorhandene Organismen können neue hervorgebracht werden.

So lange aber die Kenntnisse von der Entstehung organischer Wesen noch unvollkommene waren, hielt man die Zeugung durch elterliche Organismus, die Elternzeugung, für eine beschränkte. Eine grosse Menge von Thieren und Pflanzen sollte spontan entstehen, sollte hervorgebracht werden durch eine Zeugung ohne Eltern, durch die sog. Urzeugung.

Diese Lehre, welche sich von Aristoteles her bis auf die jetzige Zeit erhalten hat, wird zwar von den bedeutendsten Autoritäten als eine unbegründete und unhaltbare Theorie beurtheilt, aber wir müssen [sie weiterhin doch einer Besprechung unterziehen, weil sie noch heute ihre entschiedenen Vertreter hat.

In einem ganz anderen Gewande erscheint uns jedoch die Lehre von der Urzeugung, wenn wir sie nicht auf noch gegenwärtig entstehende, sondern auf diejenigen Organismen beziehen, welche als die ersten auf der Erde auftraten. In diesem Falle können wir auf elterliche Organismen nicht zurückgehen, sondern sind genöthigt, eine spontane Entstehung anzunehmen.

Wir haben daher die Lehre von der Urzeugung in zwei Formen geschieden zu betrachten und fassen diese beiden Formen unter dem gemeinschaftlichen Namen der elternlosen Zeugung zusammen.

Die elternlose Zeugung.

Durch die elternlose Zeugung entstehen aus ungeformtem organischem oder unorganischem Material neue Individuen, unabhängig von bereits existirenden.

Die Zeugung denken wir uns hier durch die Einwirkung einer unbekanntens Ursache ausgeführt.

Wie bereits erwähnt wurde, scheidet wir die elternlose

Zeugung in zwei Formen. Diejenige Form, durch welche noch jetzt organische Individuen entstehen sollen, nennen wir die Urzeugung; die Form aber, durch welche die ersten lebenden Gebilde überhaupt hervorgebracht wurden, die Selbstzeugung.

Die Urzeugung.

Unter Urzeugung, *generatio spontanea* oder *aequivoca*, versteht man die Entstehung einfachster Organismen ohne Eltern, aus formlosem organischem Material, z. B. aus flüssigen, in Gährung oder Fäulniss begriffenen Substanzen. So liess man Infusorien und Pilze aus stehendem, mit faulenden, thierischen oder pflanzlichen, Stoffen verunreinigtem Wasser sich entwickeln; die Bildung der, in der Haut der Thiere lebenden, Parasiten sollte, durch eine gewisse, abnorme Beschaffenheit der Haut veranlasst werden; die Eingeweidewürmer sollten aus saburralem Schleim mit Hilfe der Urzeugung entstehen u. s. w.

Als man aber später an der Hand eingehenderer Forschung und unter Anwendung wesentlich verbesserter wissenschaftlicher Hilfsmittel die mannigfachsten Experimente zur Erledigung dieser Frage angestellt hatte und zu dem allgemeinen Resultate gelangt war, dass jeder lebende Organismus von einem elterlichen abstammen, dass jedem lebenden Organismus ein lebender vorangegangen sein müsse, ganz besonders, als die Entstehungsweise der Entozoen (Eingeweidewürmer) entdeckt wurde, verwarf man die Lehre von der Urzeugung ihrem ganzen Umfange nach und construirte den schon angeführten Satz: *Omne vivum e vivo* oder *ex ovo*.

So schlagend auch durch die glänzenden Resultate der bewunderungswürdigen und mühevollen Versuche, welche in neuester Zeit namentlich durch Pasteur angestellt wurden, die Lehre von der Urzeugung widerlegt worden ist, so hat dieselbe doch noch eine Anzahl von Anhängern, welche sich darauf berufen, dass durch die betreffenden Experimente die spontane Entstehung von Organismen in keinem Falle nicht bewiesen worden sei.

Allerdings ist der strenge Nachweis für einzelne Punkte noch

nicht geliefert, aber wir könnten trotzdem das Princip als gesichert ansehen, dass das Thier nur aus dem Thiere, die Pflanze nur aus der Pflanze entstehen kann, wollten wir nicht, mit Rücksicht darauf, dass der volle Gegenbeweis noch fehlt, den Anhängern der generatio spontanea diejenigen Concessionen machen, welche sie als Vertreter einer bestimmten Ansicht beanspruchen dürfen. In diesem Sinne geurtheilt, glauben wir uns dahin auszusprechen zu können, dass die Unhaltbarkeit der Lehre von der Urzeugung eine noch nicht ganz erledigte Frage ist.

Wenn wir nun auch das spontane Entstehen einfachster lebender Organismen aus formloser organischer Materie als sehr zweifelhaft hinstellen und nur aus ganz besonderen Rücksichten die Spontanität nicht unbedingt verwerfen, so kann jedoch darüber auch nicht der leiseste Zweifel herrschen, dass zur Entstehung der ersten Organismen, welche die Erde überhaupt getragen hat, eine generatio spontanea nothwendig gewesen sein muss.

Dabei ist in Erwägung zu ziehen, dass wir die Form der Urzeugung, welche die ersten Organismen hervorbrachte, als wesentlich verschieden anzusehen haben von der Form der Urzeugung, vermittelt welcher noch jetzt einfachste Organismen aus formlosem, organischem Material entstehen sollen. Haeckel*) nennt die Form der Urzeugung, welche überhaupt den ersten Beginn der Existenz organisirter Wesen auf der Erde einleitete: Selbstzeugung oder Autogonie.

Die Selbstzeugung oder Autogonie.

Hinweisend auf die weiter unten folgenden Erörterungen, halten wir die Autogonie deshalb für verschieden von der generatio spontanea, wie man dieselbe gewöhnlich sich vorstellt und wie sie oben besprochen wurde, weil durch erstere organische Gebilde nur hervorgebracht werden konnten aus anorganischem Material, während für letztere schon dagewesene organische Ge-

*) Haeckel, Generelle Morphologie der Organismen, Berlin 1866, Bd. I., Seite 179.

bilde vorausgesetzt werden, aus deren zerfallender Materie sich erst die einfachsten Organismen spontan bilden sollen.

Bei dem Versuche, die Entstehungsweise der ersten Organismen zu erklären, können wir deshalb die Lehre von der generatio spontanea in letzterer Fassung nicht in Anwendung bringen, sondern müssen uns lediglich auf die Selbstzeugung oder Autogenie beschränken.

Von der allgemein anerkannten, durch Kant und Laplace aufgestellten Theorie der Erdbildung ausgehend, nach welcher unsere Erde durch allmälige Abkühlung aus dem gasförmigen Zustande in den feurig-flüssigen und dann weiterhin in den festen soll übergeführt worden sein, dürfen wir, gemäss unseren Kenntnissen von den physikalischen und chemischen Eigenschaften der organischen Naturkörper, annehmen, dass die Erde eine gewisse Reihe von Phasen ihrer Entwicklung hat durchlaufen müssen, ehe organisirte Wesen auf ihr leben konnten. Die Existenz lebender Individuen auf der Erde kann, nach unseren heutigen Anschauungen, erst dann möglich geworden sein, als dieselbe so weit abgekühlt war, dass der Wasserdampf in der Atmosphäre condensirt wurde und in tropfbar-flüssiger Form niederfiel.

Die organischen Individualitäten, deren Erscheinen erst zu dieser Zeit angenommen werden kann, können nur entstanden sein aus demjenigen anorganischen Material, welches bereits vorhanden war, welches schon zu einer Zeit vorhanden war, zu welcher auf der Erde noch nichts Lebendes existiren konnte.

Die Chemie liefert uns den Nachweis, dass alle organischen Verbindungen, welche den thierischen und pflanzlichen Körper constituiren, aus anorganischen Elementen bestehen und bei hoher Temperatur Zersetzungen erfahren, welche wir unter dem Namen Verbrennung zusammenfassen. Die Endproducte des Verbrennungsprozesses organischer Körper sind anorganischer Natur; sie kehren in den nie rastenden Kreislauf des Stoffes zurück und dienen wiederum zur Constituirung des Körpers neuer organischer Gebilde.

Aus diesen Thatsachen dürfen wir schliessen, dass Organismen, wenn auch von einfachster Form, oder auch nur organische Verbindungen, wie wir sie in thierischen und pflanzlichen Körpern auftreten sehen, nicht früher auf der Erde vorhanden sein

konnten, als bis die Temperatur derselben so weit herunter gegangen war, dass eine Verbrennung organischer Gebilde nicht mehr stattfinden konnte.

Wir werden ferner zu den Schlüssen geführt, dass zur Bildung von Organismen nur anorganisches Material vorhanden gewesen und dass das erste organische Individuum nur aus der Vereinigung anorganischer Elemente zu organischen Verbindungen mittelst der Autogonie entstanden sein kann.

Fussend auf der Transmutationshypothese, nehmen wir an, dass sämtliche, jetzt vorhandene organische Naturkörper hervorgegangen sind aus Einer ursprünglichen Form oder aus einigen wenigen ursprünglichen Formen. Diese ursprünglichen Formen können entweder Zellen gewesen sein, oder haben den Werth einer Zelle nicht erreicht, indem sie sich nur als einfache Klümpchen von Protoplasma darstellten. Solche einfachste, homogene, nicht weiter zerlegbare Organismen, welche weder bestimmte thierische noch pflanzliche Charaktere zeigen, existiren noch heute und werden Cytoden, Zellenähnliche, genannt*).

Da diejenigen Organismen, welche eine Zelle repräsentiren, offenbar auf einer höheren Stufe stehen als die Cytoden, und wir von der Ansicht ausgehen, dass die Autogone — die durch Autogonie entstandenen Organismen — von allereinfachster Beschaffenheit gewesen sind, so glauben wir annehmen zu dürfen, dass die ersten organischen Individuen einfache Protoplasma-Klümpchen, Cytoden, waren, welche sich aus anorganischen Elementen hervorgebildet hatten.

Was die Erklärung der Art und Weise, in welcher diese Primär-Cytoden, wie wir die ersten einfachsten Organismen nennen wollen, aus anorganischem Material entstanden sein können und was die bei ihrer Entstehung wirkenden Ursachen, oder, mit anderen Worten, was die Erklärung der Art und Weise, in welcher die Autogonie wirkte, anbetrifft, so müssen wir vorweg gestehen, dass bei unserem heutigen Wissen ein solches Unternehmen absolut ausserhalb des Bereiches der Möglichkeit liegt.

Haeckel**) hat jedoch einen Versuch gemacht, die Wirkungs-

*) Haeckel, Generelle Morphologie. Bd. I. Seite 270.

**) Haeckel, Generelle Morphologie. Bd. I. S. 181 u. f.

weise der Autogonie zu erklären und er äussert sich folgendermassen:

„Zweifelsohne haben wir uns also den Act der Autogonie, der ersten spontanen Entstehung einfachster Organismen ganz ähnlich zu denken, wie den Act der Krystallisation. In einer Flüssigkeit, welche die den Organismus zusammensetzenden chemischen Elemente gelöst enthält, bilden sich in Folge bestimmter Bewegungen der verschiedenen Moleküle gegeneinander bestimmte Anziehungsmittelpunkte, in denen Atome der organogenen Elemente (Kohlenstoff, Sauerstoff, Wasserstoff, Stickstoff) in so enge Berührung mit einander treten, dass sie sich zur Bildung complexer, „ternärer und quaternärer“ Moleküle vereinigen. Diese erste organische Atomgruppe, vielleicht ein Eiweiss-Molekül, wirkt nun, gleich dem analogen Kernkrystall, anziehend auf die gleichartigen Atome, welche in der umgebenden Mutterlauge gelöst sind, und welche nun gleichfalls zur Bildung gleicher Moleküle zusammentreten. Hierdurch wächst das Eiweisskörnchen, und gestaltet sich zu einem homogenen organischen Individuum, einem structurlosen Moner oder Protoplasmaklumpen (einem isolirten Gymnocyten), gleich einer Protamoeba etc. Dieses Moner neigt, vermöge der leichten Zersetzbarkeit seiner Substanz, beständig zur Auflösung seiner eben erst consolidirten Individualität hin, vermag aber, indem die beständig überwiegende Aufnahme neuer Substanz vermöge der Imbibition (Ernährung) das Uebergewicht über die Zersetzungsneigung gewinnt, durch Stoffwechsel sich am Leben zu erhalten. Das homogene organische Individuum oder Moner wächst nur so lange durch Intussusception, bis die Attractionskraft des Centrums nicht mehr ausreicht, die ganze Masse zusammenzuhalten. Es bilden sich, in Folge der überwiegenden Divergenzbewegungen der Moleküle nach verschiedenen Richtungen hin, nun in dem homogenen Plasma zwei oder mehrere neue Anziehungsmittelpunkte, die nun ihrerseits anziehend auf die individuelle Substanz des einfachen Moneres wirken, und dadurch seine Theilung, seinen Zerfall in zwei oder mehrere Stücke herbeiführen (Fortpflanzung). Jedes Theilstück rundet sich alsbald wieder zu einem selbstständigen Eiweissindividuum oder Plasmaklumpen ab und es beginnt nun das ewige Spiel der Anziehung und Abstossung der Moleküle von

Neuem, welches die Erscheinungen des Stoffwechsels oder der Ernährung und der Fortpflanzung vermittelt.“

„Wir haben hier den denkbar einfachsten Fall der Autogonie eines Moneres hingestellt, welcher der Krystallisation eines Anorganes offenbar am Nächsten steht; in beiden Fällen führen zur Bildung des in sich homogenen individuellen Naturkörpers molekuläre Bewegungen innerhalb einer Flüssigkeit (organisches „Cytoblastem“, organische „Mutterlauge“), welche die zur Bildung des Individuums unentbehrlichen Stoffe gelöst enthält. In beiden Fällen entsteht, in Folge des Ueberwiegens bestimmter Molekularbewegungen (Anziehungen und Abstossungen) über die anderen, in der Bildungsflüssigkeit ein Anziehungsmittelpunkt (erstes Plasmaklumpchen, erster Krystallkern), welcher nun einfach anziehend auf die in der umgebenden Flüssigkeit gelösten, gleichartigen Stoffe wirkt, und dieselben sowohl nöthigt, zu den complexen Molekülen zusammenzutreten, als auch den flüssigen Aggregatzustand zu verlassen. Hier nun tritt erst die Differenz des organischen und des anorganischen Individuums hervor, indem das erstere bloss in den festflüssigen Zustand übergeht, und dadurch die Imbibitionsfähigkeit und die damit verbundene Beweglichkeit der Moleküle erhält, welche die Erscheinungen der Ernährung und Fortpflanzung ermöglicht, wogegen das anorganische Individuum in den festen Zustand übergeht und nunmehr bloss noch äusserlich sich verändern, durch Apposition von aussen wachsen kann.“

„Fragen wir nun, wie wohl die ersten und denkbar einfachsten Organismen beschaffen gewesen sein mögen, welche zuerst auf unserer erkalteten Erdrinde, in dem eben erst aus der heissen Dampf-Atmosphäre durch die fortschreitende Abkühlung niedergeschlagenen Urmeere sich gebildet haben, so können wir uns keine einfacheren organischen Individuen denken, als es die eben beschriebenen Monere sind, vollkommen homogene Plasmaklumpen, welche noch keine bestimmte Form besitzen, deren ganzer Körper nach allen Richtungen hin, vermöge der Bewegungen seiner leicht verschiebbaren Moleküle, seine äusseren Umrisse wechseln und formlose Fortsätze (Pseudopodien) ausstrecken kann, welche seine Ortsbewegung und Theilung vermitteln.“

„Die Annahme der ersten spontanen Entstehung eines Organismus in einer Bildungsflüssigkeit konnte früherhin nur so lange als undenkbar oder doch nur sehr schwer denkbar bezeichnet werden, als man solche einfache, structurlose Organismen oder Moneren, wie die eben geschilderten sind, nicht kannte. Gegenwärtig kennen wir die Existenz dieser vollkommen homogenen und structurlosen Organismen, einfacher individualisirter Eiweissklumpen, durch die Beobachtung. Wir kennen die durchaus homogene Protamoeba, einen formlosen gleichartigen Plasmaklumpen ohne alle Differenzirung, welcher kurze, stumpfe, nicht verschmelzende Fortsätze (Pseudopodien) aus seiner eiweissartigen Körpermasse vorstreckt und sich damit bewegt, und welcher sich, wenn er eine bestimmte Grösse durch Wachstum erreicht hat, durch Theilung vermehrt. Wir kennen den viel grösseren Protogenes primordialis und den Protogenes porrectus (*Amoeba porrecta*, Schultze), rhipopodenartige formlose Organismen, deren ganzer Körper ebenfalls eine durchaus homogene Eiweissmasse repräsentirt, deren Peripherie in zahlreiche feine verschmelzende Fäden austrahlt, und die sich ebenfalls durch Theilung vermehren. Wir kennen ferner den äusserst wichtigen Rhipopodenstamm, die Klassen der Acyttarien und Radiolarien, bei denen ein gleicher, einfacher, vollommen structurloser Körper im Stande ist, durch Ausscheidung von kohlensaurem Kalk und von Kieselerde die mannigfaltigsten, complicirtesten und zierlichsten Skeletbildungen zu Stande zu bringen. Wir kennen endlich die Amoeben, einfache Protoplasten, welche sich nur durch den Besitz eines Kernes und einer contractilen Blase von den ganz homogenen Protamoeben unterscheiden; und in den Arcelliden haben wir Amoeben, welche trotz dieser Einfachheit im Stande sind, sich eine complicirte Schale zu bilden. Sobald in diesen homogenen Plasmaklumpen, wie sie als Moneren isolirt leben, ein Kern auftritt, so ist aus der Cytode eine Zelle geworden, und wir werden dadurch in das weite Gebiet der zahlreichen einzelligen Organismen hinübergeführt, von denen aus nun die Entwicklung der complicirteren mehrzelligen Organismen auf dem Wege der Differenzirung und der natürlichen Züchtung keine Schwierigkeit mehr hat.“

Haeckel betrachtet also das Wesen der Autogonie als eine

Art von Krystallisation. Es entstehen in der Bildungsflüssigkeit formlose Plasmaklumpen, Cytoden, diese wurden dann kernhaltig, Zellen, und aus den Zellen entwickelten sich weiterhin mehrzellige, complicirtere Organismen.

Haeckel erkennt die Schwierigkeit dicser Hypothese sehr wohl an und nennt dieselbe einen gewagten Versuch *). Es kann ihm hierin nur beigepflichtet werden, denn gegenwärtig ist es unmöglich, in das Wesen der hypothetischen Autogonie einzudringen.

Wir mögen die verschiedensten Hypothesen aufstellen und alle nur denkbaren Momente berücksichtigen — wir sind gegenwärtig nicht im Stande, auch nur annähernd Licht in die unerklärbaren Vorgänge der Autogonie zu bringen. Meiner Meinung nach ist es weit genug gegangen, wenn man nachzuweisen versucht, dass die ersten Organismen nur aus anorganischem Material entstehen konnten, eine Hypothese, welche ausser den deductiven Schlüssen auch die Thatsache als Basis hat, dass in unseren chemischen Laboratorien eine Reihe organischer Verbindungen, wie z. B. Harnstoff, Kreatinin, Alizarin etc., hergestellt werden, Körper, von denen man früher glaubte, dass sie nur durch die „Lebenskraft“ thierischer und pflanzlicher Organismen gebildet werden könnten.

Die Art und Weise der Entstehung der ersten Organismen aus anorganischem Material können wir uns nicht erklären.

Emancipiren wir uns von dem Zwange religiöser Dogmen, erkennen wir die Thätigkeit einer schöpferischen Kraft nicht an, so müssen wir bezüglich der Entstehungsweise der ersten Organismen auf die unerklärbare Autogonie recurriren.

Glauben wir dagegen an eine überirdische Schöpferkraft, so fällt die Hypothese der Autogonie zusammen und wir halten die ersten Organismen für geschaffen, womit allerdings auch weiter Nichts gesagt ist, als dass wir uns keine Vorstellung von der Entstehungsweise der ersten organischen Wesen machen können.

Wir mögen diese Frage von jeder beliebigen Seite betrachten — immer werden wir auf die Antwort hingedrängt

*) Bd. I. S. 185 u. f.

werden: die Art und Weise der Entstehung der ersten Organismen aus anorganischem Material können wir uns nicht erklären.

Wir müssen von der weiteren Besprechung dieser überaus schwierigen Frage und von dem Versuche, dieselbe zu ergründen, hier abstehen. Vielleicht bringt uns die Zeit die erwünschten Aufklärungen, denn das erstaunenswerthe Fortschreiten der Wissenschaft beweist uns fortwährend, dass die Grenzen der menschlichen Forschung noch lange nicht erreicht sind.

Die Elternzeugung.

Wir haben gesehen, dass bei der hypothetischen elternlosen Zeugung durch eine unbekante Ursache die Entstehung neuer Organismen aus leblosem Material bewirkt wird; auf die Elternzeugung aber ist im vollsten Umfange der schon wiederholentlich citirte Satz: *Omne vivum e vivo* anzuwenden, denn bei der Elternzeugung entstehen nur aus bereits vorhandenen Individuen ihnen ähnliche, neue, stets sind die kindlichen Organismen Theile der elterlichen.

Im Allgemeinen ist die Zeugung hier: Bildung entwicklungsfähiger Keime oder Production von Bildungsmaterial seitens der elterlichen Organismen, aus welchem sich ein neuer Organismus zu entwickeln vermag. Die Zeugung pflegt die directe oder indirecte Entwicklung und die schliessliche Production eines den Eltern ähnlichen Individuums zur Folge zu haben.

Den Inbegriff aller der Vorgänge, welche von der Zeugung bis zur Production eines neuen Individuums ablaufen, nennt man Fortpflanzung. Auf der Fortpflanzung beruht die Erhaltung und Vermehrung vorhandener Thierformen.

Sobald eine vorhandene Thierform sich durch ihr ähnliche Individuen vermehrt hat, so sagen wir, sie hat sich fortgepflanzt.

Die Fähigkeit der Thiere, sich fortzupflanzen, beruht auf ihrer Fähigkeit zu zeugen.

Sind nun Thiere zeugungsfähig, gelangt der gebildete Keim zur Entwicklung, und wird schliesslich ein neues Individuum wirklich producirt, so sind wir berechtigt, von der Fortpflanzung der Thiere zu sprechen.

Die Fortpflanzung ist demnach ein sehr zusammengesetzter vitaler Prozess, welcher mit der Zeugung beginnt und seinen Abschluss findet in der Production eines neuen, den Eltern ähnlichen Individuums. Sie ist als das Resultat aller derjenigen Bedingungen zu betrachten, die erfüllt werden müssen, wenn ein neues Individuum producirt werden soll.

Man pflegt allgemein die Fortpflanzung mit der Zeugung zu indentificiren, obgleich erstere von letzterer wesentlich verschieden ist. Ich werde darüber weiterhin ausführlich sprechen.

Alle Thierformen pflanzen sich in derselben Weise fort: immer — auf mittelbarem oder unmittelbarem Wege — durch die Production ihnen ähnlicher Individuen. Das Zustandekommen der Fortpflanzung aber, die Vorgänge, welche schliesslich zur Production neuer, den Eltern ähnlicher Individuen führen, gestalten sich bei den verschiedenen Thierformen äusserst verschieden.

Die erste Bedingung, welche erfüllt werden muss, wenn eine Thierform sich überhaupt fortpflanzen soll, ist ihre Fortpflanzungs-Fähigkeit.

Die Fortpflanzungs-Fähigkeit ist, bis auf gewisse Ausnahmen, das Eigenthum aller lebenden thierischen Gebilde. Die Art und Weise aber, in welcher ihre Fortpflanzung zu Stande kommt, ist sehr verschieden.

Diesen Verschiedenheiten gemäss unterscheiden wir die Fortpflanzung zunächst in zwei Hauptformen, welche in ihren Extremen zwar sehr von einander abweichen, in ihren Grenzen aber durch die Parthenogenesis — Jungferzeugung — bedeutend an Schärfe verloren haben.

Wir unterscheiden die Fortpflanzung in zwei Hauptformen, je nach der Art der vorhergehenden Zeugung, welche eine geschlechtliche oder ungeschlechtliche sein kann. Wir sprechen daher von Fortpflanzung mit ungeschlechtlicher Zeugung und von Fortpflanzung mit geschlechtlicher Zeugung.

1. Fortpflanzung mit ungeschlechtlicher Zeugung.

Unter Fortpflanzung mit ungeschlechtlicher Zeugung verstehen wir die Production eines neuen Individuums durch einen

einzelnen elterlichen Organismus. Die Zeugung wird hier durch einen einzelnen Organismus ausgeführt, d. h. nur ein einzelner Organismus producirt das entwicklungsfähige Bildungsmaterial.

Die Fortpflanzung mit ungeschlechtlicher Zeugung tritt in dreierlei Weise auf:

- a. Als Fortpflanzung durch Theilung.
- b. Als Fortpflanzung durch Knospen- oder Sprossenbildung.
- c. Als Fortpflanzung durch Bildung von Keimkörnern.

a. Die Fortpflanzung durch Theilung.

Diese Fortpflanzungsart ist unter den niederen Thieren sehr verbreitet.

Der mütterliche Organismus wächst zunächst mehr oder weniger in seiner Totalität und dann beginnt die Theilung mit einer über die Oberfläche des Thieres sich hinziehenden Einschnürung, die allmählig immer tiefer greift und mit der vollständigen oder unvollständigen Trennung der neuen Individuen endet.

Man unterscheidet daher eine vollständige und eine unvollständige Theilung.

Die vollständige Theilung findet man besonders bei den Amöben und Infusorien. Die Theilung kann in verschiedenen Richtungen erfolgen; sie kann longitudinal, transversal und diagonal sein. Je vollkommener die Organisation eines sich theilenden Thieres ist, um so gleichmässiger vertheilen sich die Organe auf beide Hälften und bei diesen Thieren findet die Theilung nur nach einer gewissen Richtung hin statt. Unvollkommen organisirte Thiere, wie sie vielfach unter den Protozoen vorkommen, theilen sich bald der Länge nach und bald der Quere nach. Je nach der Lage der Organe theilen sich diese dann mit oder sie fallen dem einen Individuum zu, während das andere sich neu bildet.

Rhizopoden und Polypen lassen sich künstlich in jeder beliebigen Richtung theilen und jedes der Theilstücke wächst wieder zu einem ganzen Individuum aus.

Die unvollkommene Theilung, wie sie bei den Corallen-thieren vorkommt, lässt die neuen Individuen miteinander im Zusammenhange und führt nach und nach zur Bildung von Colonieen oder Thierstöcken. So bestehen die Colonieen der Maeandrinen aus einer Anzahl mit den inneren Organen zusammenhängender Individuen. Man kann hier das Product mit demselben Recht als Knospe oder als Theilstück betrachten und so bildet diese Art der Fortpflanzung einen Uebergang zur folgenden.

b. Fortpflanzung durch Sprossen- oder Knospenbildung.

An einer Stelle des Körpers entsteht ein Fortsatz, der sich unter fortwährender Grössenzunahme allmählig zu einem neuen Individuum gestaltet. Das neue Thier kann entweder mit dem Mutterthiere in Verbindung bleiben und dann kommen bei fortgesetztem Knospungsprozesse Thierstöcke zur Entstehung (Polypen, Hydroiden, Cestoden), oder der Sprössling wird frei und erscheint dann unter Bildung neuer Theile als selbstständiges Individuum (Infusorien, Vorticellen oder Glockenthierchen).

c. Fortpflanzung durch Bildung von Keimkörnern.

Diese Art von Fortpflanzung hält die Mitte zwischen Fortpflanzung mit geschlechtlicher und Fortpflanzung mit ungeschlechtlicher Zeugung. Durch eine Art innerer Knospenbildung entsteht zu gewissen Zeiten im Innern des Thieres eine Höhlung, die ein bald freies, bald an der Wandung ansitzendes Körperchen enthält, welches unter Ausdehnung der umgebenden Wand sich vergrössert und dann den mütterlichen Körper verlässt. Ausserhalb entwickelt sich aus diesem Keim unter Metamorphose ein neues Individuum (gewisse Infusorien, Trematoden). Die Zahl der sich bildenden Keime ist sehr verschieden; bald ist es nur einer, bald sind es viele. Bei den Gregarinen löst sich die ganze Körpermasse des Mutterthieres in Keimkörner auf.

Generationswechsel und Parthenogenesis.

I. Der Generationswechsel.

Bei gewissen Thiergruppen geht die Entwicklung des neuen Individuums nicht ununterbrochen vor sich, sondern es bleibt dieselbe auf bestimmten Stufen längere Zeit stehen. Auf diesen Entwicklungsstufen zeigt der sich entwickelnde Organismus häufig ganz ähnliche Verrichtungen wie der entwickelte, nämlich willkürliche Bewegungen, Nahrungsaufnahme und Verdauung. Man nennt diesen Zustand den Larvenzustand; das bekannteste Beispiel hierfür bietet die Metamorphose bei der Entwicklung der Insecten. Kommt Zeugung in solchen Larvenzuständen hinzu, entweder Bildung von Keimkörnern oder Knospung, so nennt man den Vorgang Generationswechsel.

Bei dem Generationswechsel entstehen geschlechtlose Individuen durch geschlechtliche Zeugung und geschlechtliche Individuen durch ungeschlechtliche Zeugung. Diejenigen Thiere, welche durch ungeschlechtliche Zeugung die Geschlechtsthier hervorbilden, nennt man Ammen. Ein Beispiel für die einfachste Form des Generationswechsels liefern die Blattläuse.

Bei den Blattläusen entwickeln sich im Frühjahr aus befruchteten Eiern geschlechtslose Junge, welche ebenfalls geschlechtslose Junge lebendig gebären. Dies wird mehrere Generationen hindurch fortgesetzt, bis endlich im Spätherbste theils männliche, theils weibliche Junge geboren werden. Diese begatten sich und produciren Eier, welche überwintern. Im Frühjahre beginnt der *Cyclus* von Neuem.

Beispiele für complicirte Formen des Generationswechsels*) geben uns die Saugwürmer und die Bandwürmer. Ich gehe auf diese Beispiele näher ein, weil ich mich weiterhin, bei den Betrachtungen über den Unterschied zwischen Zeugung und Fortpflanzung, darauf zu beziehen haben werde. Unter den Saugwürmern oder Trematoden ist als sehr interessantes Thier der

*) Vergl. Dr. Anton Schneider, die Entstehung der Eingeweidewürmer des Menschen und der Säugethiere. *Annalen der Landwirtschaft.* Bd. XXIII.

sogen. Leberegel, *Distoma hepaticum*, zu nennen, welcher in der Leber der Schafe sich vorfindet.

Die Entwicklung des Leberegels ist äusserst complicirt.

Der Leberegel ist $2\frac{1}{2}$ bis $3\frac{1}{2}$ Cm. lang, glatt und von ovaler Gestalt. An dem einen Ende des glatten und oval geformten Körpers befindet sich die Mundöffnung und, etwas weiter nach hinten auf der Bauchseite, ein Saugnapf. An die Mundöffnung schliesst sich ein Darmcanal an, welcher die Gestalt einer zweitheiligen Gabel hat, und sich in viele kleinere Seitenäste theilt. Ein After ist nicht vorhanden.

Der Leberegel lebt, fast immer in grosser Anzahl, in den Gallengängen der Leber, und verursacht beträchtliche krankhafte Veränderungen derselben. Die Gallengänge werden ungewöhnlich erweitert, ihre Substanz verhärtet und verdickt sich und weiterhin entstehen auch Entzündungen in der eigentlichen Lebersubstanz. Die Gallengänge sind mit einem braunen Schleime angefüllt, in welchem man die Egel und eine ungeheure Menge ihrer Eier findet.

Die Leberegel sind Hermaphroditen, jedes Thier ist männlich und weiblich zugleich. Die Eier, welche sie in grosser Masse hervorbringen, gelangen aus den Gallengängen in den Darm und von hier mit den Excrementen nach aussen. Das Ei ist durch seine Schale gegen äussere Einwirkungen sehr gut geschützt und es kann Monate lang liegen, ohne sich zu verändern oder unterzugehen. Erst wenn es im Frühjahre längere Zeit im Wasser gelegen hat, entwickelt es sich weiter. Die Eischale platzt alsdann und es tritt ein Embryo von merkwürdiger Gestalt aus derselben hervor. Er ist oval gestreckt und auf seiner Oberfläche dicht mit Härchen oder Wimpern besetzt, welche einen dichten Pelz bilden. Diese unmessbar feinen Wimpern sind fortwährend in Bewegung und der Embryo schwimmt mittels derselben sehr schnell im Wasser hin und her.

Was aus diesem Embryo des Leberegels wird, ist durch unmittelbare Beobachtung noch nicht nachgewiesen worden. Aber viele andere Trematoden entwickeln ganz ähnliche Embryonen, deren Schicksal man genau kennt und die aufs Beste als Analogon dienen können.

Auch die Embryonen andrer Trematoden schwimmen im

Wasser. Aber das Wasser ist nur ein sehr vorübergehender Aufenthaltsort für dieselben; sie müssen in ein Thier einwandern, wenn sie sich weiter entwickeln sollen, und wählen dazu immer eine Schnecke oder eine Muschel. Die Muscheln leben nur im Wasser, unter den Schnecken aber giebt es einige, die im Wasser, und andere, die auf der Erde leben. Alle sind den Nachstellungen der Trematoden-Embryonen ausgesetzt. Sobald diese in das Thier eingedrungen sind, fällt der Wimperpelz ab und sie nehmen eine andere Gestalt an. Diese neue Gestalt heisst Redia und ist zur Fortpflanzung mit ungeschlechtlicher Zeugung bestimmt. In dem Innern der Redia bilden sich Keime, aus denen sich kleine Trematoden entwickeln. Diese Jungen, welche Cercarien genannt werden — die Redia heisst nach ihnen auch Cercarienschlauch — sind den Eltern noch in vielen Beziehungen unählich und sind entweder geschwänzt oder ungeschwänzt.

Die geschwänzten Cercarien leben im Wasser und kommen nur in Muscheln oder Wasserschnecken vor. In der warmen Jahreszeit, im Juli und August, treten sie nach aussen, gelangen in das Wasser und schwimmen hier mit Hülfe des Ruderschwanzes umher, aber nicht lange. Sie suchen sich wieder ein Thier, in das sie einwandern und dazu dienen ihnen alle Wasserthiere: Schnecken, Frösche, Fische, Salamander, selbst Insecten. Bei der Einwanderung verliert die Cercarie den Schwanz; in dem Leibe ihres Wirthes zieht sie sich zusammen und umgiebt sich mit einer festen aber durchsichtigen Kapsel. In diesem Zustande kann sie lange liegen. Um sich weiter zu entwickeln, muss sie, wie die Muskel-Trichine, von einem anderen Thiere gefressen werden, in dessen Magen sie dann aus der Kapsel auskriecht, in den Darm gelangt, geschlechtsreif wird und nun wieder durch geschlechtliche Zeugung Eier und Embryonen hervorbringt. Das ist der Lebenslauf einer geschwänzten Cercarie.

Die Entwicklung der ungeschwänzten Cercarien ist einfacher. Diese schwärmen nicht umher, sondern sie umgeben sich sogleich im Innern der Schnecke mit einer häutigen Kapsel. Die Schnecke platzt dann und die Kapseln werden im Grase zerstreut. Hier müssen sie warten, bis sie von einem Thiere, z. B. von einem Schafe, gefressen werden, in dessen Innerem sie sich weiter ent-

wickeln und geschlechtsreif werden können. Die Blasen oder Kapseln, in denen sich die jungen Trematoden befinden, sind prall mit Feuchtigkeit gefüllt und dadurch während längerer Zeit gegen das Eintrocknen geschützt. Am Längsten erhalten sie sich bei feuchtem Wetter und auf feuchten Wiesen, die Einwirkung der Sonne können sie nicht lange ertragen.

Ein weiteres interessantes Beispiel für den Generationswechsel ist die Entwicklung des Bandwurmes des Menschen, *Taenia solium*. Im Schweinefleische finden sich häufig Blasen von der Grösse und der Gestalt einer Erbse bis zu der einer Bohne. Sie sind mitunter in grosser Zahl vorhanden und unter dem Namen „Finnen“, *Cysticercus cellulosae*, bekannt. In der Blase liegt ein Körper, der bis in seine kleinsten Theile dem Kopfe und Halse eines Bandwurms gleicht; er hat wie dieser einen Hakenkranz und vier Saugnäpfe.

Die Finnen sind unfähig sich fortzupflanzen und wenn sie im Fleische des Schweines bleiben, so sterben sie durch Verkalkung. Sollen sie sich weiter entwickeln und sich vermehren, so müssen sie in den Darmkanal des Menschen gelangen. Angenommen, es habe ein Mensch Finnen mitgegessen, so strecken sie, im Magen angelangt, den Kopf hervor, der sonst eingestülpt in der Blase liegt. Die Blase wird durch den Magensaft aufgelöst, sie schwindet, und Kopf und Hals der Finne bleiben als junger Bandwurm übrig. Dieser gelangt aus dem Magen in den Darm, saugt sich dort fest und beginnt zu wachsen.

Der junge Bandwurm besteht nach Abwerfung der Finnenblase aus einem wurmförmigen Körper, welcher an dem einen Ende den Kopf trägt, an dem anderen Ende, dem Schwanzende, quer abgeschnitten ist. Wenn er nun zu wachsen anfängt, so bildet sich kurz vor dem Schwanzende eine rings um den Körper laufende Einschnürung und dadurch ist das erste Glied entstanden. Ein wenig vor der ersten Einschnürung bildet sich eine zweite und damit das zweite Glied und so bilden sich die Glieder weiter bis zu sehr grosser Anzahl. Die dem Kopfe zunächst liegenden Glieder sind mithin die jüngsten, die dem Ende des Körpers zunächst liegenden die älteren und ältesten. Mit zunehmendem Alter nehmen die Glieder an Grösse und Ausbildung zu. Hat man einen ausgewachsenen Bandwurm vor sich, so bieten

die Glieder eine ununterbrochene Stufenfolge aller Grössen dar. Am Kopfe sind sie kaum durch das blosse Auge zu erkennen, während sie am Schwanzende die Länge von 2 Cm. und darüber erreichen.

Der Bandwurm ist als eine Thiercolonie zu betrachten; der Kopf, Scolex, ist die Amme, und die Glieder, Proglottiden, sind die Geschlechtsthier, welche durch Knospung entstehen. Jedes Glied ist hermaphroditisch und producirt eine grosse Menge von Eiern. Die Eier entwickeln sich noch innerhalb des Gliedes bis zu einer gewissen Stufe und zwar verlassen sie den Darm des Menschen als Embryonen. Diese sind kugelförmige Körperchen mit sechs kleinen Haken.

Der Embryo gelangt innerhalb der abgestossenen, ältesten Glieder nach aussen und wenn er sich weiter entwickeln soll, so muss er in den Magen eines Schweines kommen. Hier wird die Eischale sofort durch den Magensaft aufgelöst, der Embryo tritt heraus und begiebt sich in den Darm. Hier hält er sich aber nicht lange auf, sondern er wandert in das Muskelfleisch ein. Im Muskelfleische geht mit dem Embryo eine grosse Veränderung vor sich. Er wächst zu einer Blase aus und in derselben entwickelt sich der Bandwurmkopf, d. h. er wird zur Finne. Wenn nun aus der Finne sich wieder der Bandwurm entwickeln soll, so muss sie von Menschen gegessen werden.

Es sei noch bemerkt, dass die abgestossenen Bandwurmglieder nicht wie abgerissene Gliedmassen absterben, sondern sie sind im Stande, noch einige Zeit selbstständig zu leben und sich zu bewegen. Sie leben ausserhalb des Darmes noch Stunden lang und kriechen auf dem Boden umher; endlich aber sterben sie ab und verfaulen. Die Embryonen werden jedoch dadurch nicht berührt; die dünne, aber feste Eischale schützt sie und sie können lange in Schmutz und Nässe liegen, ehe sie zu Grunde gehen.

Als drittes Beispiel mag die Entwicklungsgeschichte des Hundebandwurms, *Taenia coenurus*, dienen. Es ist bekannt, dass die Schafe sehr häufig an der sogen. Drehkrankheit leiden. Diese Krankheit rührt von einem Blasenbandwurme, dem *Coenurus cerebralis*, her, welcher seinen Sitz im Gehirne hat. Der Bau des *Coenurus cerebralis* ist dem der Finne vollkommen ähnlich,

nur wird ersterer bedeutend grösser; er erreicht die Grösse eines Hühnereies und darüber.

Der *Coenurus cerebralis* besteht, wie die Finne, aus einer Blase, an deren Oberfläche statt eines aber Hunderte von Bandwurmköpfen sitzen. Die Anwesenheit dieses Körpers im Gehirn des Schafes übt einen grossen Einfluss auf das Befinden desselben aus und es treten Krankheits-Erscheinungen auf, welche unter dem Namen der Drehkrankheit allgemein bekannt sind.

Wird der *Coenurus* von einem Hunde gefressen, so entsteht im Darne desselben aus jedem Köpfchen der Blase ein Bandwurm, *Taenia coenurus*.

Dieser Bandwurm ist klein, nur 4 Cm. lang, und lebt meist zu mehreren im Darne des Hundes. Er bekommt nun, wie *Taenia solium*, Glieder und in den Gliedern entwickeln sich Eier mit sechshakigen Embryonen, wie sie bei allen Bandwürmern vorkommen. Die reifen Glieder werden abgestossen und gelangen mit dem Kothe nach aussen. Werden nun die Eier von Schafen verschluckt, so schlüpft im Magen derselben der Embryo aus, und begiebt sich in das Gehirn, woselbst er zu dem grossen Blasenwurme wird. Die Art und Weise, in welcher er nach dem Gehirn gelangt, ist noch nicht ganz klar. Manche behaupten, er nehme seinen Weg durch die Blut- und Lymphgefässe, Andere meinen, er bohre sich durch die Gewebe durch und dringe durch das gerissene Loch in die Gehirnkapsel ein.

Wenn ein Schaf Eier von *Taenia coenurus* aufgenommen hat, so pflegen nach 15 oder 16 Tagen die Spuren der Drehkrankheit aufzutreten.

In neuerer Zeit befreit man die Schafe häufig vom *Coenurus cerebralis*, indem man die Blase vermittels Anstechens des Schädels durch einen Troikar zerstört.

Wenn wir auf die Beispiele, welche ich für den Generationswechsel angeführt habe, zurückblicken, so finden wir die merkwürdige Thatsache, dass bei den besprochenen Organismen während der Zeit ihrer Entwicklung ungeschlechtliche Zeugung auftritt und dass sie, wenn sie ihre Entwicklung vollenden sollen, wandern müssen.

Diese Aufeinanderfolge von geschlechtlicher und ungeschlecht-

licher Zeugung ist von Steenstrup entdeckt und Generationswechsel benannt worden. Steenstrup's Entdeckung ist von einem tief eingreifenden Einflusse auf die Zoologie gewesen, denn plötzlich wurde die Zusammengehörigkeit von Thieren nachgewiesen, welche man lange Zeit für ganz verschiedene Formen, ja für Thiere verschiedener Klassen und Ordnungen gehalten hatte. Ferner wäre ohne diese Entdeckung die Entwicklungsgeschichte der Eingeweidewürmer unverständlich geblieben und die Klärung dieses Gegenstandes hat ja so deutlich Zeugniß abgelegt gegen das Vorhandensein einer Urzeugung.

2. Parthenogenesis.

Parthenogenesis oder Jungfernzeugung nennt man die Entstehung vollkommener Organismen aus Eiern, welche durch den männlichen Samen nicht befruchtet wurden.

Unzweifelhaft ist die Parthenogenesis bis jetzt nur bei wenigen Arten festgestellt worden. Sie kommt immer nur neben der geschlechtlichen Zeugung vor und liefert nur Individuen eines Geschlechtes, so dass die Parthenogenesis zur Erhaltung der Art nicht ausreichend ist. So entstehen bei den Bienen und bei einer Wespenart (*Polistes*) nur männliche, den Psychiden nur weibliche Individuen aus unbefruchteten Eiern. Werden die Eier befruchtet, so treten bei den Bienen Weibchen und bei den Psychiden Männchen auf.

Das bekannteste Beispiel für Parthenogenesis liefern die Bienen.

Der Bienenstaat besteht aus drei Arten von Individuen, nämlich aus einem ausgebildeten Weibchen, der Bienenkönigin, aus verkümmerten Weibchen, den Arbeiterinnen, und aus männlichen Bienen oder Drohnen. Diese letzteren bevölkern nur vorübergehend den Stock, denn sie werden im Herbste von den Arbeitsbienen vertrieben resp. getödtet. Die Königin macht im Frühjahr ihren sogenannten Hochzeitsflug, auf dem sie von einer der sie umschwärmenden Drohnen befruchtet wird. Sie ist dann im Stande, je nachdem sie zu dem Ei den männlichen Samen zutreten lässt oder nicht, männliche oder weibliche Eier zu legen. Die männlichen Eier, die Drohneneier, legt sie in

weitere Zellen, die sogenannten Drohnenzellen; die Arbeiterinnen-eier, zu denen die Königin Samen hinzutreten lässt, legt sie in enge Zellen, die sogenannten Arbeiterzellen. Eine unbefruchtete Königin wird drohnenbürtig, d. h. sie legt nur männliche Eier.

Das Vermögen der Königin, nach Willkür die Eier zu befruchten oder nicht zu befruchten, hat seine Ursache in der Samentasche, receptaculum seminis, welche die Königin besitzt und in welcher sie lange Zeit, drei bis vier Jahre hindurch, den Samen aufbewahren kann. Aus dieser Samentasche befruchtet sie das Ei bei seinem Durchtritte durch die Legeröhre und wandelt dadurch das ohne Befruchtung männliche Ei in ein weibliches Ei um.

Die weiblichen Eier, welche sich in der Regel zu verkümmerten Weibchen, zu Arbeiterinnen, entwickeln, können Königinnen liefern, wenn die Larven reichlicher gefüttert werden und wenn ihre Zellen vergrössert werden. —

Parthenogenesis ist auch bei dem gewöhnlichen Seidenspinner, *Bombyx mori*, beobachtet worden. So erzog der Seminarlehrer Schmidt zu Eichstädt im Jahre 1854 aus 274 unbefruchteten Eiern 15 Raupen, von denen 12 zum Einspinnen gebracht wurden. Die 12 Cocons lieferten 11 Schmetterlinge, unter denen sich sieben Männchen und vier Weibchen befanden. Schmidt liess nun drei von diesen Weibchen unbefruchtete Eier legen, aber sie waren nicht lebensfähig und schrumpften bald ein. Das vierte Weibchen paarte sich mit einem der sieben Männchen und die von diesem Weibchen gelegten Eier waren bis auf 16 lebensfähig und es wurden schöne Raupen aus ihnen gezogen *).

Es wurden also in diesem Falle aus den unbefruchteten Eiern Schmetterlinge männlichen und weiblichen Geschlechtes gezogen und ein Gleiches ist an unbefruchteten Eiern eines Pappelschwärmers beobachtet worden. Auch aus den unbefruchteten Eiern anderer Schmetterlinge, z. B. des Wolfsmilchschwärmers, sollen gelegentlich Räumchen ausschlüpfen.

Alle diese letzteren Fälle, einschliesslich des Falles von

*) v. Siebold, wahre Parthenogenesis bei Schmetterlingen und Bienen. Leipzig 1856.

Bombyx mori, scheinen sich jedoch auf wahre Parthenogenesis nicht zu beziehen.

2. Die Fortpflanzung mit geschlechtlicher Zeugung.

Die Zeugung bei dieser Form der Fortpflanzung charakterisirt sich dadurch, dass das producirt e Bildungsmaterial einen Keim darstellt, welcher die Bedeutung eines Elementartheiles des Organismus, die Bedeutung einer Zelle, hat und welcher nicht an und für sich die Fähigkeit besitzt, sich zu einem neuen Organismus zu entwickeln, sondern dazu der materiellen Vereinigung mit einem andern Stoffe, dem Samen, bedarf.

Die Fälle der Parthenogenesis beeinträchtigen die Richtigkeit dieser Definition keineswegs, denn es handelt sich hier um das Ganze der Fortpflanzung mit geschlechtlicher Zeugung und nicht um einen untergeordneten Theil derselben. Wenn die Drohnen der Bienen auch aus unbefruchteten Eiern hervorgehen, so ist doch wieder die Befruchtung für diejenigen Eier, aus denen weibliche Individuen entstehen sollen, erforderlich, und wenn nicht beide Geschlechter producirt werden, so erreicht das Leben der Art ein Ende.

Es ist bei der geschlechtlichen Zeugung also nicht mehr ein einfacher Theil des Organismus, wie bei der ungeschlechtlichen Zeugung, zur Entwicklung eines neuen Individuums ausreichend, sondern es sind dazu zwei verschiedene Stoffe nöthig, die in materielle Berührung treten müssen.

Diese beiden verschiedenen Stoffe, welche wir die generativen Substanzen nennen wollen, sind das Ei und der Same.

Beide werden in besonderen Geschlechtsapparaten gebildet und diese letzteren sind entweder auf einem Individuum vereinigt oder sie sind auf zwei Individuen vertheilt.

Im ersteren Falle nennen wird die Elternthiere Hermaphroditen — Zwitter — im letzteren Getrenntgeschlechtige oder Gonochoristen *).

Wir gehen hier nur auf den Gonochorismus näher ein, weil uns nur dieser interessirt.

*) Haeckel, Bd. II. S. 60. ἡ γονή Geschlechtstheil, χωριστός getrennt.

Bei den Gonochoristen werden die generativen Substanzen in den Geschlechtsorganen zweier verschiedener Individuen producirt: Das Ei in dem Eierstock des weiblichen Thieres und der Same in den Hoden des männlichen Thieres.

Zur Ausführung der Zeugung ist, wie schon erwähnt, der Zusammentritt und die materielle Vereinigung des männlichen Samens mit dem Ei nothwendig.

Aus Schriften, welche sich auf die Thierzucht beziehen, ist zu ersehen, dass die Kenntnisse von den generativen Substanzen der Haussäugethiere bei manchen Schriftstellern nur unvollkommene sind. So findet man z. B. noch in neuester Zeit die Ansicht ausgesprochen, dass man noch nicht darüber einig sei, ob die Samenkörperchen als eigentliche Thiere oder als Gebilde des thierischen Körpers, wie andere Formbestandtheile desselben, anzusehen wären. An einer anderen Stelle werden die Bewegungen der Samenfäden als offenbar willkürliche betrachtet. Mit Rücksicht darauf werde ich zunächst eine Beschreibung der generativen Substanzen und der Entstehung derselben, dem neuesten wissenschaftlichen Standpunkte gemäss, geben und mich dabei so kurz fassen, wie es die Wichtigkeit dieses Gegenstandes erlaubt.

Die generativen Substanzen.

Der männliche Same.

Der männliche Same, sperma, wie er sich im Samenleiter, vas deferens, findet, ist eine weissliche, zähe, geruchlose Masse, die fast nur aus Samenfäden — welche sogleich besprochen werden sollen — besteht und zwischen denselben äusserst wenig einer verbindenden Flüssigkeit enthält*).

Der entleerte Same ist ein Gemenge reinen Samens und der Secrete der Samenblasen, der Prostata (Vorsteherdrüse) und der Cowper'schen Drüsen. Derselbe ist eine dem Eiweiss ähnliche, weissliche, zähe, nach gefeilteten Knochen riechende Substanz, welche alkalische Reaction zeigt und schwerer als Wasser ist.

Der physiologisch wesentlichste Theil des Samens sind die

*) Kölliker, Gewebelehre, Seite 528.

Samenfäden, *Fila spermatica*, oder Samenkörperchen, Spermatozoen oder Zoospermien. Die Samenfäden sind kleine weiche Körperchen, an denen ein dickerer Theil, der Kopf oder Körper, und ein fadenförmiger Anhang, der Schwanz oder Faden, unterschieden werden kann. Der Körper hat im Allgemeinen eine umgekehrt mandelförmige oder umgekehrt birnförmige Gestalt, so dass er also an der Insertionsstelle des Schwanzes am Breitesten ist und sich nach vorn zu verschmälert. Von dieser Grundgestalt kommen je nach der Thierspecies mannigfache Abweichungen vor. Der Faden oder Schwanz beginnt noth mit einer gewissen Stärke, leicht eingeschnürt am Körper; er verfeinert sich immer mehr und mehr, bis er so fein wird, dass er der mikroskopischen Beobachtung sich entzieht *).

Die Samenfäden führen ausserordentlich lebhaft Bewegungen aus; sie schlagen mit dem Schwanze, schiessen auf dem Gesichtsfelde hin und her, weichen fremden Körpern aus, so dass man früher glaubte, die Samenfäden seien Thiere und willkürlicher Bewegungen fähig.

Diese Ansicht hat man aber längst fallen lassen, doch sind die Ursachen der Bewegung noch nicht ganz aufgeklärt.

Die Samenfäden werden jetzt zu den einhaarigen Flimmerzellen gezählt. Nachdem nämlich Virchow entdeckt hatte, dass die Cilien des Flimmerepithels, wenn sie zur Ruhe gekommen sind, durch schwache Alkalilösungen wieder in Bewegung versetzt werden können, bestätigte Kölliker**) dasselbe für die Samenfäden und da die Flimmerzellen nach anderen Behandlungen sich ganz so verhalten wie die Samenfäden, so glaubt man, die Samenfäden zu den einhaarigen Flimmerzellen zählen zu dürfen.

Die lebhafte Bewegung der Samenfäden schreibt man der Contractilität des in ihrem Körper enthaltenen Protoplasma zu. Die Bewegung kann unter günstigen Umständen sehr lange dauern; in geeigneten Flüssigkeiten, wie im Secrete des Uterus, länger als eine Woche; saure Flüssigkeiten heben die Bewegung sogleich auf***).

*) Frey, Histologie, Seite 611.

**) Kölliker, Gewebelehre, Seite 530.

***) Kühne, Lehrbuch der physiologischen Chemie. Leipzig 1868. S. 556.

Der Entwicklungsherd der Samenfäden sind drüsige Organe, die Hoden, und zwar entstehen sie hier in gewissen Zellen, welche die Samenkanälchen auskleiden und Samenzellen oder Cysten genannt werden. Die Cysten enthalten einfache oder vielfache Kerne und aus jedem dieser Kerne entsteht Ein Samenfaden dadurch, dass der Kern sich verlängert und von einem Ende aus den Faden oder Schwanz treibt, während zugleich der Rest des Kernes, umgekehrt birnförmig gestaltet, zum Körper des Samenfadens wird. Die Samenfäden sind also nichts als verlängerte Kerne (Köllicker).

Bevor die Samenfäden die Samenzellen verlassen, legen sie sich nicht selten, wenn sie zu vielen — 10 bis 20 — vorhanden sind, in ihren Cysten ganz regelmässig mit den Köpfen und Schwänzen aneinander und in ein gebogenes Bündel zusammen, während sie, wenn ihre Anzahl eine geringe ist, ohne Ordnung durcheinander liegen. Endlich platzen die Cysten, die Samenfäden werden frei und erfüllen in dichtem Gewirre den Nebenhoden*).

Die Samenfäden sind das befruchtende Element des Samens. Fehlen sie oder sind sie bewegungslos, so wirkt der Same nicht befruchtend. Ihr Erscheinen bezeichnet den Eintritt der Geschlechtsreife, und vollkommen ausgebildet und beweglich findet man sie nur bei zeugungsfähigen Thieren. Bei sehr jungen Thieren fehlen sie; Thiere, bei welchen sich eine periodische Brunst einstellt, zeigen die Samenfäden nur während der Brunstzeit, ausser derselben sind sie entweder gar nicht oder nur sparsam und zum Theil nicht vollkommen entwickelt vorhanden**). Bei den Haussäugethieren findet man sie zu jeder Jahreszeit. Bei Bastarden, welche unfruchtbar sind, sollen sie fehlen oder mangelhaft ausgebildet sein.

Wie gross die Menge der zur Befruchtung eines Eies nöthigen Samenfäden sein muss, lässt sich mit Sicherheit nicht angeben. Leuckart***) ist der Ansicht, dass schon einige wenige Samenfäden zur Befruchtung ausreichend seien und meint, es könne

*) Köllicker, Gewebelehre, Seite 528.

***) Weiss, Specielle Physiologie der Haussäugethiere. Stuttgart 1869. S. 467.

***) Leuckart, in Wagner's Handwörterbuch der Physiologie etc. Artikel Zeugung, Band 4, Seite 907.

unter Umständen auch ein einziger Samenfaden genügen. Dieser letzteren Ansicht ist auch Kühné*). Nach den Versuchen von Quatrefages, Prevost und Dumas sind mehrere Samenfäden nöthig, um ein Ei zu befruchten. Zu demselben Resultate ist Newport gekommen; er stellte experimentell fest, dass die Eier von Batrachiern nur theilweise befruchtet werden und sich niemals vollständig zum Embryo entwickeln, wenn nur eine sehr kleine Zahl von Samenfäden auf sie gebracht wird. In Bezug auf Pflanzen sind Kölreuter und Gärtner fast zu denselben Schlüssen gelangt**).

Prevost und Dumas ermittelten durch ihre Versuche, dass 225 Samenfäden noch ausreichten, um unter 380 Eiern 61 zu befruchten. Hiernach würden auf ein einzelnes Ei durchschnittlich etwa 3 bis 4 Samenfäden kommen, eine Zahl, die bei der natürlichen Befruchtung gewiss in einigen Fällen überschritten in anderen nicht erreicht werden wird***).

Das Ei.

Das Ei, ovulum, ist das Product der weiblichen Geschlechtsdrüse, des Eierstockes, ovarium, und stellt in seiner einfachsten Gestalt eine kuglige Zelle dar.

Das Protoplasma derselben, der Dotter, besteht aus einer zähen, leicht gelblich gefärbten Flüssigkeit, in welche viele feine, blasse Körnchen eingestreut sind, zu denen sich in reifen Eiern auch einige Fettkörnchen gesellen. Der Dotter ist umgeben von einer ziemlich dicken, hellen, durchsichtigen Hülle, welche unter dem Mikroskope als hellglänzender Ring erscheint und bei den Säugethieren zona pellucida genannt wird.

In dem Dotter erkennt man ein helles Bläschen, das Keimbläschen, welches dem Zellenkern entspricht und in dem Keimbläschen liegt der Keimfleck, ein Analogon des Kernkörperchens der Zellen. Die zona pellucida darf nicht als Zellmembran

*) Kühné, physiologische Chemie, Seite 558.

***) Darwin, das Variiren der Thiere und Pflanzen im Zustande der Domestication. Stuttgart 1868. Band II, Seite 478.

***) Leuckart, Artikel Zeugung, Seite 907.

angesehen werden, sondern ist als eine Auflagerung auf das Ei zu betrachten*).

Bei vielen Thieren besitzt diese Hülle eine grössere, für die Befruchtung wahrscheinlich wesentliche Oeffnung, die Mikropyle**). Man findet sie namentlich bei zahlreichen wirbellosen Thieren und bei Fischen, vielleicht auch bei höheren Wirbelthieren***). Pflüger spricht von einer Mikropyle des Katzeneies.

Das Ei ist enthalten in den Graaf'schen Follikeln des Eierstockes, kugeligen Blasen, welche eine sehr verschiedene Grösse haben. Bei Pferden erreichen sie den Umfang einer Bohne, bei Kühen den einer grossen Erbse, bei Schweinen und Hunden sind sie linsengross†). Sie sind in das Stroma des Ovariums eingebettet und werden von einer festen, durch das Stroma gebildeten, Wand, theca folliculi begrenzt, eine Membran, welche nach Innen zu in die mucosa oder membrana propria übergeht. Die Theca ist bindegewebig und dreimal so stark wie die mucosa. Letztere ist eine weiche Schleimhaut und besteht aus einem zarten reticulum und sehr zahlreichen, in den Maschen desselben befindlichen, Zellen. Die Innenfläche der Wandung des Follikels ist mit kleinen, gekerntem, rundlichen Zellen bekleidet, membrana granulosa, Epithel des Follikels, und diese Zellen bilden an einer Stelle durch stärkere Anhäufung eine warzenförmig nach Innen vortretende Verdickung, den Eihügel, cumulus ovigerus††).

Früher glaubte man, dass der cumulus ovigerus an der nach der Peripherie des Eierstockes gekehrten Seite des Follikels liege;

*) Kölliker, Gewebelehre, Seite 546. Ranke, Grundzüge der Physiologie des Menschen. Leipzig 1868, Seite 12. Hermann, Grundriss der Physiologie des Menschen. Berlin 1872, Seite 476.

***) Nach Barry war im Jahre 1853 Keber der erste, welcher diese Oeffnung Mikropyle nannte und an den Eierstockeiern der Unionen den Eintritt der Samenfäden durch dieselbe nachwies. Newport beobachtete dasselbe. Vergl. Ueber den Eintritt der Samenzellen in das Ei. Ein Beitrag zur Physiologie der Zeugung von F. Keber. Königsberg 1853.

***) Hermann, Physiologie, Seite 476.

†) Müller, Lehrbuch der Physiologie der Haussäugethiere. Wien 1862, S. 312.

††) Der Name cumulus ovigerus, Eihügel, ist von Kölliker eingeführt worden, weil die älteren Namen discus oophorus oder cumulus proligerus, Keimhügel, Keimscheibe, theils nicht zutreffend sind, theils zu Verwechslungen mit der Keimscheibe des befruchteten Eies Veranlassung geben.

genauere Untersuchungen haben aber ergeben, dass der cumulus ovigerus sich an derjenigen Stelle befindet, welche am Entfernsten von der Oberfläche des Eierstockes ist*).

Im hervorragendsten Theile des Eihügels liegt das Ei, eingebettet in die Zellen desselben und von ihnen festgehalten. Den übrigen Raum des Follikels füllt eine gelbliche Flüssigkeit, liquor folliculi, aus, durch welche der Follikel prall erhalten wird.

Die Entwicklung der Follikel und ovula geht nach Kölliker**) in embryonalen Ovarien von besonderen Drüsensträngen aus, welche eine oberflächliche Lage kleiner epitheliumartiger Zellen, die Vorläufer der membrana granulosa der Graaf'schen Follikel, und eine innere, zusammenhängende Masse etwas grösserer Zellen, die Eier, zeigen. Die Umbildung dieser Stränge in die Graaf'schen Follikel findet schon bei Embryonen statt und zwar sind die Vorgänge, welche die Sonderungen bewirken und immer Hand in Hand gehen, zweierlei: einmal Wucherung des bindegewebigen Ovarialstromas und dann ähnliche Erscheinungen an dem Epithel der Stränge. So entstehen Scheidewände, welche nach und nach die Stränge durchsetzen und dieselben in kleinere Abschnitte theilen, die häufig mehrere, zwei, drei, vier und noch mehr Eier, oft aber auch nur Ein Ei enthalten und mit oberflächlichem Epithel ausgekleidet sind. Indem nun diese Scheidewandbildungen sich wiederholen, zerfallen endlich die Stränge ganz und gar in einzelne kleinste Abschnitte, von denen jeder Ein Ei und eine Lage von Epithelien um dasselbe herum enthält und in einem besonderen geschlossenen Fache des Stroma liegt, womit dann die ersten Anlagen der Follikel gegeben sind.

Eben gebildete Follikel liegen ohne Ausnahme ganz dicht beisammen; nach und nach wuchert aber das Stroma weiter und die Follikel rücken auseinander. Zugleich tritt auch ein Theil des Stroma in nähere Beziehung zu den Follikeln und entwickelt sich zu der theca folliculi derselben.

Die weiteren Vorgänge gestalten sich folgendermassen: das Epithel der Follikel, das mit dem Stroma wuchernd um die ein-

*) Kölliker, Gewebelehre, Seite 546. — Frey, Histologie, Seite 590.

**) Kölliker, Gewebelehre, Seite 594 u. f.

zelen Eier sich herum bildete, ist bei eben gebildeten Follikeln eine dünne, aus einer einzigen Schicht glatter und häufig unscheinbarer Zellen gebildete Lage. Bald nehmen diese Zellen aber an Dicke zu und gestalten sich zu einem deutlichen Pflasterepithel. Die Pflasterepithelien werden in weiterer Entwicklung cylindrisch und beginnen, während zugleich die theca folliculi und das Ei mitwachsen, zu wuchern und bilden durch ihre Vermehrung erst zwei, dann drei und weiterhin noch mehr Zellenlagen, worauf dann die Bildung der Höhlung des Follikels sich einleitet. Dieselbe kommt durch eine Spaltbildung im Epithel selbst zu Stande und zwar scheint es stets die der Oberfläche des Ovariums nähere Wand des Epithels zu sein, in der eine Lücke auftritt. Die tiefste Lage des Epithels bleibt auf dem Ei liegen und so kommt es schliesslich zur Lagerung des Eies innerhalb eines, in der Höhle des Follikels vorspringenden, epithelialen Wulstes, des Eihügels. Das Weitere, die Vergrösserung der Höhlung, die Zunahme des liquor folliculi, ist leicht verständlich und keiner weiteren Ausführung bedürftig.

Die Neubildung von Follikeln und Eiern bei erwachsenen Individuen findet ganz in derselben Weise statt, wie im Embryonalleben. Es erscheinen wieder jene Follikelstränge und aus ihnen entwickeln sich in der oben beschriebenen Art Follikel und ovula*).

Die Loslösung des Eies.

Die Loslösung des Eies durch Bersten der Graaf'schen Follikel beginnt mit dem Eintritte der Geschlechtsreife der weiblichen Thiere und findet bei den Haussäugethieren während der sogenannten Brunst statt.

Früher glaubte man, die Loslösung der Eier werde erst bei der Begattung durch die Einwirkung des männlichen Samens herbeigeführt; genaue Untersuchungen haben aber ergeben, dass bei den Thieren zur Zeit der Brunst die Eichen sich selbstständig lösen und dass die Brunst das äussere Zeichen der Loslösung ist.

*) Kölliker, Gewebelehre, Seite 557. — Frey, Histologie, Seite 594.

Die Loslösung des Eies findet in folgender Weise statt: Wenn die ausgebildeten Graafschen Follikel der Zeit des Berstens entgegengehen, so vergrössern sich dieselben nach und nach und treten immer mehr an die Oberfläche des Ovariums, bis sie warzen- oder halbkugel-förmig über dieselbe hervorragen und nur noch von dünnen Häutchen, bestehend aus der tunica albuginea — einer fibrösen, den Eierstock überziehenden Haut — mit ihrer Bauchfellbekleidung, bedeckt sind. Die Vergrößerung eines Follikels, welches an diesen Punkt seiner Entwicklung gelangt ist, wird bewirkt durch fortdauernde Zellenwucherung der inneren Follikelhaut und steigende Ansammlung des liquor folliculi. Hat die Vergrößerung des Follikels eine gewisse Höhe erreicht, so vermögen die dünnen, entgegenstehenden Hüllen dem fortgesetzten und immer zunehmenden Drucke vom Innern des Follikels her nicht mehr zu widerstehen, dieselben reissen am erhabensten, am Meisten verdünnten Punkte ein und das Ei tritt, umgeben von den Zellen des Eihügels, aus dem geplatzten Follikel hervor*).

Man findet wohl auch die Eilösung in der Weise dargestellt, dass das Eichen den Follikel zum Bersten bringe. Hiernach wäre anzunehmen, das Ei verhalte sich bei seiner Lösung activ. Es verhält sich aber dabei in der That passiv, es bringt den Follikel nicht zum Bersten, sondern der Follikel berstet in Folge seiner gesteigerten Vergrößerung und giebt im Momente des Zerplatzens das Eichen frei.

Der Lebenslauf des Follikels ist mit seinem Zerplatzen noch nicht beendet, sondern es treten in ihm noch gewisse Bildungen auf, durch welche er zuletzt zu einem sogenannten gelben Körper wird und schliesslich ganz verschwindet.

Das weitere Schicksal des Eies.

Das gelöste austretende Ei gelangt unmittelbar in die Bauchhöhle und würde in derselben verbleiben, — ein Fall der vorkommen und dann Veranlassung zu der sogenannten Bauchschwangerschaft geben kann — wenn es nicht von der blattartig

*) Kölliker, Gewebelehre, Seite 556. — Frey, Histologie, Seite 594.

ausgefranzten Mündung des Eileiters, welche sich vor dem Bersten des Follikels kelchartig an die Ovarialoberfläche anlegt, aufgenommen würde. Durch die Flimmerbewegungen des, den Kanal des Eileiters auskleidenden, Epithels wird es weiter befördert und in den Uterus getrieben.

Es wurde bereits früher hervorgehoben, dass zur Ausführung der Zeugung die materielle Vereinigung des Samens mit dem Ei stattfinden muss; und wir haben uns nun darüber Aufschluss zu verschaffen, an welchem Orte die generativen Substanzen zusammentreten und in welcher Weise sich der Samenfaden mit dem Ei vereinigt.

Es ist noch nicht mit Sicherheit festgestellt, an welchem Orte die generativen Substanzen zusammentreten. Höchst wahrscheinlich findet der Zusammentritt derselben auf dem Ovarium selbst oder in der Nähe desselben, in den Tuben, Eileitern, statt; man findet häufig bei Säugethieren nach der Begattung die Oberfläche der Ovarien mit Samenfäden bedeckt. Dass der Zusammentritt der generativen Substanzen im Uterus sich vollzieht, ist nicht wahrscheinlich *).

Was die Beförderung des Samens durch die Eileiter bis zum Ovarium, trotz der entgegengesetzt gerichteten Flimmerbewegung, anbetrifft, so vermuthet man, dass dabei peristaltische Bewegungen des Uterus und der Tuben, nach dem Ovarium gerichtet, wirksam seien; die regellosen Bewegungen der Samenfäden können als Erklärung hierfür nicht verwerthet werden **).

Das befruchtete Ei wird unter normalen Verhältnissen durch die Bewegung der Flimmerepithelien der Eileiter in den Uterus befördert, in welchem es, auf einer gewissen Stufe seiner Entwicklung sich befindend, ankommt und sich weiter entwickelt. Bisweilen kommt es vor, dass das Ei nicht in den Uterus gelangt, sondern sich an einer anderen Stelle, z. B. in den Tuben festsetzt; solche Fälle geben Veranlassung zu den extrauterinen Schwangerschaften resp. Trächtigkeiten, welche uns jedoch hier nicht weiter interessiren.

Was die Art und Weise anbetrifft, in welcher die

*) Weiss, Physiologie, Seite 485.

**) Hermann, Physiologie, Seite 487.

Vereinigung des Samenfadens mit dem Ei stattfindet, so kann als sicher angenommen werden, dass die Samenfäden in das Innere des Eies eindringen; man hat bei den verschiedensten Thierarten die Samenfäden im Innern des Eies bemerkt *). Das Eindringen geschieht, wo eine Micropyle vorhanden ist, durch diese, sonst vielleicht durch actives Einbohren in die Eikapsel **).

Von dem Schicksal der in das Ei eingedrungenen Samenfäden weiss man nur so viel, dass sie nach kurzer Zeit verschwinden, sich auflösen.

III. Die Theorie der Befruchtung.

Wir haben bereits kennen gelernt, dass zur Bildung eines entwicklungsfähigen Keimes die materielle Vereinigung des Samenfadens mit dem Ei nothwendig ist und zwar vereinen sich die generativen Substanzen in der Weise, dass die Samenfäden in das Ei eindringen. Bald nach dem Eindringen beginnt der Entwicklungsprozess in der Eizelle — die Samenfäden veranlassen thatsächlich die Entwicklung des Eies zum Embryo und in weiterer Instanz zum neuen Individuum.

Die Eizelle ist aber, abgesehen von den Fällen der Parthenogenesis, auch im Stande, ohne den Zutritt des Samenfadens unter Umständen die ersten Stadien der Entwicklung in regelmässiger Weise durchzumachen. Sie geht jedoch in der Folge zu Grunde, wie jeder fremde, im Innern des Organismus befindliche organische Körper ***).

So fand Bischoff in den Eileitern einer Sau, deren Brunst

*) Hermann, Physiologie, Seite 477. — Ranke, Physiologie, Seite 13. — Weiss, Physiologie, Seite 485.

**) Hermann, Physiologie, Seite 477.

***) Ranke, Physiologie, Seite 13. — Darwin, Das Variiren etc., Bd. II. Seite 477.

ohne Befruchtung vorübergegangen war, eine Anzahl von Eiern in den verschiedensten Stadien der Furchung, mit zwei, vier und vielen Furchungskugeln. Nach Hermann haben Aehnliches Hensen beim Kaninchen, Oellacher beim Huhn und Kupffer bei Salpen beobachtet.

Ferner weist Leuckart darauf hin, dass man unter einer grösseren Anzahl unbefruchteter Froscheier, wenn man sie sorgfältig durchsucht, gewiss hier und da einzelne Dotter finden wird, welche in unverkennbarer Weise die ersten Stadien des Furchungsprocesses darbieten. Immer wird es freilich, nach der Anführung des genannten Autors, nicht zu einer förmlichen Furchung kommen, sondern nur zur Bildung einiger Vertiefungen, welche in der Richtung der ersten Furchungslinien verlaufen. Bisweilen soll man aber eine deutliche Zwei- und Viertheilung nachweisen können.

Aus diesen höchst interessanten Beobachtungen geht hervor, dass der Eizelle, welche den Ausgangspunkt eines neuen individuellen Lebens bildet, das Leben durch den Samenfaden nicht erst mitgetheilt wird, sondern dass sie eine reiche Fülle des Lebens in sich birgt, welches durch den Hinzutritt des Samenfadens ausgelöst wird, um sich in intensivster Weise zu entfalten.

Ferner ersehen wir daraus, dass die Entwicklung des Eies zum Embryo und weiterhin zu einem neuen Individuum — ausgenommen die Fälle der Parthenogenese — nur dann möglich wird, wenn der Samenfaden sich mit der Eizelle materiell vereinigt. Ohne diese Vereinigung geht die Eizelle zu Grunde, auch wenn sie die ersten Stufen der Entwicklung durchgemacht haben sollte.

Wir haben uns jetzt die Frage zu beantworten: In welcher Weise ist die Wirkung der Samenfäden zu erklären?

Die Annahme, der Samenfaden theile der Eizelle Leben mit, ist eine befremdende, wie Darwin sich ausdrückt, denn die Eizelle lebt.

Die Wirkung der Samenfäden muss also eine andere sein, und gerade die Thatsache, dass die Eizelle lebt, scheint einen mächtigen Anhalt für die Erklärung der Vorgänge bei der Befruchtung zu bieten.

Die Eizelle lebt und als lebender Theil besitzt sie auch die

Eigenschaften eines solchen und die hervorragendste Eigenschaft eines lebenden Theiles ist seine Reizbarkeit, ist die Irritabilität.

Als lebender Theil ist die Eizelle reizbar, ist sie im Stande auf Reize zu reagiren und zwar reagirt sie auf den Reiz, welchen der Samenfaden auf sie ausübt.

Wir wissen, dass der Reiz stets etwas Substanzielles ist, er ist *substantia irritans* und so ist auch der Reiz, der auf die Eizelle einwirkt und sie zur Entfaltung der Lebensthätigkeiten zwingt, welche bei ihr in dem Ablaufe des Entwicklungsprozesses sich äussern, substanziell, **der Samenfaden ist substantia irritans.**

Wie ich nun den Samenfaden als den reizenden Theil betrachte, so halte ich **die Eizelle für den reizbaren Theil, für die substantia irritabilis**, und wir sehen somit die Ursachen, welche die Einsetzung des Entwicklungsprozesses in der Eizelle bewirken, zurückgeführt auf jene einfachen Bedingungen, die im pathologischen Leben sowohl, als im physiologischen die verschiedenen Lebensthätigkeiten hervorrufen.

Der Samenfaden, als *substantia irritans*, reizt die Eizelle, indem er in sie eindringt und ruft an ihr zunächst einen Zustand hervor.

Ich erinnere daran, dass der Zustand stets eine einheitliche fertige Veränderung ist und dass er der Reizung, der *irritatio*, vorangeht. Der Zustand ist immer erst der Grund für die Reizung, nie folgt dieselbe direct dem Reize.

Der Zustand ist die nothwendige Folge eines wirk-samen Reizes und der nothwendige Grund für die folgende Reizung.

Der Zustand, *irritamentum*, welchen der Samen-faden an der Eizelle hervorrufft, heisst **Befruchtung.**

Die Befruchtung ist ein Zustand, welcher an der Eizelle hervorgerufen wird durch den vom Samenfaden ausgeübten formativen Reiz.

Auf den Befruchtungszustand folgt die **Reizung**, welche hier in einem **Bildungsprozesse**, der **Entwicklung** genannt wird, abläuft.

Die Entwicklung beginnt mit einem Formationsprozesse, mit der Furchung.

Bei der Furchung tritt zunächst der Dotter von der zona pellucida zurück, die Körner des Dotters bilden nicht mehr einen dichten Haufen wie früher, sondern zerstreuen sich, das Keimbläschen verschwindet und sehr bald tritt ein neuer, solider, anscheinend weicher, kugelig, mit einem Kernkörperchen versehener Kern auf.

Um diesen Kern sammelt sich der Dotter wieder an und vereinigt sich zur ersten Furchungskugel. Nach vorangegangener Theilung des Kerns theilt sich nun diese erste Furchungskugel erst in zwei, dann in vier Furchungskugeln und so in geometrischer Progression weiter, bis der ganze Raum der Eizelle mit einer grossen Menge kleiner, kugelig, stark lichtbrechender Zellen erfüllt ist, welche zusammen ein maulbeerförmiges Aussehen haben.

Die Furchung ist demnach in der That ein ausgezeichnete formativer Prozess; sie ist eine fortschreitende Zellentheilung, bei welcher jede kugelige Zelle in zwei Halbkugeln zerfällt *).

Bereits früher habe ich hervorgehoben, dass die verschiedenen Lebensthätigkeiten des thierischen Organismus nicht hervorgerufen werden durch verschiedene Reize, sondern dass wir je nach der Art der einsetzenden Lebensthätigkeit den vorangegangenen Reiz verschieden benennen.

Wir haben soeben gesehen, dass der Reiz, den der Samenfadens auf das Ei ausübt, zunächst einen formativen Prozess, die Furchung, zur Folge hat und aus diesem Grunde nennen wir den vom Samenfadens ausgeübten Reiz einen formativen Reiz.

Der formative Prozess, welcher dem Befruchtungszustande folgt, ist sehr vorübergehend. Sobald neue Zellen gebildet worden sind, setzen neben dem formativen die nutritiven und functionellen Prozesse ein und verbinden sich mit dem fortschreitenden Entwicklungsprozesse zu immer complicirteren Verhältnissen.

Es liegt auf der Hand, dass die Bedeutung des Samenfadens für die Eizelle mit seiner Wirkung als Reiz nicht erledigt sein kann. Im Hinblick auf die Vererbungerscheinungen muss die sich auflösende Substanz des Samenfadens modificirend, molecular verändernd auf den Dotter einwirken. Nur vermuthungsweise

*) Hermann, Physiologie, Seite 488.

ist es möglich, über diesen Punkt zu sprechen, denn bis jetzt sind unsere wissenschaftlichen Hilfsmittel nicht ausreichend, um über diesen Gegenstand ein entscheidendes Urtheil abzugeben. In den am Schlusse folgenden kurzen Betrachtungen über Vererbung werde ich meine Ansicht hierüber aussprechen und versuchen, den Begriff „Vererbung“ zu definiren.

IV. Der Unterschied zwischen Zeugung und Fortpflanzung.

Wir haben gesehen, dass die Zeugung in der Bildung entwicklungsfähiger Keime besteht und dass mit derselben die Entstehung einer jeden neuen Sonderexistenz beginnt.

Die Zeugung hat in der Regel, aber nicht immer die Production eines den Eltern ähnlichen Individuums zur Folge; das Resultat der Zeugung ist also nicht nothwendig die Production eines neuen Individuums, sondern das Resultat ist schon der eingeleitete Entwicklungsprozess, gleichviel ob derselbe mit der Production eines neuen Individuums abschliesst oder nicht, oder ob das producirte und zur Selbstständigkeit gelangte Individuum den Eltern ähnlich ist oder nicht. Aus diesem Resultate dürfen wir umgekehrt einen Rückschluss auf die vorangegangene Zeugung machen.

Folgt der Zeugung die Production eines den Eltern ähnlichen Individuums, so sprechen wir von Fortpflanzung.

Die Fortpflanzung ist ein sehr zusammengesetzter vitaler Prozess, welcher mit der Zeugung beginnt und in der Production eines den Eltern ähnlichen Individuums seinen Abschluss findet.

In dem Entwicklungsprozesse, welcher nach der Zeugung einsetzt, treten alle Thätigkeiten des thierischen Organismus miteinander verbunden auf. Der formative Prozess bewirkt die

Vermehrung der Elemente, der nutritive sorgt für die Erhaltung der neu gebildeten Elemente und veranlasst ihr Wachstum (nutritives Wachstum), der functionelle Prozess endlich führt zu verschiedenartigen Verrichtungen, welche zum Zwecke der gebildeten Theile im Einzelnen und in ihrer Gesamtheit nothwendig sind.

Die Fortpflanzung darf nicht mit der Zeugung identificirt werden; erstere ist von letzterer wesentlich verschieden, wenn auch die Fortpflanzung ohne Zeugung nicht möglich ist.

Abgesehen davon, dass die Zeugung ein einfacher vitaler Act, die Fortpflanzung aber ein äusserst complicirter Prozess ist, dürfen wir auch aus anderen Gründen Zeugung und Fortpflanzung nicht für gleichbedeutend halten.

Wir haben gesehen, dass die Zeugung allerdings die Fundamentalprozesse des thierischen Lebens einleitet, aber nicht in allen Fällen schliessen diese Prozesse mit der Production eines neuen Organismus überhaupt oder eines den Eltern ähnlichen Individuums ab; es folgt also nicht in allen Fällen die Fortpflanzung der Zeugung. Wir dürfen daher die Fortpflanzung immer erst dann als eingetreten ansehen, wenn ein den Eltern ähnliches Individuum producirt ist.

So stellt sich bei den Thieren, welche einer Metamorphose unterworfen sind, das unmittelbare Product des der Zeugung folgenden Entwicklungsprozesses oft so verschieden von den Elternthieren dar, dass man glauben möchte, es stamme von diesen Eltern gar nicht ab. Man kann doch in einem solchen Falle nicht sagen: „die Elternthiere haben sich fortgepflanzt,“ sondern darf erst dann von einer Fortpflanzung reden, wenn die Metamorphose mit der Entstehung eines den Eltern ähnlichen Thieres abschliesst.

Ich erinnere hier an den Generationswechsel, bei welchem die Producte des ersten Entwicklungsprozesses eine gewisse Reihe weiterer Entwicklungsstadien zu durchlaufen haben, ehe sie zu Individuen werden, welche den Eltern ähnlich sind.

Würden wir z. B. den bei der Entwicklung der Trematoden — Saugwürmer — aus dem Ei hervorgehenden, dicht mit fortwährend schwingenden Wimpern besetzten, im Wasser umherschwimmenden Embryo für den Abkömmling eines Saugwurmes

halten, wenn es nicht durch Beobachtung festgestellt wäre? Oder würden wir eine mit Cercarien gefüllte Redia für eine weitere Entwicklungsstufe dieses Embryo, also ebenfalls für den Abkömmling eines Saugwurmes ansehen? Würden wir Angesichts der merkwürdigen Formen, welche bei der Entwicklung von *Taenia solium*, *Taenia coenurus* und anderen Entozoën auftreten, nicht in grosser Ungewissheit über die Abkunft derselben sein, wenn uns nicht die wissenschaftlichen Forschungen darüber aufgeklärt hätten? Die bei dem Generationswechsel auftretenden Ammenformen, bei denen alle Lebensthätigkeiten des fertigen Thieres, selbst mit Einschluss der Vermehrung, vorkommen, weichen, wie wir kennen gelernt haben, so ausserordentlich von der Endform ab, dass man sie lange Zeit für besondere Thierformen, ja für Thiere ganz verschiedener Klassen oder Ordnungen gehalten hat, wie ich bereits früher hervorgehoben habe. Dürfen wir nun diesen Gebilden gegenüber, im Hinblick auf die Elternthiere von einer Fortpflanzung sprechen? Nein! Erst dann, wenn die neu entstehenden Individuen den ganzen Entwicklungskreis durchgemacht haben und zu Individuen geworden sind, welche den Eltern ähnen.

Dagegen dürfen wir von der Zeugung sprechen, sobald die erste Ammenform sich entwickelt hat, denn ohne Zeugung würde sie nicht existiren. Geht diese Ammenform zu Grunde, ohne zur Production eines neuen Individuums gedient zu haben, oder ohne sich zu der elterlichen Gestalt zu entwickeln, so folgt in diesen Fällen der Zeugung die Fortpflanzung überhaupt nicht. Der Fortpflanzungsprozess wurde allerdings angebahnt, gedieh bis zu einem gewissen Punkte, fand aber nicht seinen Abschluss in der Production eines neuen, den Eltern ähnlichen Individuums, die Elternthiere pflanzten sich nicht fort.

Mit Rücksicht auf die geschlechtlich getrennten Säugethiere können wir mit vollem Rechte sagen: „dieses oder jenes Elternpaar hat sich fortgepflanzt,“ wenn wir die ihnen ähnlichen Jungen vor uns sehen. Angenommen aber, das weibliche Thier eines Säugethierpaares abortirt stets, wenn es bis zu einem gewissen Grade der Trächtigkeit gelangt ist, so haben wir Angesichts der jedesmaligen Trächtigkeit oder der abortirten Frucht immer die Gewissheit, dass eine Zeugung stattgefunden hat, aber nie sind

wir in diesem Falle im Stande von einer Fortpflanzung zu reden, denn dieses Säugethierpaar hat während der Dauer seines ganzen Lebens kein neues, ihm ähnliches Individuum producirt.

Wir sehen daraus, dass die Zeugung mit der Fortpflanzung nicht identificirt werden darf.

Die Fortpflanzung ist von der Zeugung abhängig und hat erst dann stattgefunden, wenn ein neues Individuum producirt ist, welches den Eltern ähnt.

Die Zeugung ist unabhängig von der Fortpflanzung und hat auch dann stattgefunden, wenn ein neues Individuum nicht producirt wird, sondern wenn die Entwicklung nachweislich nur begonnen hat, oder wenn Individuen producirt werden, welche den Eltern nicht ähnen.

Die Fortpflanzung wird häufig eine Function genannt, also als ein einfacher Prozess hingestellt. Dass ich dieser Ansicht nicht bin und nicht sein kann, geht aus dem oben Gesagten hervor. Die Fortpflanzung ist kein einfacher Prozess, sondern ein äusserst complicirter, so dass man ihn nach einem einzelnen der ihn zusammensetzenden Prozesse, welche bei der Entwicklung eines neuen Thieres alle von gleicher Wichtigkeit sind, nicht benennen kann. Die Regel: „*nominatio fit a potiori*“ kann hier keine Anwendung finden.

V. Vererbung.

Es liegt nicht in meiner Absicht, auf das Wesen der Vererbung einzugehen, sondern ich will nur den Versuch machen, den Begriff „Vererbung“ zu definiren.

Es ist ausserordentlich schwierig, über das Wesen der Vererbung zu sprechen und eine Theorie der Vererbung aufzustellen. H. von Nathusius*) äussert sich hierüber sehr richtig

*) H. von Nathusius, Vorträge über Viehzucht und Racenkenntniss. Erster Theil. Berlin 1872.

folgendermassen: „Diejenige Einsicht, welche unsere jetzigen Hilfsmittel über die Anfänge des individuellen Thierlebens möglich machen, bietet auch nicht das Mindeste für die Frage von der Vererbung im Sinne des Thierzüchters. Deshalb ist es ein nutzloses Vorgehen, mit einem gelehrten Apparate die Lehre von der Vererbung anzufangen. Wir sind auch hier wieder, wie in so vielen anderen Fällen, auf Beobachtung der — wenn man es so bezeichnen darf — gleichsam fertigen Erscheinung angewiesen; wir können die Wirkung beobachten — nicht die Ursache. Hierüber sind die gründlichen Forscher, welche ihr Leben solchen Untersuchungen gewidmet haben, vollkommen einig; es ist von keinem derselben der Versuch ausgegangen, eine Theorie der Vererbung aufzustellen, daran haben sich bisher nur solche versucht, welche in einem Erfassen der Oberfläche der Sache eine Blende gefunden haben, um die Lücke zu verhüllen, welche jeder aufrichtige Forscher in dieser Hinsicht anerkennt.“

Ebenfalls sehr schwierig ist es, den Begriff „Vererbung“ zu definiren. H. von Nathusius sagt sehr einfach: „Das Uebergehen der elterlichen Eigenschaften auf die Nachkommen nennen wir Vererbung.“

Dieser Ausspruch ist wahr und aus dem Leben gegriffen, er ist nicht künstlich construiert. von Nathusius sagt nur, was wir Vererbung nennen, aber nicht, was Vererbung ist. Er vermeidet dabei den Missgriff derjenigen Autoren, welche die Vererbung für eine Fähigkeit der Thiere halten und welche mit grosser Weitläufigkeit Definitionen geben, die der Sache durchaus nicht auf den Grund gehen.

Es herrscht in dieser Beziehung dasselbe Missverständniss, auf welches von Nathusius in Bezug auf Vererbungs-Theorien hinweist. Die Definitionen gehen nicht von der Ursache, sondern von der Wirkung aus. Sie beziehen sich auf die Vererbungserscheinungen, aber nicht auf das Ursächliche derselben, auf die Vererbung.

In dem Folgenden will ich den Versuch machen, eine Definition des Begriffes „Vererbung“ zu geben.

Die Vererbung äussert sich in der Thatsache, dass jeder thierische Organismus, wenn er sich fortpflanzt, auf directem oder indirectem Wege Nachkommen producirt,

welche in ihren morphologischen und physiologischen Eigenschaften eine mehr oder weniger deutlich ausgesprochene Aehnlichkeit mit den morphologischen und physiologischen Eigenschaften der Eltern zeigen.

Da wir nun wissen, dass die Fortpflanzung erst dann als zu Stande gekommen betrachtet werden darf, wenn den Eltern ähnliche Individuen producirt worden sind, so ergiebt sich daraus, dass Vererbung und Fortpflanzung in innigstem, untrennbarem Zusammenhange stehen.

Die Aehnlichkeit zwischen Eltern und Kindern, das Kriterium, nach welchem wir die Vererbung beurtheilen, ist eine ganz alltägliche Erscheinung. Die Kinder ähnen den Eltern in der Regel nicht nur im allgemeinen Körperbau und in allgemeinen Eigenschaften, sondern in vielen Fällen auch in ganz speciellen, zuweilen sehr untergeordneten Eigenthümlichkeiten, und wir sind so sehr daran gewöhnt, im grossen Ganzen das Bild der Eltern in den Kindern wiederzufinden, oder, mit anderen Worten gesagt, wir sind so sehr an die Erscheinungen der Vererbung gewöhnt, dass wir es als etwas Ungewöhnliches betrachten, wenn die Kinder in irgend wesentlichen Punkten von den Eltern abweichen.

Trotzdem ist die Vererbung aber eine der wunderbarsten Erscheinungen.

Wenn wir es vom thierzüchterischen Standpunkte aus auch als selbstverständlich ansehen, so ist es dennoch höchst wunderbar, dass sich z. B. aus der mikroskopisch kleinen Eizelle einer guten Milchkuh ein männliches Individuum entwickelt, welches späterhin als erwachsenes, zeugungsfähiges Thier mit weiblichen Individuen seiner Art weibliche Nachkommen zu produciren vermag, welche ergiebige Milchdrüsen besitzen, und selbst Milch von einer gewissen Beschaffenheit liefern.

Ueberhaupt ist es wunderbar, dass Eigenthümlichkeiten der Eltern durch die männlichen und weiblichen Sexualproducte, welche so klein sind, dass wir sie mit unbewaffnetem Auge nicht sehen können, auf die Nachkommen übertragen werden, und dass diese wieder dieselben Eigenthümlichkeiten den folgenden Generationen überliefern.

Wenn wir nach den Ursachen der wunderbaren Erscheinungen

der Vererbung forschen, wenn wir den Versuch machen wollen, uns einigermassen eine Vorstellung von dem Zustandekommen der Vererbung zu verschaffen, so werden wir den richtigsten Weg einschlagen, wenn wir von den niederen Thieren ausgehen, welche sich durch Längs- oder Quertheilung fortpflanzen.

Wenn wir die einfachsten aller thierischen Organismen, die Moneren, ins Auge fassen, so sehen wir, dass ein Moner, dessen Körper ein einfaches, form- und structurloses Plasmaklumpchen darstellt, sich theilt, sobald sein Wachstum eine gewisse Grenze erreicht hat. Die Theilungsproducte, welche aus diesem Theilungsprozesse hervorgehen, ergänzen sich alsbald zu vollen Individuen, und diese behalten die Eigenschaften des früheren Ganzen bei, denn jedes neue Individuum ist buchstäblich die Hälfte des alten, und muss natürlich mit allen Eigenschaften des früheren ganzen elterlichen Individuums ausgestattet sein, denn die morphologischen Eigenschaften sowohl als die physiologischen haften an der Materie.

Die Ursachen der Vererbungserscheinungen lassen sich hier leicht erklären, und ebenso leicht sind sie bei denjenigen Thieren erklärbar, die sich durch Knospenbildung fortpflanzen. Von diesen Thieren trennen sich Stücke ab, die dann weiterhin durch Bildung neuer Theile sich zu vollkommenen Individuen gestalten, welche dem Elternthiere sehr ähnlich oder fast gleich sind.

In diesen Fällen liegt es klar auf der Hand, dass die Vererbungserscheinungen nothwendige Folge der materiellen Gleichartigkeit des kindlichen und des elterlichen Organismus sind. Die kindlichen Organismen gehen unmittelbar aus Theilstücken der elterlichen Organismen hervor, und so müssen nothwendiger Weise die ersteren den letzteren fast gleich oder sehr ähnlich werden.

Was nun die höheren, gonochoristischen Thiere anbetrifft, so haben wir auch bei diesen daran fest zu halten, dass die generativen Substanzen, welche das erste Material zum Aufbau des Embryo liefern, Theile der elterlichen Organismen sind. Wenn nun auch bei diesen Thieren die Verhältnisse viel complicirter liegen, und die Ursachen der Vererbungserscheinungen nicht so ins Auge springend sind, wie bei den niederen, durch Theilung oder Knospenbildung sich fort-

pflanzenden Organismen, so wurzeln jedoch auch hier die Vererbungserscheinungen in dem materiellen Zusammenhange der elterlichen und kindlichen Organismen, denn die Kinder sind in letzter Instanz immer Theile der Eltern. Wir dürfen deshalb a priori voraussetzen, dass sie auch Aehnlichkeit mit den Eltern haben werden, eine Voraussetzung, welche wir a posteriori überall durch die Vererbungserscheinungen bestätigt sehen.

Nachdem wir nun kennen gelernt haben, dass die allgemeinen Ursachen der Vererbungserscheinungen in der materiellen Continuität der elterlichen und kindlichen Organismen, in der theilweisen Gleichartigkeit der den elterlichen und kindlichen Organismus constituirenden Materie zu suchen sind, treten wir jetzt an die Beantwortung der Frage heran: „Was ist Vererbung?“

Aus unseren früheren Betrachtungen wissen wir, dass bei den gonochoristischen Thieren zur Bildung eines entwicklungs-fähigen Keimes die materielle Vereinigung der generativen Substanzen nothwendig ist.

Wenn die generativen Substanzen sich materiell vereinigen, so wird der entwicklungs-fähige Keim gebildet, indem die Samenfäden in die Eizelle eindringen, und an ihr den Befruchtungszustand hervorrufen, die Eizelle befruchten.

Auf den Befruchtungszustand folgt die Entwicklung des Keimes zum neuen Individuum, und der Verlauf dieser Entwicklung ist ein ganz bestimmt geregelter.

Die den neu entstehenden Organismus aufbauenden Elemente bilden und lagern sich in ganz bestimmter Weise, und zwar bilden und lagern sich dieselben derartig, dass ein Individuum entsteht, welches in seinen morphologischen und physiologischen Eigenschaften Aehnlichkeit mit den morphologischen und physiologischen Eigenschaften der Eltern zeigt.

Der Entwicklungsprozess verläuft also unter gewöhnlichen Verhältnissen immer derartig, dass er mit der Production eines, den Eltern ähnlichen, Individuums abschliesst und daraus ersehen wir, dass durch die materielle Vereinigung der generativen Substanzen ein Keim gebildet wird, der nicht nur im Stande ist, sich überhaupt zu einem neuen Individuum zu entwickeln, sondern der sich auch in ganz bestimmter Weise zu entwickeln vermag.

Die Eizelle ist der Keim für das neue Individuum; zum entwicklungsfähigen Keime wird sie erhoben durch die Einwirkung des Samenfadens, und ist sie zum entwicklungsfähigen Keime erhoben, ist durch die Einwirkung des Samenfadens der Befruchtungszustand an ihr hervorgerufen worden, so hat sie auch gleichzeitig die Fähigkeit erlangt, sich nach einer gewissen Richtung hin zu entwickeln, sie wird durch die Einwirkung des Samenfadens zu einer ganz bestimmten Entwicklungsrichtung **prädisponirt**.

Prädisposition ist kein physiologischer, sondern ein streng anatomischer Begriff. Man versteht unter Prädisposition die anatomische Einrichtung der Theile, durch welche sie zu gewissen Leistungen befähigt werden. Die anatomische Einrichtung der Theile wird bedingt durch die molekuläre chemische und physikalische Constitution ihrer Elemente, so dass die Prädisposition auf diese letzten Ursachen zurückgeführt werden kann.

Unter Prädisposition der befruchteten Eizelle verstehe ich die molekuläre chemische und physikalische Constitution ihrer Elemente, durch welche sie zu einer gewissen Entwicklungsrichtung befähigt wird; die Entwicklung der Eizelle ist ihre Leistung.

Die Prädisposition zu einer gewissen Entwicklungsrichtung erhält die Eizelle, ehe sie sich zu entwickeln beginnt, denn sowie der Entwicklungsprozess einsetzt, vollzieht er sich von vornherein in der Richtung, zu welcher die Eizelle an und für sich und durch Einwirkung des Samenfadens prädisponirt ist.

Von der Art der Entwicklung der Eizelle, von der Entwicklungsrichtung, zu der die Eizelle von Anfang an prädisponirt ist, ist die Aehnlichkeit zwischen Eltern und Kindern abhängig.

Wir wissen, dass die Vererbung sich in der Aehnlichkeit zwischen Eltern und Kindern aussert und so liegt der Schluss nahe, die Vererbungerscheinungen seien als das Resultat einer bestimmten Entwicklungsrichtung zu betrachten.

Nach diesen Betrachtungen kann die Definition des Begriffes Vererbung nur folgendermassen lauten:

Vererbung ist die Prädisposition der Eizelle zu einer bestimmten Entwicklungsrichtung; diese Prädisposition erhält die Eizelle im

Augenblicke ihrer Vereinigung mit dem Samenfaden und sie wird geregelt durch den molekulären Bau der generativen Substanzen.

Oder anders und kürzer gesagt:

Vererbung ist materielle Prädisposition, ein Zustand, welcher mit dem Befruchtungszustande zusammenfällt und an der Eizelle eintritt, sobald der Entwicklungsprozess beginnt.

