

Beiträge zur Morphologie und Anatomie der Rhipsalideen.

Von

Dr. Hermann Vöchting.

Einleitung.

In den nachfolgenden Blättern gebe ich die Resultate einer Reihe von Untersuchungen, welche ich im Verlaufe längerer Zeit an Arten aus der Cacteen-Gruppe der Rhipsalideen ausgeführt habe. Dieselben wurden begonnen im Jahre 1869; doch gelang es mir damals noch nicht, den verwickelten Bau der Stammspitze klar zu legen. Durch anderweitige Untersuchungen und verschiedene Umstände in meinem Leben unterbrochen, konnte ich die Arbeit nicht eher als im Winter 1871—1872 wieder aufnehmen; in dieser Zeit aber habe ich dieselbe unablässig verfolgt und, soweit es die wichtigsten Resultate anlangt, zu Ende geführt.

Die ursprüngliche Aufgabe bestand in der Untersuchung der Stammspitze genannter Pflanzen, in der Feststellung des morphologischen Verhältnisses der bei ihnen vorhandenen Rindenstränge zu den Gefässbündeln des normalen dicotylen Kreises. Erst später, bei Untersuchung der eigenthümlich gebauten Epidermis, ergab sich die innige Beziehung des anatomischen Baues der letzteren zu der jeweiligen morphologischen Form resp. systematischen Stellung der einzelnen Arten. Durch genauere Verfolgung dieses Verhältnisses, wie der

feineren anatomischen Unterschiede der Arten überhaupt, dehnte sich die Arbeit um ein Beträchtliches aus. — Zuletzt wurde noch die Untersuchung der Achselsprossbildungen, der exogen und endogen angelegten, hinzugezogen, und damit die Arbeit vorläufig abgeschlossen. — Der zahlreichen Lücken, die in derselben sich vorfinden, bin ich mir klar bewusst; sie beruhen zum grössern Theile auf der Schwierigkeit, mit welcher zur Untersuchung geeignetes Material von den im Ganzen seltenen Pflanzen nach meiner etwas abgelegenen Vaterstadt zu beschaffen war. Nichtsdestoweniger hoffe ich, dass die im Vorliegenden niedergelegten Resultate für die Kenntniss der engeren Gruppe sowohl, wie als Beitrag zum genaueren Studium des Baues der Cacteen nicht ganz ohne Werth sein werden.

Wie schon angedeutet, zerfällt die ganze Arbeit der Ausführung wie dem Inhalte nach in zwei Theile, deren erster die allgemeine Morphologie und Anatomie des Stammes, den Bau der Epidermis und die hieraus sich ergebende systematische Anordnung der Arten, der zweite dagegen die detaillirte Darstellung der Entwicklungsgeschichte der Stammspitze enthält.

Auffallend und abweichend, wie die äussere Gestaltung der Cacteen, ist auch die innere anatomische Struktur derselben. Während uns bei den meisten Arten der Gattung *Peirescia* der normale Bau der Dicotyledonen noch in seiner ursprünglichen Reinheit entgegentritt, begegnen wir schon bei den Formen der Gruppe der *Rhipsalideae* ausser dem Gefässbündelkreise auch noch einzelnen Bündeln in der Rinde. Eine ähnliche oder gleiche Struktur dürfte wohl sämmtlichen *Phyllocacteen*, vielen *Cereastreen* und manchen *Opuntien* zukommen. Bei vielen *Cereastreen*, *Melocacteen*, *Echinocacteen* und den meisten *Mammillarien* kommt aber, um die Complication zu vollenden, noch ein drittes Element hinzu, nämlich Bündel im Mark.

Ueber die Anatomie der Cacteen haben wir bis jetzt nur wenig erfahren. Ausser einzelnen zerstreuten Bemerkungen über die Epidermis und ihre Bildungen, die Spaltöffnungen, über Stärkekörner, Krystalle, grosse Saftzellen, u. s. w. ist mir nur eine Arbeit älteren Datums bekannt: die Abhandlung *Schleiden's* in den

Memoiren der Petersburger Akademie von 1839, unter dem Titel: „Beiträge zur Anatomie der Cacteen von M. J. Schleiden.“

Ueber diese Abhandlung zu referiren, natürlich nur kurz und soweit sie die Cacteen betrifft, halte ich wegen einiger Beziehungen derselben zu meiner Arbeit für nothwendig.

Nach Besprechung der Formen der Parenchymzellen erwähnt Schleiden der eigenthümlichen, in Mark und Rinde vorkommenden grossen Zellen, die ganz mit Pflanzenschleim angefüllt sind. Andere Parenchymzellen führen Krystall-Drusen, die meist aus oxalsaurem Kalk bestehen; bei manchen Arten kommen dieselben in auffallender Menge vor, so bei *Coreus senilis*.

Bei *Opuntia cylindrica* bleiben manche Parenchymzellen im Mark und in der Rinde noch lange Zeit zengungsfähig. In ihnen entstehen junge Zellen, welche die Mutterzellen resorbiren, sich ausdehnen und so zur Vergrösserung von Mark und Rinde beitragen. Schleiden glaubt, dass ähnliche Verhältnisse auch noch bei den *Melocacteen*, *Mammillarien* und *Echinocacteen* vorkommen. Dann schliesst er aus der Lagerung vieler Wände um die Gefässbündel in der Rinde, dass auch diese einer nachträglichen Theilung der Rindenzellen ihre Entstehung verdanken.

In Bezug auf Epidermis, Rinde und Borke wird bemerkt, dass das Collenchym in jugendlichen Zuständen stetig in die Rinde übergehe, dass also die Ausbildung der letztern von aussen beginne. Später dagegen ist das Collenchym mit nur seltenen Ausnahmen scharf abgesetzt, und eine, zwei, drei oder mehr Zelllagen stark. Die Seitenwände der Epidermiszellen sind bald gerade, bald wellig gebogen; die obere Wand ist bald eben, bald papillös oder kugelig erhaben. Die Spaltöffnungen haben alle eine charakteristische Form: sie sind von zwei halbmondförmigen Zellen umgeben, die den Schliesszellen parallel laufen. Die kleinen verkümmerten, bald abfallenden Blätter der *Opuntia*-Arten sind auffallender Weise mit ebenfalls verkümmerten oder monströsen Spaltöffnungen bedeckt. — Die Bildung der Borke tritt mit einem gewissen Alter des Individuums ein, und zwar an bestimmten Punkten, von wo aus sie sich in concentrischen Kreisen fortsetzt. Die Korkbildung wird eingeleitet dadurch, dass in einigen Epidermiszellen eine trüb-gelbliche Masse auftritt, welche bei ihrer stärkeren Ansammlung die Seitenwände der Epidermiszellen sprengt und deren obere Wandungen emporhebt. Auf eine nicht völlig aufgeklärte Weise entstehen in diesem trüben Stoffe Wände, welche Zellen herstellen,

die genau radial gerichtet sind. Anfangs sind dieselben dünn, später aber verdicken sie sich bedeutend und stellen dann den Kork dar.

In Betreff des Holzkörpers der Cacteen führt Schleiden Folgendes an. Bei einzelnen Formen giebt es geschlossene Holzringe; bei andern sind die Bündel völlig vereinzelt. Mehr als ein Kreis von Strängen kommt aber nicht vor. Bei den *Opuntia*-Arten bilden sie keine continuirliche Platte, sondern ein vielfach durchbrochenes Netz. Ungemein mannigfaltig sind die Verhältnisse bei der Knotenbildung, d. h. bei der Anastomose zweier Bündel zur Abgabe peripherischer Acste. Die kugligen Formen zeigen hierbei die grösste Regelmässigkeit, so z. B. die *Mammillarien*, bei denen die Blattbasen ganz dicht aufeinander stehen, und die Gefässbündel daher ein regelmässiges Netz bilden, an welchem jede Masche einer Blattbasis entspricht.

Die vom Holzkörper austretenden Bündel verlaufen nach drei Richtungen: 1) „Ein Bündelchen geht zur Blattbasis. Bei beginnender Knospenbildung breitet dasselbe durch Verästelung sich seitlich aus, und schliesst sich allmählig oben zu. Auf diese Weise bildet es einen hohlen Cylinder mit netzförmiger Wand, der sich an einem Ende genau den Rändern der durch Anastomose der Hauptgefässbündel gebildeten Schlinge, von deren unterem Umfange das primitive Bündelchen zur Blattbasis abging, einfügt; an der andern Seite aber, nachdem er kurz zuvor das primitive Bündel für die Blattbasis aus seiner Zusammensetzung entlassen, sich etwas contrahirt, um so in den Seitenast einzutreten, woselbst er sich dann wieder verzweigt und die Holzmasse dieses Astes bildet. — 2) Ein zweites Bündelchen geht in der Mitte zwischen zwei der vorigen in das Rindenparenchym des Internodiums, um sich daselbst zu verzweigen. 3) Ein dritter Strang endlich schlägt sich dicht unterhalb des erstern in's Innere, um daselbst eine Art von Markknotengeflecht zu bilden.“ — Diese Verhältnisse sind am klarsten bei *Echinocactus*, *Cereus Curtisii* und *C. variabilis*. Da wo die Rinde relativ dünn ist, fehlen die unter 2 und 3 angeführten Gefässbündel, so bei *Opuntia monacantha* und auch bei manchen *Mammillarien*.

Die Zusammensetzung des Holzkörpers ist eine äusserst verschiedene. Bei vielen ist das Bündel nach aussen durch Bast begrenzt, so bei *Rhipsalis*, *Peirescia*, den meisten *Cereus* u. s. w., oder das Cambium grenzt direct an die Rinde, oder das Bündel

hat anstatt des Bastes einen Gummigang, wie bei *Opuntia peruviana*. Die Bastzellen sind kurz, spröde, greifen oft mit ziemlich stumpfen Spitzen in einander und haben deutliche Porencanäle. — Der erwähnte Gummigang kommt nur bei der genannten Pflanze vor, und bildet hier wie die Bündel ein continuirliches Netz. — Diejenigen Cacteen, welche weder Bast noch Gummigang besitzen, haben im Gefässbündel ein eigenthümliches Elementarorgan, nämlich weite, zwischen tonnen- und spindelförmig in der Mitte stehende dünnwandige Zellen, welche Ring- oder Spiralfasern führen, die sehr breit mit der schmalen Kante auf die Zellmembran aufgesetzt sind. Man findet diese eigenthümlichen gefässartigen Zellen am häufigsten bei *Echinocactus*, *Melocactus* etc. und sie setzen hier oft den ganzen Holzkörper zusammen.

Hinsichtlich der Entstehung der Gefässbündel und der Bildung des Holzkörpers führt Schleiden Folgendes an. „In der keimenden Pflanze von *Mammillaria simplex* hört ein Bündelchen der noch zarten Zellen auf, neue Elemente in seinem Innern zu entwickeln und bildet anstatt dessen Verdickungsschichten in spiralförmiger Folge. Durch die Dehnung der benachbarten Parenchymzellen werden die neu gebildeten Spiralfaserzellen stark in die Länge gezogen, oft so stark, dass die ursprüngliche Zellmembran abstirbt und die Spiralfaser frei zu liegen kommt. Später bei regelmässigerer Ausdehnung werden die Spiralfasern in Ringe verwandelt, indem abwechselnd zwei Windungen unter einander zu einem Ringe verwachsen, und eine dazwischen liegende ausgedehnt und allmählig reeorbirt wird.“ Die Holzzellen wachsen dagegen factisch in die Länge und schieben sich mit ihren spitzen Enden an einander vorbei. — Das spätere Wachsthum des Bündels wird vom Cambium vollzogen, welches nach innen Holz-, nach aussen Bast- oder parenchymatische Elemente bildet. — Trägt man bei *Opuntia monacantha* oder *peruviana* von aussen allmählig Schicht um Schicht der Rinde ab, so gelingt es häufig, gerade die Stelle zu treffen, in denen der Zellbildungsprocess im Gange ist. „Hier beobachtet man nun Folgendes: Der Bildungsprocess beginnt im unteren Theile des Stammes zuerst und schreitet allmählig nach oben fort. In den untersten Zellen des Cambiums bilden sich Cytoblasten und auf diesen Zellen, die schmal und zart durch die ganze Zelle in die Höhe wachsen. Ihr Anstossen an die nächstobere Wand erweckt denselben Bildungsprocess in der nächstfolgenden Zelle u. s. f. Im Innern der auf diese Weise entstandenen Zellen bilden sich

dann neue Zellen, die sich allmählig neben einander vorbei bis zur ganzen Länge der Mutterzelle ausdehnen. Schon sehr früh zeigen sich in diesen Zellen die spiraligen Verdickungen, oft so zart, dass man sie kaum mit der grössten Mühe, und oft nur am Rande der Hervorragungen in das Zellenlumen hinein erkennt. Endlich werden die Mutterzellen vollständig resorbirt, und die neu entstandenen entwickeln sich auf gedoppelte Weise, nach innen zu Holzzellen, nach aussen aber zu Cambialzellen, in denen alsbald dasselbe Spiel auf's neue beginnt.“

Soviel aus der Arbeit von Schleiden, die von zehn schön ausgeführten Tafeln begleitet ist. Selbstverständlich braucht hier auf eine nähere Besprechung der darin vorgetragenen Ansichten über Zellbildung nicht eingegangen zu werden. Die Arbeit fällt in die erste Zeit der Entwicklung unserer heutigen Lehre von der Pflanzenzelle, zu der der berühmte Autor selbst einen wesentlichen Beitrag geliefert hat. Erst später haben sich die Ansichten über diesen Gegenstand geklärt; doch dürfte Schleiden schwerlich jemals solche Bilder gesehen haben, wie sie auf seiner Tafel V, Figg. 3 und 4 dargestellt sind. — Das Ganze ist mehr eine Darstellung des fertigen Zustandes, und als solche sehr werthvoll; für die Entwicklungsgeschichte des Stammes hat es wenig Bedeutung. Das, was von der Entstehung der Stränge bei *Opuntia monacantha* und *peruviana* gesagt wurde, betrifft die Bildung secundärer Stränge, nicht der primären, deren Entwicklung, wie ich später zeigen werde, ganz verschieden ist.

Um ein Eindringen in die verwickelten anatomischen Verhältnisse der Cacteen zu ermöglichen, kann man natürlich nicht mit Gestalten, wie *Melocactus*, *Echinocactus* etc. beginnen; der Anfang muss mit einfacheren Formen gemacht werden, um bei diesen eine gesicherte Grundlage zu gewinnen, von der aus man schrittweise zur Untersuchung der höheren Complicationen übergehen kann. Für solche Formen mit einfacheren Verhältnissen schien mir die Gruppe der *Rhipsalideae* die geeignetsten Vertreter zu stellen. Dieselben haben, wie schon Eingangs angedeutet, einen normalen dicotylen Kreis von Bündeln, daneben aber unregelmässig gelagerte kleinere Stränge in der Rinde. Das anatomische und entwicklungsgeschichtliche Verhältniss der letzteren zu den ersteren, der Bau der Stammspitze, soll im zweiten Theile dieser Arbeit eingehend erörtert werden.

I.

Allgemeine Morphologie und Anatomie. — Systematische Anordnung der Genera und Arten.

Die Gruppe der Rhipsalideen zeichnet sich aus durch grosse Vielgestaltigkeit, und manche ihrer Arten weichen in der äussern Erscheinung weit ab von den gewöhnlichen Formen der Cacteen. Die meisten haben ein System sich reichverzweigender Sprosse, welche ein begrenztes Wachstum besitzen. Länge und Stärke dieser Sprosse sind sehr verschieden. Von einer kleinen Form der *Rhipsalis salicornioides*, deren Glieder selten eine Länge von mehr als 20 Mm. erreichen, giebt es eine ununterbrochene Reihe zu *Rh. paradoxa*, deren Sprosse durchschnittlich 15—20 Cm., oft aber die zwei- drei- und mehrfache Länge besitzen.

Einige Arten, wie *Rh. pachyptera*, *Rh. Swartziana*, gleichen im Habitus manchen *Phyllocactus*-Formen; andere, wie *Rh. paradoxa*, haben eine *Cereus*-artige Gestalt; noch andere, wie *Rh. floccosa*, *Rh. funalis*, sind stielrund. Während bei den meisten Arten die Sprosse sämtlich gleichförmig gebaut sind, treffen wir bei einigen eine eigenthümliche Formverschiedenheit der Glieder, wie z. B. bei *Rh. Saglionis*. Diese Pflanze hat zweierlei Sprosse, lange und kurze. Aus dem Boden kommen solche, die oft die Länge eines Fusses und darüber erreichen; an diesen finden sich kleine, etwa 7—10 Mm. lange, aber fleischigere Glieder, die meist eine dunkler grüne Färbung besitzen. Die ersteren entwickeln sich sehr rasch, sind während ihrer Bildung lang zugespitzt, peitschenförmig; aus ihnen sprossen, und zwar gewöhnlich nur nach der Spitze hin, die kurzen Glieder hervor, meist dichtgedrängte Büschel bildend. Das umgekehrte Verhältniss findet nicht statt, nie habe ich aus kurzen Sprossen lange hervorwachsen sehen; immer findet man die kurzen an langen oder auf der Spitze kurzer, und die langen Glieder an langen entspringend. Das ganze Sprosssystem bietet so den Anblick eines beblätterten Zweiges dar, und es erhellt auch aus den später anzuführenden anatomischen Thatsachen, dass die kurzen Glieder thatsächlich vorwiegend die Functionen der Blätter vollziehen. Engelmann verglich sie daher (mündlich) mit den im Herbst abfallenden kurzen Zweigen von *Taxodium distichum*, eine Analogie,

die dadurch um so passender wird, dass auch von den kurzen Sprossen unserer Pflanze alljährlich im Winter eine kleine Anzahl abfällt.

Blattstellung und Blattnatur.

Die Rhipsalideen gehören zu den wenigen Cacteen-Gruppen, welche äusserlich ausgebildete Blätter besitzen. Diese sind zwar häufig sehr klein, sodass man sie erst bei näherer Betrachtung gewahrt, wie bei *Rh. salicornioides*, *Rh. Saglionis*; bei anderen Arten sind sie grösser, wenn auch immer noch sehr klein im Vergleich zur Masse des ganzen Stammes, so bei *Rh. paradoxa*, *Lepismium radicans* u. s. w. Sie liegen dem Stamme stets flach an, sind nach der Form des letzteren also entweder von platter Gestalt, oder mit den Rändern nach innen gekrümmt; fast platt bei *Rh. paradoxa*, schwach nach innen gekrümmt bei *Rh. Cassytha*, stark mit beiden Rändern nach innen umgeschlagen bei *Lepismium radicans*.

Das Stellungsverhältniss dieser kleinen Gebilde verdient eine genauere Beachtung.

Beginnen wir mit der einfachsten Form der Blattstellung. Die Arten *Rh. rhombea*, *crispata*, *pachyptera* u. a. besitzen der Mehrzahl nach Sprosse mit zwei breiten, flügelartig vorspringenden Orthostichen, die den Gliedern eine blattartige Gestalt ertheilen. Die Distanzen der Blätter sind nicht überall gleich, sondern je zwei der in der Entwicklung aufeinander folgenden sind einander etwas genähert. Dies ist mit Leichtigkeit am Vegetationspunkte, meist aber auch noch am fertigen Spross sicher zu beobachten, (cf. Fig. 1 auf Taf. XXXI, und Fig. 15 auf Taf. XLI). — Von diesem einfachsten Verhältniss, der $\frac{1}{2}$ Stellung, haben wir nur einen Schritt zum nächstfolgenden, der $\frac{1}{3}$ Stellung, bei anderen Gliedern der eben genannten Pflanzen. Auch hier sind an den drei geraden Zeilen je drei Blätter einander genähert. — Bei allen Arten mit zwei breiten Flügeln finden sich nun weiter Sprosse mit vier geraden Zeilen, und es entsteht die Frage, ob wir es hier mit $\frac{1}{4}$ Stellung oder mit alternirender $\frac{1}{2}$ Stellung zu thun haben, bei welcher nach der Braun-Schimper'schen Bezeichnung der Uebergang vom letzten Blatt des ersten Wirtels zum zweiten des nächstfolgenden durch einen jedesmaligen prosothetischen Schritt von $\frac{1 + \frac{1}{2}}{2}$ vermittelt wird. Zur Lösung dieser Frage wurde eine Reihe von hierher gehörigen Sprossen untersucht, allein das Resultat

war kein ganz bestimmtes. Vierzeilige Glieder von *Lepismium radicans* waren sicher nach dem letztgenannten Verhältniss angeordnet, und die meisten bei anderen Arten beobachteten Erscheinungen sprachen ebenfalls dafür, dass dies das ursprüngliche Stellungsverhältniss ist. Einige Fälle sind dagegen wegen der an ihnen beobachteten Unregelmässigkeiten lehrreich, und verdienen hier erwähnt zu werden. Ein mir vorliegendes Glied von *Rh. Swartziana* hat unten nahe der Ansatzstelle drei nur schwach vorspringende Kanten; die Blätter sind hier nach $\frac{1}{3}$ Stellung angeordnet, wobei die Distanzen etwas ungleich sind. Dann wird der Spross plötzlich vierkantig. Der Uebergang von der $\frac{1}{3}$ zu der neuen Stellung geschieht dadurch, dass eine Kante übersprungen wird und das nächste Blatt um 180° von dem letzten der $\frac{1}{3}$ Stellung entfernt steht. Das nun folgende Blatt ist von dem letzten durch eine Divergenz von 270° entfernt, das hierauf folgende wieder um 180° . Bis hierher stimmt die Stellung mit der oben gegebenen Erklärung überein, allein das nun Folgende erregt Zweifel. An das letzte Blatt schliesst sich nämlich das jetzt kommende mit nur 90° an, das hierauf folgende steht um 180° entfernt; das nächste schliesst sich wieder mit 90° an, und das nun kommende mit 180° , u. s. w. Hier ist also der Uebergang von einem Blattpaare zum anderen nicht durch $\frac{1 + \frac{1}{2}}{2}$, sondern durch $\frac{1}{2}$ hergestellt. Doch dürfte dies nur in einer longitudinalen Verschiebung am Stamm, nicht der Anlage nach begründet sein, eine Annahme, die darin ihre Unterstützung findet, dass auch die Distanzen der übrigen Blätter dieses Sprosses unregelmässig sind. — Ein ähnliches Verhältniss, wie das eben beschriebene, finde ich an einem längeren Gliede von *Rh. rhombea*, doch mit dem Unterschiede, dass dasselbe nahe an seinem oberen Ende in fast rechtem Winkel umgebogen ist, und dass hier die Blätter in mit einander alternirenden Paaren stehen, also das ursprüngliche Stellungsverhältniss zeigen. Doch findet sich hier eine andere Anomalie: je zwei der zusammengehörenden Blätter stehen thatsächlich auf gleicher Höhe, eine Erscheinung, die nur durch ungleiches longitudinales Wachstum des Stammes hervor gebracht sein kann, da nach meinen zahlreichen Untersuchungen alle Blätter der vegetativen Region in spiraliger Folge angelegt werden, spätere Verschiebungen aber in longitudinaler Richtung, wie ich bald zeigen werde, in ausgedehntester Weise vorkommen. Leider habe ich die spärlicher auftretenden vierzeiligen Sprosse

entwicklungsgeschichtlich nicht untersuchen können. Trotz der grossen Wahrscheinlichkeit, die sich nach dem angeführten für die alternirende $\frac{1}{2}$ Stellung an den 4zeiligen Sprossen ergibt, glaube ich dennoch nicht, dass man Grund hat, das Vorkommen von $\frac{1}{2}$ Stellung zu bezweifeln, und zwar aus Analogieen, die in Kurzem ihre Besprechung finden sollen.

An die eben besprochenen Glieder mit drei Orthostichen schliesst sich nun eine Modification der $\frac{1}{2}$ Stellung, die Rh. paradoxa darbietet. Die Normal- oder doch häufigste Stellung der Blätter dieser Pflanze ist $\frac{1}{3}$; je drei Blätter sind von den drei folgenden durch längere Interfolien getrennt, und der Uebergang von jedem dritten zum vierten Blatt wird durch eine Prothese von $\frac{1 + \frac{1}{3}}$

vermittelt. Dadurch kommen sechs Blattreihen zu Stande. Unter jedem Blatt bildet sich eine plötzlich und stark vorspringende Kante, die aber nicht bis zum unter ihm stehenden Blatt 7 reicht, sondern in der Höhe von den drei nach unten folgenden Blättern allmählig verläuft und schliesslich verschwindet. Es sind also eigentlich sechs Kanten vorhanden, allein dadurch, dass sich dieselben von Blatt zu Blatt nur immer zur halben Länge ausbilden, treffen wir auf gleicher Höhe immer nur drei, die mit den nach oben und unten nächstfolgenden alterniren. Der Anlage nach und meist auch noch im entwickelten Zustande sind sämtliche Blätter einzeln gestellt; es kommt aber auch vor, und ich fand dies besonders schön an einem Exemplare in Kew-Garden, dass je drei Blätter auf gleicher Höhe am Stamm stehen, und somit alternirende $\frac{1}{2}$ Quirle gebildet werden. In diesem Falle tritt der vorhin beschriebene Verlauf der Kanten am deutlichsten hervor. Während hier durch ungleiches Wachsthum falsche Quirle hergestellt wurden, werden in anderen, und zwar den weitaus zahlreichsten Fällen, höchst unregelmässige Formen gebildet. So kommt es z. B. vor, dass das eine der drei gewöhnlich genäherten Blätter ganz nach unten verschoben ist, während die beiden andern auf fast oder ganz gleicher Höhe stehen; ebenso kann das umgekehrte Verhältniss stattfinden, oder alle drei Blätter können weit auseinander gerückt sein, kurz, die Distanzen ein Bild der völligsten Unregelmässigkeit darbieten. — Zu den genannten Fällen, die sich sämtlich auf ursprüngliche $\frac{1}{2}$ Stellung zurückführen lassen, tritt nun noch ein neues Stellungsverhältniss, nämlich $\frac{2}{3}$. Dabei können nun sämtliche Blätter eines Sprosses nach diesem Verhältniss angeordnet

sein, oder nur ein Theil derselben, z. B. die unten am Spross stehenden, während die nach oben folgenden nach $\frac{1}{3}$ geordnet sind. In einem Falle finde ich unten $\frac{2}{3}$ Stellung, dann steht in der Mitte des Sprosses das 7te Blatt über dem ersten, also nach alternirender $\frac{1}{3}$ Stellung, und diese geht oben wieder deutlich in $\frac{2}{3}$ über. Andere Glieder haben annäherungsweise $\frac{2}{3}$ Stellung, und in noch anderen Fällen lässt sich gar kein bestimmtes Stellungsverhältniss nachweisen; wenn ein solches der Anlage nach vorhanden ist, so muss es durch späteres unregelmässiges Wachsthum derart verschoben sein, dass im fertigen Zustande nichts mehr davon zu erkennen ist. In allen diesen Fällen verlaufen die Kanten, wie früher, nie von ihrem Blatt zu dem senkrecht darunter stehenden, sondern hören etwa in der Mitte des Weges auf, und verlaufen allmähig in den Stamm.

Etwas verschieden ist die Stellung bei *Rh. pentaptera*. Wie schon der Name andeutet, hat die Pflanze normal 5 Kanten mit $\frac{2}{3}$ Stellung. Unter der grössern Anzahl von Gliedern mit 5 Kanten kommen nun erstens solche mit 6 vor, also mit alternirender $\frac{1}{3}$ Stellung, wie sie sich bei *Rh. paradoxa* findet; jedoch mit dem Unterschiede, dass bei *Rh. pentaptera* die Kanten völlig ausgebildet sind, und nicht wie dort bis bloss zur Hälfte des Weges zwischen zwei übereinanderstehenden Blättern. Weiter kommen nun aber noch Sprosse mit 7 Kanten vor, die nach dem Verhältniss von $\frac{2}{3}$ angeordnet sind. Oft sieht man unten am Spross 5 Kanten, dann tritt plötzlich noch eine neue hinzu, um mit den übrigen bis an's Ende des Sprosses zu verlaufen, oder bald wieder aufzuhören, und der ursprünglichen Fünzfahl Platz zu machen. Dieselben Uebergänge finden sich an Gliedern mit 6 und 7 Kanten; alle drei Formen der Blattstellung habe ich bis jetzt an einem und demselben Gliede nicht beobachtet, wiewohl ich sicher glaube, dass auch dieser Fall vorkommt. Die beschriebenen Verhältnisse haben desshalb ein hohes Interesse, weil sie uns an demselben Pflanzenspross nicht nur Uebergänge von den ersten Gliedern der Hauptreihe der Blattstellungsverhältnisse zu den nächstfolgenden derselben, sondern, was noch ungleich wichtiger ist, selbst solche zwischen den Gliedern der Hauptreihe und der ersten Nebenreihe darbieten. Sie zeigen uns, wie äusserst schwankend und inconstant die Blattstellungsverhältnisse überhaupt sein können. Und zwar beruhen diese Unregelmässigkeiten nicht auf nachträglicher Verschiebung, sondern sind der Anlage nach vorhanden, wenigstens

insofern, als wir unter Anlage das der Beobachtung zugängliche Auftreten der jungen Blatthöcker verstehen. Dies zeigt am besten Rh. pentaptera, bei der ungleiches longitudinales Wachstum verschiedener Stamm Parteien wohl unregelmässige Höhenstellung der Blätter hervorbringt, nicht aber auf die Anzahl der Kanten einen Einfluss hat; diese hängt vielmehr gänzlich von der in der Anlage begründeten Divergenz der Blätter ab. — Aehnliche Schwankungen in der Zahl der Orthostichen habe ich an vielen Cereus-Arten beobachtet, und A. Braun führt ebenfalls (cf. Tannenzapfen p. 131) an, dass $\frac{2}{3}$ Stellung neben $\frac{3}{4}$ und $\frac{4}{5}$ vorkomme bei *Solidago canadensis*, *Epacris grandiflora*, *Reseda odorata* und einigen anderen Pflanzen. Daraus aber, dass sich bei Rh. pentaptera und Rh. paradoxa Uebergänge von der $\frac{3}{4}$ zur $\frac{2}{3}$ Stellung finden, schliesse ich, dass wenn bei den früher genannten Pflanzen Glieder mit 4 Kanten vorkommen, auch wohl $\frac{1}{2}$ Stellung möglich sein könnte, selbst wenn es bis jetzt nicht gelungen ist, dieselbe direct zu beobachten. Denn ich sehe nicht ein, warum ein Uebergang, der bei den dritten Gliedern der beiden Reihen vorkommt, nicht auch bei den zweiten, bei $\frac{2}{3}$ und $\frac{1}{2}$ Stellung, auftreten sollte.

Es erübrigt nun noch, unsere Untersuchung über die Blattstellung auf die Arten mit runden Gliedern auszudehnen.

Das einfachste Verhältniss, dass sich hier darbietet, findet sich an den kurzen Sprossen von Rh. Saglionis und mesembryanthoides, es ist dies $\frac{3}{4}$ Stellung. Die Blätter stehen meistens in geraden Zeilen, die oftmals schwach vorspringende Kanten bilden. Auch bei dieser Pflanze treten häufig Glieder mit 6 Orthostichen auf, und ebenso wie früher können auch hier beide Stellungsverhältnisse an demselben Spross vorkommen. Hin und wieder, doch seltener, kommen auch Glieder mit $\frac{2}{3}$ Stellung vor. Longitudinale Verschiebungen kann man hier ebenso wie bei Rh. paradoxa beobachten; ferner sind Drehungen des Stammes nichts Seltenes. Doch lässt sich in den meisten Fällen das Stellungsverhältniss, wenn auch oft nur mit Mühe, entziffern. — Ungleich schwieriger wird die Untersuchung bei den langen Sprossen der beiden genannten Pflanzen. In einzelnen Fällen, und dies scheint das häufigere Vorkommen zu sein, finde ich $\frac{2}{3}$, in andern $\frac{3}{4}$ Stellung. Beide Verhältnisse können auch an demselben Spross auftreten; endlich kommen aber auch noch solche vor, und zwar sind dies die stärksten Glieder, an denen ein bestimmtes Stellungsverhältniss aufzufinden nicht

möglich ist. Eben so wenig vermochte ich ein solches an den langen Sprossen von *Rh. pendula* zu erkennen.

Das Höchste von Unregelmässigkeit bietet *Rh. funalis* dar. Die Sprosse dieser Pflanze sind sämmtlich gleichgestaltet, ein Unterschied zwischen langen und kurzen ist nicht vorhanden. Die Blattstellung am entwickelten Gliede ist nun völlig unregelmässig, ein bestimmtes Stellungsverhältniss durchaus nicht zu finden. Oft stehen drei oder vier Blätter auf ziemlich gleicher Höhe am Stamm, dann folgen mehrere in unregelmässiger Spiralstellung, dann können wieder zwei auf gleicher Höhe stehen, oder, wenn mehrere Blätter eine Spirale bilden, steht plötzlich das, welches nach oben folgen sollte, tief nach unten verschoben, und was derartige Vorkommnisse mehr sind. Dabei erscheinen die Divergenzen völlig ungleich, während z. B. zwei Blätter deutlich seitlich genähert sind, stehen andere um die doppelte oder dreifache Weite von einander entfernt. — Der Anlage nach sind aber sämmtliche Blätter dieser Pflanze in regelmässiger Spiralstellung geordnet, wenigstens war an jungen Sprossen, welche eben die ganze Anzahl ihrer Blättchen angelegt hatten, bestimmt $\frac{2}{3}$ Stellung vorhanden. *Rh. funalis* hat nämlich die Eigenthümlichkeit, die Anlage sämmtlicher junger Blätter am Spross zu vollenden, ehe stärkeres intercalares Wachstum desselben eintritt. Daher kommt es, dass die Blättchen dann dicht zusammen, wie Schuppen an einem Tannenzapfen stehen und das Stellungsverhältniss leicht verfolgen lassen. Erst bei der nun folgenden Streckung, die an der Basis des Sprosses beginnt, und von da allmähig nach der Spitze hin fortschreitet, lässt sich die unregelmässige Ausbildung der einzelnen Theile desselben verfolgen, und somit die ganze Unregelmässigkeit in der Stellung der Blätter am fertigen Spross auf ein nachträglich stattfindendes ungleiches Wachstum verschiedener Stammportionen zurückführen. Wie es scheint, finden auch hier nur longitudinale Verschiebungen statt, wenigstens lassen sich an Gliedern des mittleren Entwicklungsstadiums häufig noch Orthostichen verfolgen. Doch wäre es möglich, dass auch nachträgliche schwache laterale Verschiebungen vorkommen, was ich jedoch dahin gestellt sein lasse.

Bei *Rh. floccosa* sind die Sprosse länger, die sehr kleinen Blätter stehen entfernter; das junge Glied bildet sich schon an der Basis aus, während es an der Spitze noch weiter wächst, aber die Unregelmässigkeiten in der Blattstellung sind ähnlich wie bei *Rh. funalis*. Das Gleiche gilt von *Rh. pendula*. *Rh. conferta* hat

theils Sprosse, an denen die Blätter nach $\frac{1}{2}$ Stellung angeordnet sind, theils solche, an denen kein bestimmtes Verhältniss aufzufinden ist. Bei *Rh. Cassytha* finden sich Sprosse mit $\frac{1}{2}$, alternirender $\frac{1}{2}$ - und $\frac{1}{2}$ Stellung.

Was die eigenthümliche *Rh. salicornioides* anlangt, so beobachtet man am entwickelten Spross sowohl Verhältnisse, welche auf eine Stellung von $\frac{1}{2}$ mit einem prosynthetischen Schritt $\frac{1 + \frac{1}{2}}{2}$ zwischen je zwei der aufeinanderfolgenden Blattpaare hindeuten, als auch solche, die $\frac{1}{2}$ vermuthen lassen.

Werfen wir am Schluss dieser Betrachtungen noch einmal einen Blick auf das Ganze, so zeigt sich, dass die Arten des Genus *Rhipsalis* in Bezug auf Blattstellung vielleicht das Höchste von Unregelmässigkeit darbieten, das im Pflanzenreiche bekannt ist, und zu den wenigen Fällen zu zählen sind, welche Hofmeister in seiner „Allgemeinen Morphologie“ unter „Inconstante Divergenzen“ aufgeführt hat. — Die Frage, ob die bei den langen Sprossen von *Rh. Saglionis* und *Rh. pendula* beobachteten Fälle völlig unregelmässiger Stellung auf der Anlage nach regelmässige Verhältnisse zurückzuführen, also bloss durch ungleiches Wachsthum verschiedener Stammpartien zu erklären, oder ob sie in vielen Fällen nicht schon der Anlage nach vorhanden sind, wage ich nicht zu entscheiden. Das Vorkommen von Sprossen mit regelmässiger Stellung unter solchen mit unregelmässiger, die der Anlage nach regelmässige, im ausgewachsenen Zustande dagegen stets völlig unregelmässige Stellung der Blätter bei *Rh. funalis* berechtigen zu der ersteren der beiden Annahmen; — das bei anderen Arten vorkommende Schwanken zwischen verschiedenen Stellungen, wie zwischen $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{2}$ ($\frac{1}{2}$) und $\frac{1}{2}$, lässt dagegen auch die zweite zu. Denn denken wir uns die Uebergänge zwischen den verschiedenen Stellungsverhältnissen nicht in längeren Zeiträumen wiederholt, — so dass sie sich am fertigen Spross erkennen lassen — sondern in kurzen und vielleicht obendrein noch unregelmässigen Intervallen vor sich gehend, so müsste bald ein Bild der völligsten Unregelmässigkeit entstehen. Fände beispielsweise ein solches Schwanken zwischen $\frac{1}{2}$ (Divergenz = $102\frac{1}{2}^{\circ}$) und $\frac{1}{2}$ Stellung (Divergenz = 135°) an den langen Sprossen von *Rh. Saglionis* oder *Rh. pendula* statt — stände z. B. das zweite Blatt vom ersten um $102\frac{1}{2}^{\circ}$, das dritte vom zweiten um 135° , das vierte vom dritten wieder um 135° , das fünfte vom vierten um $102\frac{1}{2}^{\circ}$ entfernt, u. s. f., so leuchtet ein, dass keine Grundspirale

entstehen könnte. Dieser Vorgang allein würde schon genügen, ganz abgesehen von dem ausserdem noch vorhandenen ungleichen intercalaren Wachsthum des Stammes, sämtliche an den genannten Pflanzen vorhandenen Unregelmässigkeiten zu erklären. Dass aber ein derartiges Schwanken, freilich in längeren Zeiträumen, vorkommen kann, lehren, wie schon erwähnt, *Rh. pentaptera*, *Rh. paradoxa*, u. s. w. Ja, es lässt sich bei ersterer Pflanze, wie auch bei manchen *Cereus*-Arten mit senkrechten Orthostichen beobachten, dass zu der bestimmten Zahl von vorhandenen plötzlich eine neue tritt, die aber nur kurz, von einem Blatt oder Stachelbüschel gebildet ist, und dann plötzlich wieder 'aufhört. Hier ist offenbar auf das Auftreten eines neuen Stellungsverhältnisses sofort die Rückkehr in das frühere erfolgt, eine Thatsache, die als wichtige Stütze für die eben gemachte Annahme dienen könnte. Leider führte die Untersuchung der Laubknospen von *Rhipsalis Saglionis* und *pendula* zu keinem bestimmten Resultate, da die äussern Blätter sich mit den Rändern so wenig umfassen, dass die meisten derselben beim Uebertragen der Präparate vom Messer auf den Objectträger ihren Ort verliessen, und somit die zur Bestimmung des fraglichen Verhältnisses erforderliche Zahl nicht vorhanden war.

Betrachten wir nunmehr die kleinen schuppenförmigen Blättchen etwas genauer. Dieselben sind sitzend und zeigen ausser der schon früher erwähnten verschiedenen Krümmung bei mässiger Vergrösserung eine bei den verschiedenen Arten auch etwas differente Gestalt. Sie sind z. B. bei *Rh. Saglionis* verlängert dreieckig; haben eine breite Basis bei geringerer Höhe und abgestumpftem Ende bei *Rh. paradoxa*; oder sind versehen mit einem mittleren grösseren und zwei seitlichen kleineren Lappen, die oft etwas am Stamm herabhängen, bei *Rh. pendula* (Taf. XXXV, Fig. 2). Mit Ausnahme ihres basalen Theiles bestehen sie aus verlängerten, oft sehr langen Zellen; die stark gebogene Quer- und schwächer gekrümmte Längswände haben. Der Rand eines Blattes ist eigenthümlich ausgebildet. Seine Zellen wachsen nämlich haarähnlich aus und bilden dadurch einen franzenartigen Saum, (Taf. XXXV, Fig. 3); einzelne isoliren sich in ihrem oberen Theile ganz und biegen sich dabei oft hakenförmig um; andere bleiben zu zweien oder mehreren seitlich vereinigt. Die Wände der äusseren Zellen sind stark verdickt, und die der Aussenseite des Blattes zeigen auswärts gekehrte Wölbungen, während die der Innenseite eben

oder der Blattkrümmung entsprechend schwach gebogen sind. Die Grösse und Stärke des Blattes richtet sich meist nach der Mächtigkeit der Sprosse, welche diese bei den verschiedenen Arten erreichen, und danach ist auch der Rand etwas verschieden gebaut. Während er bei *Rh. Saglionis* nur eine oder zwei Zelliglagen stark ist, umfasst er bei *Rh. pendula* drei bis vier und bei *Rh. paradoxa* noch mehr, jedoch derart, dass stets die innerste, dem Stamm zugekehrte Zelllage des Blattes die am weitesten vorspringende ist, während die nach aussen folgenden an Länge dachartig abnehmen. — Früher oder später, je nach den Arten, werden aber sämtliche Blätter abgeworfen; der ältere Stamm ist meist stets blattlos.

Die Verfolgung der Anlegung der Blätter am Vegetationspunkte führt zu einigen nicht uninteressanten Punkten. Es sei dazu die Stammspitze von *Lepismium radicans* gewählt, deren zweiflüglige Sprosse die geeignetsten sind. An diesen stehen die Blätter in zwei Zeilen, die um genau 180° von einander entfernt sind. Ich will nun, um feste Bezeichnungen zu haben, den Schnitt, der die Axe des Stammes und die Medianen der Blätter trifft, den Medianschnitt, den darauf senkrecht gerichteten, der wohl die Axe, aber keine Blätter trifft, den Lateralschnitt nennen. Der erstere zeigt Folgendes (vergl. Taf. XXXI, Fig. 1). Die Insertion des von dem schwach gewölbten Vegetationspunkt rechts gelegenen jüngsten Blatthöckers reicht von a bis b, die des zweiten Blattes, das schon weit über die Stammspitze hervorragte, von c bis d, die des dritten, noch weiter entwickelten, von b bis e, die des vierten von d bis g, die des fünften von e bis f, die des sechsten offenbar von g bis h, u. s. w. Erst bei Blatt 8 ist bei i eine kleine Einbuchtung entstanden, die übrigens nicht immer gebildet wird. Durch sie und die obere Ansatzstelle des Blattes die Insertionslinie zu legen, wäre durchaus willkürlich. Der Entwicklungsgeschichte nach haben wir die gesammte äussere Rinde als zusammengesetzt aus den mit dem Stamm verwachsenen Blattbasen zu betrachten.

Die Anschauung, dass die Basen der Blätter auch bei den höhern Pflanzen den Stamm gleichsam berinden, ähnlich wie es unter den niedern Pflanzen besonders bei den Charen in auffallender Weise geschieht, ist nicht mehr neu; sie findet sich klar ausgesprochen bei Hofmeister¹⁾. Diese Ansicht ist in der weitaus grössern Mehrzahl der Fälle zweifellos richtig, allein sie hat auch ihre Ausnahmen. Gleichwie bei *Salvinia* von vornherein gewisse

1) Allgemeine Morphologie, pag. 520.

Theile der aus der Scheitelzelle hervorgegangenen Segmente zur Herstellung des Internodiums angelegt werden, so giebt es auch unter den höhern Pflanzen Fälle, in denen gewisse, zwischen den jugendlichen Blattanlagen gelegene Axenstücke zu Internodien bestimmt werden, an deren Rindenbildung die Basen der jungen Blätter keinen Antheil haben. Dies ist der Fall bei *Myriophyllum*. Hier ist die Wachstumsaxe der an dem schlanken Vegetationskegel angelegten Blätter anfangs senkrecht gerichtet zu der des Stammes, und die Linie, welche obere und untere Ansatzstelle des Blatthöckers verbindet, läuft fast parallel mit der Stammaxe. Die untere Ansatzstelle des Blattes zeigt hier nie den allmäligen Uebergang in den Stamm, wie er in den meisten Fällen beobachtet wird, sondern ist stets scharf abgesetzt, und aus der Verfolgung der Entwicklung der Gewebe lässt sich darthun, dass hier die Blattbasis dem Stengel keine neue Schichten auflagert.¹⁾ Wie ich vermuthe, zeigen auch unsere übrigen Wasserpflanzen mit schlanken Vegetationskegeln ähnliche Verhältnisse.

Das genaue Gegentheil bieten nun die Rhipsalideen dar. Wie oben gezeigt, ist hier zwischen dem Stamm und der unteren Ansatzstelle des Blattes keine Grenze zu ziehen, sondern der Entwicklung nach die ganze äussere Rindenpartie als Blattgrund zu betrachten. Dieser erfährt nun in radialer Richtung ein rasches Wachstum, sodass er bald über den obern, äussern Theil vorragt, bei manchen Arten so weit, dass die äusserlich sichtbaren Blattschuppen am fertigen Stamm in einer Einkerbung stehen. — Im Hinblick auf die angeführten Thatsachen dürfte man vielleicht noch einen Schritt weiter gehen, und behaupten, dass bei den Rhipsalideen nicht bloss der Blattgrund, sondern die Lamina des Blattes selbst, oder doch der grössere Theil derselben, mit dem Stamm verwachsen sei, und dass man das äusserlich vorragende Schüppchen nur als Blattspitze zu betrachten habe. Diese Anschauung findet eine Unterstützung in der Thatsache, dass, wie ich später zeigen werde, der aus dem Blatt kommende Blattspurstrang bei den zweiflügligen Arten nicht sofort in den Holzkörper tritt, sondern erst der ganzen Länge nach durch das zu ihm gehörige Internodium hinabläuft, und in demselben zahlreiche Zweige abgiebt, die ein unregelmässiges Geflecht bilden. Dieses in Verbindung mit der That-

1) H. Vöchting, zur Histologie und Entwicklungsgeschichte von *Myriophyllum*. Nova Acta etc. 1872.

sache, dass die äusseren Stammtheile hier ja auch die physiologischen Functionen der Blätter vollziehen, da die äusseren, früh abfallenden Blättchen für den Process der Assimilation keine Bedeutung haben, giebt der Anschauung sicher einige Berechtigung. Und wenn dieselbe auch für den heutigen Zustand keine Bedeutung hätte, so liesse sich doch auf die angedeutete Weise ein Vorgang ausmalen, wie — die Richtigkeit der Descendenz-Theorie vorausgesetzt — im Verlaufe langer Zeit durch allmähliges Verwachsen der Lamina eines sitzenden Blattes mit dem Stamm, und damit Hand in Hand gehende Uebertragung der Functionen des Blattes an den letztern so abweichende Axenformen erzeugt werden könnten, wie die Rhipsalideen sie darbieten.

Das eben Gesagte gilt jedoch streng genommen zunächst nur für die zweiflügeligen Arten. Doch lassen sich dieselben Anschauungen auch auf die rundgliedrigen und mehrkantigen Formen ausdehnen, denn in Bezug auf die Grenze zwischen Stamm und Blatt am Vegetationspunkte lässt sich dasselbe wiederholen, was von den zweiflügeligen Arten gesagt wurde. Dasselbe gilt von allem Uebrigen, nur treten die Blattspurstränge der rundgliedrigen Formen früher in den Holzkörper ein, durchlaufen nicht erst das ganze Internodium, geben aber sonst ebenso, wie die früher genannten, Stränge für die Rinde ab.¹⁾

Sprossbildung.

Werfen wir jetzt noch einen weiteren Blick auf unsern schon mehr besprochenen Vegetationspunkt von *Lepismium radicans*. In den Achseln der ersten vier Blattanlagen gewahrt man keinerlei Achselproduct, ihre unteren Ansatzstellen reichen bis dicht auf die oberen der nächst unter ihnen stehenden. Auf der Basis des fünften oder sechsten Blattes dagegen findet ein neuer, eigenthümlicher Theilungsprocess statt (Taf. XXXI, Fig. 2). Dies ist die Anlage des Achselsprosses, die anfangs nur aus wenigen, in lebhafter Theilung begriffenen Zellen besteht. Die Mitte dieses kleinen Vegetationspunktes ragt schwach vor, und ist manches Mal von

1) Die Betrachtung der anatomischen Verhältnisse der Cacteen hatte schon Link zu einer der oben entwickelten ähnlichen Ansicht geführt. Er bemerkt nämlich im Text zu seinen „Ausgewählten Anatomisch-botanischen Abbildungen“ 2. Heft, Berlin 1840, zu Fig. 9 auf Taf. III: „An den Cacteen stecken also die Blätter im Stamme, denn das Gefässnetz befindet sich innerhalb des Stammes und ist gegen den Stachelhaufen gerichtet.“

einigen oder einer grösseren Zelle eingenommen, die aber, wie ich mich sowohl auf Längs- wie auf Flächenansichten überzeugt habe, keine eigentliche Scheitelzellen, sondern Initialen im Sinne Hanstein's darstellen. Schon zu einer Zeit, wo der ganze neue Bildungsheerd nur wenige Zellen im Durchmesser hat, beginnt seine äusserste Zellreihe, und alsbald auch die darauf nach innen folgende, Haare zu bilden (Taf. XXXI, Fig. 3 u. 4), deren Entstehung auf die auch in andern Fällen beobachtete Art vor sich geht. — Eine Zelle wölbt sich nach aussen; der vorragende Theil wird von dem untern inneren durch eine Querwand abgeschnitten. Die erstere der so entstandenen Zellen wächst nun rasch in die Länge, und theilt sich in acrofugaler Folge wiederholt durch Querwände. Während dessen wächst die Spitzenzelle lang aus, sich oftmals wellig biegend und dabei ihre Wände verdickend. Wie der Theilungsprocess, so geht auch die Ausbildung der Haarzellen in basipetaler Folge vor sich. Die Formen der Haare sind oft sehr auffallend; die Querwände haben eine sehr verschiedene Richtung, von der horizontalen bis zur stark geneigten wechselnd, greifen sie oft schuhsohlenförmig gebogen über einander; die Längswände zeigen oft Biegungen, springen häufig in der Nähe der Querwände buchtig vor; nicht selten biegt sich auch eine ganze Zelle um bis zum rechten Winkel und mehr, u. s. f. Meist bestehen die Haare aus einer Zellreihe; nur selten theilen sich ihre Elemente durch eine Längswand (Taf. XXXI, Fig. 5 bei a). Im Alter collabiren die Haarzellen mit Ausnahme der Ansatzstellen der Querscheidewände, und drehen sich dabei spiralig. — Der Haarbildungsprocess beginnt, wie es scheint, stets an den Seiten des Vegetationspunktes; ergreift dann die Zellen desselben, welche nach der Blattseite hin gelegen sind, und schliesst sich erst dann auf der Stammseite. Es ist somit der ganze jugendliche Vegetationspunkt von Haaren umgeben, ehe derselbe irgend eine andere Sprossung hervorgebracht hat.

Dem morphologischen Ort der Entstehung nach gleichen die eben beschriebenen Achselsprosse vollkommen den, welche vor nicht langer Zeit von Warming für *Amorpha*, *Salix nigricans* und *Sedum Fabaria* beschrieben worden sind¹⁾. Die von ihm gegebenen Abbildungen stimmen mit den meinigen fast völlig überein. — In Bezug auf die Haarbildung stellen die Vegetationspunkte der

1) cf. E. Warming, *Récherches sur la ramification des Phanérogames*. Copenhague, 1872. *Resumé français* pag. XX.

Achselsprosse der Rhipsalideen ein Seitenstück zu *Utricularia* dar, wo, wie Pringsheim¹⁾ zuerst gezeigt hat, an dem langen gebogenen Vegetationspunkte zuerst Haare entstehen. Jedoch herrscht dabei ein wichtiger Unterschied: bei letzterer Pflanze werden die Haare fortwährend eher als die Blätter gebildet; bei den *Rhipsalis* dagegen geht ihre Bildung nur so lange vor sich, als keine Blätter angelegt werden; sie erlischt, sobald diese auftreten. Kommt der Achselspross nie zu weiterer Entwicklung, so sind Haare und die alsbald zu besprechenden Borsten das Einzige, was er producirt; bildet er sich dagegen aus, so sind die Haare nur Producte seines ersten Wachstumsstadiums, mit dessen Beendigung auch ihr Auftreten erlischt.

Wie erwähnt, erzeugt der Achselspross ausser den besprochenen Haaren noch Borsten (Taf. XXXI, Fig. 5 bei b). Diese haben einen meist rundlichen Querschnitt, seltner einen verlängert ovalen, wie bei *Lep. radicans*. Ihre Länge und Stärke ist bei den verschiedenen Arten sehr verschieden. Sie erreichen die grösste Länge bei *Rh. Saglionis* und *Lepismium sarmentaceum*; danach bei *Rh. mesembryanthoides* und an eigenthümlich geformten Gliedern von *Rhipsalis salicornioides* und *Lepismium radicans*, während sie an den normalen Gliedern dieser Pflanzen äusserlich kaum sichtbar sind. Bei den meisten Arten bleiben sie kürzer, entweder ganz hinter dem Blatt versteckt, oder nur sehr wenig über dasselbe vorragend, sodass man sie leicht übersieht, so bei *Rh. funalis*, *conferta*, *pendula*, *floccosa* u. s. f. Auch die Zahl, in welcher die Borsten auftreten, ist verschieden; bei *Rh. Saglionis*, *mesembryanthoides* können drei, vier oder fünf aus einer Blattachsel entspringen; bei den meisten übrigen ist ihre Zahl geringer, so bei *Rh. floccosa*, *conferta*, *pendula*, *Lepismium radicans*, wo man meist nur eine, seltener zwei, und noch seltener mehr gewahrt. Bei den letztgenannten Arten, zu denen sich noch *Rh. pentaptera*, *pachyptera* etc. gesellen, steht die erstangelegte meist in der Medianlinie vor dem Blatt, bei *Lepismium radicans* dagegen in der Mehrzahl der Fälle etwas seitwärts von der Mediane; die später sich entwickelnden stehen meist genau vor den ersten. Bei *Rh. Cassytha* habe ich bis jetzt keine der genannten Gebilde beobachtet. — Im fertigen Zustande zeigen sie einen bei den einzelnen Arten etwas verschiedenen Bau; sie haben bei geringerer Länge eine bedeutende

1) N. Pringsheim, zur Morphologie der Utricularien. Monatsberichte d. Acad. d. Wissensch. zu Berlin. Febr. 1869, pag. 7 d. Sep. Abdr.

Stärke bei *Rh. pentaptera*, sind nicht viel schwächer entwickelt bei *Rh. pachyptera*, bleiben aber kleiner bei *Lepismium radicans*, *Rhipsalis funalis*, und sind lang, haarartig bei *Rh. Saglionis*, *mesembryanthoides* und *Lepismium sarmentaceum*. Die Zellen des Innern der Borsten sind stets stark verlängert und mit dicken Wänden versehen; die der Aussenseite bei *Rh. pentaptera* kurz, epidermisartig mit stärker verdickten Aussenwänden; ähnlich, nur etwas mehr verlängert bei *Rh. pachyptera*; sie sind dagegen lang, wie die des Innern bei *Rh. Saglionis*, *mesembryanthoides*, bei denen jede unter der oberen Querwand eine kleine Vorwölbung zeigt. — Ueber die morphologische Dignität der Borsten kann ich noch keine genügende Angaben machen, da zur Feststellung derselben andere Cacteen-Gruppen zum Vergleich herbeigezogen werden müssen. Vor allen anderen dienen hierzu die *Peirescia*-Arten, doch sind meine Untersuchungen darüber noch nicht soweit ausgeführt, um ein endgültiges Urtheil abgeben zu können. Der Entwicklung nach gehören die Borsten der grösseren *Rhipsalis*-Arten zu den Gebilden, die in neuester Zeit von Warming¹⁾ eingehend besprochen worden sind. Wie bei den von diesem Autor genannten Pflanzen, nimmt auch hier an der Bildung des im fertigen Zustande einem Trichom gleichenden Gebildes nicht nur das Dermatogen Antheil, sondern auch eine kleine Gruppe von Periblemzellen, über die sich jenes kuppelartig hinwölbt; so bei *Lepismium radicans*, *Rhipsalis pachyptera*, *pentaptera* u. s. w. Die Entwicklung der dünnen, haarartigen Borsten von *Rh. Saglionis*, *mesembryanthoides*, *Lepismium sarmentaceum* wurde nicht genauer verfolgt; ob auch sie hierhergehören, kann ich nicht mit Sicherheit angeben. —

So schreitet die Entwicklung des axillären Vegetationspunktes in einseitig centripetaler Richtung weiter (Taf. XXXI, Fig. 5). Auf der Aussenseite bildet er Haare, Borsten, deren Bildung aber auch unterbleiben kann und hierauf wieder Haare; auf der Innenseite erzeugt er nur Haare, aber in geringerer Zahl; die ersten, welche hier entstehen, bilden sich nicht immer aus den äussersten Zellen des Vegetationspunktes, sondern meist aus den unmittelbar darüber gelegenen der Mutteraxe; die später entstehenden gehören aber dem Vegetationspunkte an.

Kehren wir nunmehr zunächst ausschliesslich zu den Achsel sprossen von *Lepismium radicans* zurück. Nachdem der beschriebene

1) E. Warming, Sur la différence entre les trichomes etc. Copenhague 1873.

Haar- und Borstenbildungsprocess einige Zeit gedauert hat, hebt ein neuer Vorgang an. In den unter den Basalzellen der Haare gelegenen Elementen beginnt die Bildung von Korkgewebe, das sich nur dadurch vom echten Kork unterscheidet, dass seine Wände zart bleiben, meist bald collabiren, und sich nicht korkartig verdicken (Taf. XXXI, Fig. 5 bei k, und Taf. XXXII, Fig. 3). Da aber auch beim echten Kork der *Rhipsalis* derartige Gewebezonen abwechselnd mit ihre Wände verdickenden Korkzellschichten auftreten, und der Anlage nach mit diesem völlig identisch sind, so will ich sie einfach als Korkgewebe bezeichnen. Der neue Theilungsmodus geht rasch in centripetaler Richtung von Statten, sodass in Kurzem ein kräftiges Gewebelager entsteht, dessen untere Elemente in Theilung begriffen sind, während die äusseren vielfach eingefallen und höchst unregelmässig erscheinen. Das Ganze, welches stets eine dunkle Färbung besitzt, trägt den collabirenden Haarschopf auf seiner Oberfläche (Taf. XXXII, Fig. 3). Ursprünglich unter den Haaren und Borsten beginnend, ergreift der Process der Korkbildung aber auch die peripherischen Zellen des Vegetationspunktes, und zwar zunächst die der äussern Seite in centripetaler Folge (Taf. XXXII, Fig. 3 bei a). Die betreffenden Zellen wölben sich anfangs haarartig empor, erhalten aber, sich vergrössernd, bald die dunkel gefärbten Wände, während in ihnen die Korktheilung beginnt. Derselbe Process pflanzt sich ferner in den zunächst über den Haaren, welche an der Stammseite entsprungen, gelegenen Epidermiszellen fort. Die untersten Korkzellen, in denen die Theilung vor sich geht, haben hyalinen Inhalt und es beginnen die rings um den Vegetationspunkt, zumal auf dessen Oberseite am Stamm, gelegenen, sich schon früh stark in die Länge zu strecken. Durch diesen Process wird der Vegetationspunkt von allen Seiten, besonders aber von der Stammseite her, immer mehr überwölbt, bis er schliesslich, wenn die Zellen der beiden Seiten sich berühren, nach aussen gänzlich abgeschlossen ist (Taf. XXXII, Fig. 5). Die Untersuchung dieser Zustände führt leicht zu grossen Täuschungen, indem die über den Vegetationspunkt hinneigenden, hyalinen Zellreihen sich meist so dicht auf den letztern legen, dass man die Contouren der verschiedenen Zellwände nicht mehr erkennen kann, und einen geschlossenen Gewebeverband vor sich zu haben glaubt (Figg. 1 auf Taf. XXXIII und XXXII). Es scheint dann, als sei der kleine versteckte Vegetationspunkt ein endogen angelegter. Allein die Verfolgung der successiven Stadien, welche aber nicht immer die geeigneten Mittelstufen dar-

bieten — wie sie in den Figg. 3, 4 u. 5 auf Taf. XXXII dargestellt sind, — und auch der Praeparation Schwierigkeiten in den Weg setzen, lehrt den wahren Sachverhalt kennen; auch deutet in den meisten Fällen schon die Schrägrichtung der über den Vegetationspunkt geneigten Zellreihen auf deren Ursprung hin. Wenigstens gilt dies sicher für die Sprosse im Alter von ein bis zwei Jahren; auf die von höherem Alter komme ich später zurück. — Werfen wir nun noch einen Blick auf die verschiedenen Lagen, welche der kleine Vegetationspunkt, der unter dem Dermatogen nur etwa 5—7 Zelllagen mächtig ist, in den aufeinander folgenden Zeiten einnimmt. Zuerst, auf dem Blatt gelegen, beschreibt seine Oberfläche mit der Axe des Muttersprosses einen spitzen Winkel; bei der nun folgenden centripetalen Entwicklung geht dieser allmählig in einen rechten und schliesslich in einen stumpfen über; der Spross wandert vom Blatt nach und nach in die Blattachsel, und geht, wie ich später zeigen werde, manchmal ganz an den Stamm über, sodass er mit dessen Axe dann schliesslich einen sehr stumpfen Winkel oder gar eine Parallele beschreibt. — Kommt nun einer der auf die angegebene Weise angelegten Achselsprosse zur Entwicklung, was leicht künstlich durch Abschneiden des über ihm gelegenen Theiles des Mutterzweiges hervorzurufen ist, so wölbt er sich empor (Taf. XXXII, Fig. 2), bildet am äussersten Umfang einen Kranz von Haaren, und dann in normaler Weise Blätter, durchbricht die schützende Hülle und tritt nunmehr auch äusserlich in die Erscheinung.

Der Process der Wanderung des Vegetationspunktes in der Blattachsel findet in noch auffallenderer Weise statt bei *Rh. pendula*, einer Art, bei welcher an der Spitze langer, kräftiger Zweige dichte Büschel von kürzeren, schwächer entwickelten gebildet werden. Auch hier geht, wie bei allen Arten, die Anlage der Achselsprosse auf den Basen der Blätter vor sich (Taf. XXXIV, Fig. 1). Während nun die nach der Spitze der langen Zweige hin gelegenen sich emporwölben (Taf. XXXIV, Fig. 2), und bald Blätter bilden, bleiben die weiter unten am Spross befindlichen flach, erzeugen Haare und Borsten in centripetaler Richtung, und beschreiben nun allmählig jene Wanderung von der Blattbasis an den Stamm, wie sie oben für die axillären Vegetationspunkte von *Lep. radicans* geschildert wurde. Nur findet der Vorgang hier in viel auffallenderer Weise und mit dem Unterschiede statt, dass kein schützendes korkartiges Gewebe gebildet wird, sondern nur die Haare der Peripherie über den Vegetationspunkt hinwachsen (Taf. XXXIV, Fig. 3). Kork

wird zwar unter den Haaren und Borsten erzeugt, allein die unteren Zellen desselben erfahren nicht die Streckung, wie sie bei *Lep. radicans* gefunden wurde. Wie diese Vegetationspunkte sich weiter verhalten mögen, habe ich leider nicht untersuchen können, da mir ältere Stadien, als die dargestellten, fehlten. Aehnlich wie *Rhipsalis pendula* verhält sich *Rhipsalis conferta*. Auch hier wird kein geschlossenes Hüllgewebe erzeugt, sondern der Schutz für den Vegetationspunkt ebenfalls durch Haare hergestellt. Die Form des letztern ist bei dieser Pflanze in den späteren Zuständen nie so flach, wie bei ersterer Art, sondern stets schwach gewölbt. — *Rh. funalis* und die langen Sprosse von *Rh. Saglionis* stimmen dagegen in allen wesentlichen Zügen mit *Lepismium radicans* überein.

Höchst eigenthümlich sind die Vorgänge, welche bei *Rh. Cassytha* stattfinden. Am entwickelten Gliede liegt der Achselspross tief unten im Gewebe der Rinde (Taf. XXXIII, Fig. 8 bei a). Von der Blattachsel her führt zu ihm ein Strang verlängerter Zellen, deren Wände mässig verdickt sind; an seiner Basis entspringt ein Gefässbündel, das sich an den vom obern Blatt kommenden Rindenstrang b legt; bei c beginnt der Basttheil des dem normalen Holzkörper angehörenden Bündels. Unter stärkerer Vergrößerung gewahrt man hier einen den früher beschriebenen völlig gleich gebauten Vegetationspunkt, dem nur die Haare und Borsten fehlen, der dagegen in dem von der Blattachsel herkommenden Zellenstrang gleichsam zu hängen scheint. Auf seiner Oberfläche liegt eine Anzahl grösserer Zellen, und zwar meist so dicht, dass man die getrennten Contouren der einzelnen Elemente nicht mehr erkennen kann (Taf. XXXIII, Figg. 7 u. 8). Der Spross macht so den Eindruck eines endogen angelegten, allein auch er ist exogen entstanden. Auch hier geht am jungen Zweige die Einleitung zur Bildung des Achselsprosses auf der Basis des Blattes vor sich (Taf. XXXIII, Figg. 2 u. 3), doch mit dem Unterschiede, dass er sich gleich anfangs mehr innerlich ausbildet, und zwar, wie Fig. 3 lehrt, in einer schräg nach unten und einwärts gekehrten Richtung. Die Zelltheilungsvorgänge, durch welche der so angelegte Spross in seine spätere Lage kommt, sind sehr verwickelter Natur. Wie sich anatomisch verfolgen lässt, hört zunächst die Tangentialtheilung in den Elementen der inneren Rinde, d. h. innerhalb des Mantels, welchen man sich in die Axe hinein-denken kann, und auf welchem sämmtliche Achselsprosse gelegen

sind, auf, sie theilt sich nur noch durch Radial- und Horizontalwände; während sich die Zellen der äusseren Rinde, d. i. die ausserhalb jenes Mantels befindlichen, in lebhafter Weise nach allen Richtungen vermehren. Hieraus erhellt die tiefe Lage des Achsel sprosses in der Rinde. Doch könnte der geschilderte Vorgang allein genommen nur eine Lagenänderung in horizontaler Richtung bewirken; die in senkrechter stattfindende Verschiebung des Achsel sprosses ist damit nicht erklärt. Diese rührt vielmehr her von dem longitudinal verschieden gerichteten Wachsthum der von aussen nach innen folgenden Rindenpartieen, ein Wachsthum, das sich wohl construiren, nicht aber anatomisch verfolgen lässt. — Während die geschilderten Prozesse vor sich gehen, erfährt der Vegetationspunkt selbst noch eine weitere Veränderung in seiner Lage. Ursprünglich auf dem Blatt entstanden, geht er auch hier nach und nach in die eigentliche Blattachsel und schliesslich an den Stamm über, d. h. wir treffen ihn anfangs auf der Unterseite, dann tief unten, und schliesslich auf der Oberseite des engen Canales, welcher vom Blatt her in den Stamm hinabführt (vergl. die Figg. 2, 3, 4, 5 und 8 auf Taf. XXXIII). Der Vegetationspunkt erfährt hier also eine Lagenänderung analog der, welche bei den früher genannten Arten gefunden wurde; auch hier wandert er vom Blatt auf die Stammseite. Der genannte Canal ist in den ersten Stadien weiter, dann verengert er sich immer mehr. Die ihn umgebenden Zellen theilen sich anfangs noch durch tangential gerichtete Wände; dann hört dieser Process auf, und nun dehnen sie sich stark in die Länge, während ihre Wände sich verdicken. Im fertigen Zustande ist von dem Canal nichts mehr zu erkennen; die umgebenden Zellen haben ihn völlig geschlossen. Einige der unteren, unmittelbar über dem Vegetationspunkte gelegenen Elemente des Stranges wölben sich einwärts (Taf. XXXIII, Fig. 6), theilen sich und stellen das Gewebe her, welches man im fertigen Zustande über dem Vegetationspunkte findet.

Die Sprosse dieser Pflanze haben sämmtlich ziemlich gleiche Länge, und stehen büschelweis an der Spitze des Mutterzweiges, während die Blüthen aus den seitlich gelegenen Achselsprossen der Glieder entspringen. Kommt eine der letzteren zur Entwicklung, so verursacht sie einen tiefen klaffenden Spalt am Stamm, der, wenn die Blüthe abgefallen ist, völlig einer krankhaften Erscheinung gleicht. Dasselbe findet statt bei *Rh. funalis* var. *gracilis*, von der ich ein Exemplar in Kew-Garden sah, und ich zweifle

nicht, dass der Entwicklungsgang hier genau so ist, wie bei *Rh. Cassytha*.

Das nächst verwandte, aber in weit geringerem Grade ausgebildete Verhältniss zeigt *Rh. floccosa*. Auch hier wird die Achselsprossanlage zu beträchtlicher Tiefe in den Stamm versenkt, doch bleibt der dazu führende Canal offen. Am Grunde desselben entwickelt der Vegetationspunkt in centripetaler Folge Haare und Borsten, und erleidet hier dieselbe Lagenänderung, welche der des zuletzt genannten Falles beschrieb. Die den Canal auskleidenden Zellen bilden Korkgewebe.

Hiermit sind, wie ich glaube, die bei der Anlegung der exogenen Achselsprosse der *Rhipsalis*-Arten vor sich gehenden Erscheinungen im Wesentlichen erschöpft. Nicht alle Arten konnten in sämtlichen Entwicklungsstadien untersucht werden, doch lehrten einzelne, von fast allen Arten präparierte Zustände, dass die oben besprochenen Fälle als typische zu betrachten sind, an welche sich die übrigen in allen Hauptzügen anlegen.

Mit den beschriebenen Vorgängen ist aber die Sprossbildung in unserer Gruppe noch nicht beschlossen. Zu den Bildungen, welche im Obigen besprochen wurden, und welche sämtlich der Anlage nach exogen sind, kommen nun noch die endogen angelegten. Wenn der primäre, auf der Blattbasis gebildete Spross sofort, oder erst später, nachdem er an den Stamm verschoben war, zur weiteren Entwicklung gelangt, so ist damit der sprossbildenden Thätigkeit der Blattachsel noch kein Ziel gesetzt, sondern es entstehen in ihrem Gewebe neue Vegetationspunkte, welche in genau derselben Weise, wie die auf der Blattbasis entstandenen, zur Bildung von Blüten und vegetativen Sprossen verwandt werden. Daher kommt es, dass man in den Blattachsen der zweiflügligen Arten, ferner in den von *Rh. paradoxa*, *micrantha*, häufig zwei oder gar drei Sprosse findet; dass *Rh. floccosa*, *pentaptera* und andere Arten Blattachsen mit zwei, drei, ja vier Blüten aufweisen. — Die Verfolgung der ersten Anlage dieser endogenen Gebilde ist sehr schwierig, da die grosse Anzahl von Krystalldrüsen in den Zellen der Blattachsel die Herstellung genügend zarter Schnitte sehr erschwert. Die Bildung beginnt stets an dem mit Protoplasma dicht erfüllten Cambialtheile eines der Gefässbündel, welche schon, wie später ausführlicher gezeigt werden wird, in frühester Jugend unter dem primären Spross der Blattbasis angelegt werden, und sich im späteren Alter oft zu einem mächtigen

System entwickeln. Ob der Vorgang mit einer Zelle beginnt, oder ob er gleich von mehreren eingeleitet wird, ist mir zu beobachten nicht gelungen; ich habe stets nur eine Gruppe von Zellen gesehen. Anfangs sind diese mit den umgebenden grösseren Elementen der Rinde in innigem Gewebeverband; bald aber gewahrt man eine schärfere Umgrenzung der Gruppe an ihrer auf- oder auswärts gerichteten Seite, und dann völlige Trennung des kleinzelligen Vegetationspunktes von dem darüber gelegenen Gewebe. Soweit ausgebildet, kann derselbe in einen längeren Ruhezustand übergehen, und man findet derartige Sprossanlagen, zur Weiterentwicklung bereit, in älteren vernarbten Blattachsen fast immer und oft in einer Zahl von drei bis vier. Gelangen sie zu weiterer Ausbildung, so erzeugen sie auch hier zuerst an ihrer Peripherie einen Kranz von Haaren, und darauf in normaler Weise Blätter; sie durchbrechen dann die über ihnen gelegene Partie der Rinde, sowie die oft mächtig entwickelte, die ganze Blattachsel überziehende Kork- und Borkeanlage, und treten nun erst äusserlich zu Tage. — Auf die beschriebene Weise werden sicher die meisten, wie ich aber vermüthe, sämtliche Blüten älterer Sprosse von *Rh. paradoxa* (Taf. XXXV, Fig. 1), *floccosa*, *pentaptera*, *pachyptera*, u. A. angelegt. Ferner entstehen so alle vegetativen Zweige, welche aus den Achseln älterer Sprosse entspringen. Nach der Blüten- resp. Fruchtbildung wird der nach dem Wegfall dieser stehengebliebene Basaltheil mit sammt seinen Gefässbündeln durch Korkgewebe von der darunter befindlichen Rinde getrennt, und in die Korkmasse eingebettet. Dasselbe geschieht mit den Blüten und vegetativen Sprossen, welche zu Grunde gehen, ehe sie die Borke durchbrechen, in vielen Fällen wahrscheinlich in Folge des Widerstandes, den die letztere bereitet. Man findet die Reste solcher in der Entwicklung oft schon weit, hin und wieder bis zur Antherenbildung vorgeschrittener, dann aber im Wachstum gestörter Blüten nicht selten in den Blattachsen aller, zumal aber der grössern der mehrfach genannten Arten. Wurden die Blüten nicht nahe der Oberfläche, sondern tiefer unten im Gewebe angelegt, so ragen auch ihre Reste, durch eine dichte Korklage von dem daran grenzenden gesunden Gewebe getrennt, tiefer in dasselbe hinein, und geben somit dem lebenskräftigen Theile der Blattachsel eine oft höchst unregelmässige Oberfläche. Diese erreicht im späteren Alter oft eine bedeutende Ausdehnung; bei den grösseren Arten, wie *Rh. paradoxa*, nicht selten einen Durch-

messer von 5 Mm. und darüber. Immer aber ist sie der Neubildung endogener Sprosse fähig, und erhält diese Zeugungskraft auch, so lange der Zweig lebt. In dem (in Fig. 1 auf Taf. XXXV) dargestellten Falle ist die ganze Blattachsel von einer dicken, schwarzbraun gefärbten Korklage, die zumal bei k eine mächtige Entwicklung erlangt hat, überdeckt; auf dem Kork stehen die collabirten Haare. Das Blatt a ist schon durch Kork vom Stamm geschieden und hat braune Farbe, ebenso die Borste b. Rechts oben in dem lebenskräftigen Gewebe die endogen entstandene Blütenanlage; g g Gefäßstränge. Während der mittleren Altersstadien findet man die Sprossanlagen meist an der oberen, dem Stamm zugekehrten Seite der Blattachsel; im späteren Alter dagegen treten sie, wenn auch vorwiegend im innern und mittleren Theile, doch auch nicht selten im äussersten, dem Blatt zugewandten, auf. Der Umstand, dass in Zuständen mittleren Alters die im Innern angelegten Sprosse an der Stammseite der Blattachsel liegen, macht ihre Unterscheidung von den exogen gebildeten, aber von Hüllgewebe überdeckten und, wie oben gezeigt wurde, in dieselbe Lage verschobenen, oftmals äusserst schwierig. Das Hüllgewebe der letzteren kann sich noch mehrfach durch tangential wie radial gerichtete Wände theilen, sodass es eine drei-, vier- und sogar noch mehrschichtige Zelllage darstellt; nur die äussersten von diesen bilden Kork, während die unteren schwachen Chlorophyllgehalt führen. Auch die in jüngeren Zuständen leicht zu verfolgenden, über den Vegetationspunkt hinneigenden Zellreihen sind dann nicht mehr zu erkennen, und die Zellen selbst erhalten oft eine rundliche oder mehr abgeflachte Gestalt. Es scheint dann ganz so, als habe man eine an dieser Stelle endogen gebildete Sprossanlage vor sich. Bestimmte Kriterien, an denen man aus dem fertigen Zustande sofort auf die Entstehung der Sprosse schliessen könne, zu finden, ist mir trotz vieler darauf verwandten Mühe nicht gelungen. Sicher ist eine Sprossanlage in allen den Fällen endogen, wo die primäre, exogen angelegte zur Ausbildung gelangte, was sich stets aus der Struktur der Blattachsel erkennen lässt. Sie ist ferner bestimmt endogen, wenn sie sich im unteren Theile der letzteren findet, und endlich, wenn sie tiefer in der Rinde liegt, und das über ihr befindliche Gewebe durch Form und Inhalt sich deutlich als zu dieser gehörig zu erkennen giebt. — Die endogenen Sprosse wurden bei allen Arten mit Ausnahme von *Rh. Cassytha* und *salicornioides* beobachtet; bei ersterer scheinen

sie thatsächlich nicht vorzukommen. Ferner fand ich sie nicht an den kurzen Gliedern von *Rh. Saglionis* und *Rh. mesembryanthoides*, während sie an den langen Gliedern auftreten.

Soviel mir aus der Literatur bekannt, ist die Sprossbildung der Rhipsalideen noch nicht genauer beobachtet worden. Die einzige Bemerkung darüber finde ich bei Schacht¹⁾. Nachdem derselbe über die „Flachstengel“ von *Ruscus*, *Phyllanthus* etc. gesprochen, fährt er fort: „Noch andere Pflanzen sind allein mit solchen Flachstengeln versehen, z. B. *Opuntia* und *Rhipsalis*. Bei beiden Pflanzen sprosst ein Flachstengel aus dem andern, und zwar bei *Rh. Swartziana* in der Regel aus Nebenknospen, welche im Gewebe unter dem abgestorbenen Vegetationskegel entstehen, und oft gesellig auftreten, während der Rand aus Achselknospen Blüten entwickelt. Bei *Opuntia ficus indica* entwickeln die Achselknospen sowohl neue Zweige als auch Blüten. Der Mittelnerv eines solchen Flachstengels der *Rhipsalis*, von dem Seitennerven zu den Achselknospen verlaufen, liesse sich als Hauptstamm desselben deuten, er ist mit einem normal gebildeten Gefässbündelkranz versehen, die Seitennerven würden alsdann Zweigen entsprechen, welche durch ein blattartiges Parenchym mit einander verbunden wären.“ Schacht war auf dem richtigen Wege, und würde den wahren Sachverhalt erkannt haben, wenn er die Sache genauer untersucht hätte. Was er bei *Rh. Swartziana* für den abgestorbenen Vegetationskegel hält, waren die der Spitze des Zweiges nahe stehenden Blattachsen; nie habe ich weder bei der genannten noch bei irgend einer Art der Gruppe endogene Sprosse an einem andern Orte, als in den Blattachsen entstehen sehen. Auch das ist nicht richtig, dass bei der bezeichneten Pflanze nur an der Spitze der Zweige vegetative Sprosse, aus den seitlichen Blattachsen dagegen Blüten gebildet würden. Wahr ist zwar, dass die meisten Laubsprosse nahe der Spitze des Mutterzweiges gebildet werden; es kommt aber auch häufig vor, dass sie aus tiefer unten, oft sogar nahe der Basis stehenden Blattachsen entspringen. Bei *Rh. rhombea* und *Rh. crispata* lassen sich Fälle beobachten, wo in fast jeder Blattachsel ein oder mehrere junge Zweige stehen, von denen aber meist die grössere Anzahl zu Grunde geht und nur eine kleinere zur Entwicklung kommt. —

1) Lehrbuch der Anatomie und Physiologie der Gewächse. Zweiter Theil. pag. 26 u. 27.

Auch seine Anschauung von dem morphologischen Werth der Flachstengel weicht wesentlich ab von der von mir oben entwickelten.

Die im Vorstehenden beschriebenen Sprossbildungen beanspruchen sowohl in morphologischer wie in biologischer Beziehung einiges Interesse. Bei den exogen angelegten ist nicht sowohl der Ort ihrer Entstehung, als auch vor Allem die einseitig centripetale Entwicklung unter Erzeugung von Haaren und Borsten, dann die allmälige Wanderung von der Blattbasis in die Blattachsel und von da an den Stamm, und endlich die Ueberwallung des Vegetationspunktes durch Korkgewebe von höchst eigenthümlicher Natur. Ferner bietet die Verschiebung der blattbürtigen Sprosse bei *Rh. floccosa* und zumal bei *Rh. Cassytha*, wodurch bei letzterer Pflanze scheinbar endogen angelegte Sprosse hergestellt werden, eine auffallende Erscheinung dar. — Physiologisch wird durch beide Prozesse, durch die Verschiebung der Sprossanlagen in das Gewebe der Rinde, wie durch die Einhüllung derselben durch Korkgewebe, dasselbe erreicht: in beiden Fällen ein Schutz für den zarten Vegetationspunkt hergestellt, und in augenfälliger Weise gezeigt, wie verschiedene Wege die Natur selbst bei morphologisch so nahe verwandten Pflanzen einschlagen kann, um die der Blätter und Knospenschuppen entbehrenden Sprossanlagen gegen äussere schädliche Einflüsse zu schützen, und auf längere Zeit zu stets bereiter Weiterentwicklung aufzubewahren.

Von nicht geringerem Interesse sind die später in der Blattachsel endogen gebildeten Sprosse, und das Verhalten der älteren Blattachsel überhaupt. Wie oben gezeigt, stellt dieselbe einen Bildungsheerd dar, der, so lange der Zweig lebt, auf unbegrenzte Zeit der Erzeugung von Blüthen und vegetativen Sprossen fähig ist, und so in ausreichendster Weise für die Erhaltung der Art sorgt. — Die endogen gebildeten Sprosse selbst führen uns schliesslich noch zur Erörterung der mit der Bezeichnung „adventive“ Bildungen verbundenen Begriffe, welche bei den verschiedenen Autoren nicht übereinstimmen. Nach Hofmeister¹⁾ ist jede Neubildung als adventiv zu bezeichnen, wenn sie an einem von dem apicalen Vegetationspunkte entfernten Orte, dessen Elemente schon in den Zustand des Dauergewebes übergetreten sind, vor sich geht. Nach ihm sind auch die in regelmässiger Folge angelegten endogenen Sprosse der Equiseten als adventiv zu betrachten.

1) Allgemeine Morphologie, pag. 421 ff.

— Verschieden hiervon hält Sachs¹⁾ nur diejenigen Bildungen für adventive, welche fern vom Vegetationspunkte an allen Theilen der Pflanze vor sich gehen können, aber in ihrem Auftreten keine Regelmässigkeit zeigen. Nach dem erstgenannten Autor wären die endogen entstandenen Sprosse der Rhipsalideen sicher zu den adventiven zu zählen; nach der Sachs'schen Erklärung dagegen würde diese Bezeichnung nicht zutreffen. Denn erstens ist der Ort ihrer Entstehung ein ganz bestimmter, die Blattachsel, wenn auch innerhalb dieser nicht näher angebbar; sodann sind die an der Spitze älterer Zweige der zweiflügligen und mehrkantigen Arten endogen angelegten Sprosse für den architektonischen Aufbau der Pflanze ebenso wichtig, wie die andern Orts an gleicher Stelle exogen erzeugten; endlich ist die morphologische wie physiologische Bedeutung der bei einzelnen Arten endogen gebildeten Blüthen zu bedenken, deren Entstehungsort sich zwar in Bezug auf gewisse Blattachsen nicht angeben lässt, der aber doch insofern ein bestimmter ist, als man behaupten kann, dass von den Blattachsen eines bestimmten Sprosses eine grössere oder geringere Anzahl sicher Blüthen produciren wird. Die Erwägung dieser Gründe gestattet es nicht, die genannten endogenen Bildungen als adventive im Sinne Sachs's zu betrachten. Mir erscheint es passender, sie als wahre Mittelformen zwischen denjenigen Nebenachsen aufzufassen, welche bei ihrem Auftreten stets an Blätter gebunden sind, den Achselknospen, und den Bildungen, welche ganz unabhängig von den Blättern in regellosér Weise an irgend welchen Theilen der Pflanze entstehen. Denn mit den meisten der letzteren haben die genannten Sprosse der Rhipsalideen die endogene Anlage überein, während sie gleich den ersteren stets an die Blätter gebunden sind. Wie schon bemerkt, entstehen sie an keinen andern Orten als den genannten, nie an den Gefässbündeln des Internodiums, obwohl das saftreiche Gewebe der Rinde ihrem Durchbruch ungleich weniger Hinderniss darbieten würde, als die im Alter meist mächtige Borkenlage der Blattachsel.

Hieran will ich noch einige Bemerkungen über die spätere Verzweigung und das Verhalten der Terminalspitze der Rhipsalideen knüpfen. Es finden sich in der Gruppe zweierlei Wachsthumsmoden, der des begrenzten und der des unbegrenzten. Der erstere

1) Lehrbuch, III. Aufl., pag. 155 ff.

hat seine Vertreter in sämtlichen Arten des Genus *Rhipsalis*, der zweite in denen der Gattung *Lepismium* und, wie ich mit Bestimmtheit vermuthete, in *Pfeiffera cereiformis*. Die letztere hat einen vollkommenen *Cereus*-artigen Bau, Borsten, die fast Stacheln darstellen, Areolen auf fleischigen Vorsprüngen der geraden Zeilen, — kurz, gleicht habituell so vollkommen einem *Cereus*, dass ich nicht daran zweifle, dass auch ihre Terminalspitze wie die der echten *Cereastreen* ein unbegrenztes Wachstum besitzt. Sicher unbegrenztes Wachstum kommt in der Gattung *Lepismium* vor, deren Arten sich im Habitus mehr den *Rhipsalis* nähern und häufig diesen beigezählt worden sind. Am leichtesten lässt sich der Vorgang bei dem rasch wachsenden und sich viel verzweigenden *Lep. radicans* beobachten. Alle Sprosse dieser Pflanze haben die Fähigkeit, nach der Ruheperiode von Neuem auszuwachsen und Blätter bilden zu können; allein nicht alle machen von dieser Fähigkeit Gebrauch. Geschieht dies aber, so trifft man in der Mitte der oft breiten Spitze des Gliedes einen kleinen Vegetationspunkt als gerade Fortsetzung der Axe. In einem der beobachteten Fälle war das viertjüngste Blatt, das noch vor der Ruhezeit angelegt, während dieser aber verletzt und in Folge dessen in seinem obern Theile gebräunt war, an seiner Basis von neuem in Wachstum übergegangen und hatte nun die Anlage des Achselsprosses erzeugt. Weiter fand sich, dass wegen des geringen Raumes, den die jungen Blätter einzunehmen gezwungen waren, die an den Basen derselben gebildeten Sprossanlagen nicht geneigt, sondern parallel dem vertical verlaufenden Rücken der zunächst nach innen folgenden Blätter gestellt waren, und somit ihre Wachstumsaxe eine senkrechte Richtung zu der des Muttersprosses hatte. — Anders ist es nun im Genus *Rhipsalis*: hier haben sämtliche Sprosse begrenztes Wachstum; wenn einmal erloschen, geht ihr Vegetationspunkt nie von neuem in Thätigkeit über. Bei den meisten Arten verwandelt sich derselbe, nachdem er eine je nach diesen zwischen verschiedenen weiten Grenzen schwankende Anzahl von Blättern erzeugt hat, in Dauergewebe; seine Zellen nehmen Form, Grösse und Inhalt der benachbarten Rindenzellen an; so bei *Rh. funalis*, *Cassytha*, *Saglionis*, *mesembryanthoides*, u. s. w. Hiervon ganz verschieden ist aber das Verhalten von *Rh. conferta*, bei welcher sämtliche Zellen des Vegetationspunktes in Haare auswachsen, dieser also seine Thätigkeit mit der Erzeugung von Sprossungen niederster Dignität einstellt. Ist die Haarbildung vor sich gegangen, die

Stammspitze aber noch von Blättern umhüllt, so zeigt diese auf dem Längsschnitt eine kesselartige Vertiefung, welche von Haaren ganz erfüllt ist, und an ihrem Umkreis die Achselsprossanlagen führt, die unter den Haaren ganz versteckt sind. Wie es scheint, ist der Vorgang ähnlich bei den kurzen Sprossen von *Rh. pendula*, doch konnte ich an dem Material, das mir zur Verfügung stand, die Sache nicht entscheiden. Ob sich *Rh. salicornioides* hinsichtlich der Haarbildung am Vegetationspunkte auch an *Rh. conferta* anschliesst, oder ob hier in der Mitte eine kleine Gruppe von Zellen bleibt, die sich einfach in Dauergewebe verwandelt, muss ich ebenfalls dahin gestellt sein lassen.

Bei den meisten Arten beginnt, nachdem der junge Spross eine Anzahl von Blättern gebildet hat, an der Basis auch gleich seine Ausbildung; die unteren Blätter rücken auseinander, der Stamm verdickt sich unten, während er an der Spitze weiter wächst und neue Blätter bildet. Diese Art des Wachstums ist die bei weitem häufigste. Sie findet sich bei den *Lepismium*-Arten; unter den *Rhipsalis* bei sämtlichen mehrkantigen und zweiflügligen Formen, ferner bei *Rh. pendula*, *Saglionis* und *mesembryanthoides*. Doch zeigt hiervon *Rh. paradoxa* eine kleine Modification. Während nämlich bei den übrigen der erwähnten Formen die Streckung des Stammes schon in den jüngsten Internodien beginnt, unterbleibt sie bei der genannten Art zwischen einer grösseren Anzahl der jungen Blätter. Dagegen geht das Dickenwachstum der Axe schon sehr früh vor sich, sodass die jüngsten und nächstfolgenden Blätter, den Vegetationspunkt überwölbend, einem queren Stammstück inserirt erscheinen.

Abweichend verhält sich, wie schon früher erwähnt, *Rh. funalis*, der sich *Rh. conferta* anschliesst. Bei beiden werden in rascher Folge sämtliche Blätter angelegt und fast vollständig entwickelt, ehe stärkeres internodiales Wachstum stattfindet. Erst wenn das Spitzenwachstum des Sprosses aufgehört hat, beginnt das interfoliare, und zwar bei ersterer Pflanze in der erwähnten auffallend unregelmässigen Weise.

Eigenthümlich in ihrer Ausbildung ist *Rh. salicornioides*. Nachdem der junge Spross seine Blätter gebildet hat, beginnt der unterste Theil sich ausserordentlich in die Länge zu strecken, den oberen, anfangs nur wenig verdickten, an seiner Spitze tragend. Nun erst beginnt das weitere Dickenwachstum des letzteren, bis schliesslich die auffallende, dieser Art eigenthümliche Form er-

zeugt wird, welche einer umgekehrten Flasche mit sehr langem Halse gleicht.

Die Verzweigung der Rhipsalideen ist meist eine apicale; die Seitensprosse stehen entweder nur auf dem abgeflachten Scheitel des Muttersprosses, oder auf ihm und zugleich in den Achseln der nächst unteren Blätter; seltener in den von tiefer stehenden, und nur bei einer Art in den aller Blätter. Das erstgenannte Verhältniss findet sich am klarsten ausgesprochen bei *Rh. salicornioides* und *Rhipsalis Lagenaria*; nur diejenigen Achselsprosse kommen zur Entwicklung, welche auf den Basen der auf dem Scheitel des Gliedes stehenden Blätter erzeugt werden. Aehnlich, aber häufigere Ausnahmen zeigend, ist das Verhältniss bei *Rh. funalis*, *Rh. conferta*, *Rh. pentaptera* und *Rh. Cassytha*. Da bei diesen Pflanzen sämtliche Sprosse zugleich eine ziemlich gleiche Länge besitzen, so macht das Verzweigungssystem einen bestimmten, typischen Eindruck. Auf dem Scheitel und ihm genähert stehen die Seitentriebe bei *Rh. pendula*, *Rh. micrantha*, *Rh. Saglionis*, *Rh. paradoxa* und sämtlichen zweiflügligen Arten. Doch kommen, wie schon früher erwähnt, bei den letztgenannten Ausnahmen sehr häufig vor, ebenso bei *Rh. Saglionis*. Am weitesten von allen übrigen Arten weicht *Rh. mesembryanthoides* ab, die sich sonst an *Rh. Saglionis* schliesst, und wie diese lange und kurze Sprosse besitzt. Während aber bei letzterer, wie erwähnt, vorwiegend nur die der Spitze des Gliedes nahen Seitentriebe zur Ausbildung kommen, entwickeln die langen Glieder von *Rh. mesembryanthoides* normal aus der Achsel jedes Blattes einen Seitenspross, und stehen hierin unter sämtlichen Arten ganz isolirt da. — *Pfeiffera cereiformis* und die Arten der Gattung *Lepismium* schliessen sich hinsichtlich der Verzweigung an die *Rhipsalis*-Arten mit mehrkantigen Gliedern; auch bei ihnen sind Ausnahmen von der Regel sehr häufig.

Systematische Anordnung der Rhipsalideen.

Um die Uebersichtlichkeit zu erleichtern, und Wiederholungen zu vermeiden, will ich die nun folgende Schilderung der Anatomie des Stammes, des Baues der Epidermis, u. s. w. gleich an die systematischen Gruppen und Arten knüpfen, und zu diesem Zweck eine kurze Uebersicht der letzteren vorausschicken.

Die Cacteen-Gruppe der Rhipsalideae umfasst nach der Um-

grenzung, welche ihr der Fürst Salm-Dyck¹⁾ gegeben, drei Genera: *Rhipsalis* Gärtn., *Lepismium* Pfr. und *Pfeiffera* Salm. Die Hauptmerkmale, auf welche die Gruppe begründet ist, bestehen in Folgendem. Die Blumenkrone ist, wie in der Abtheilung der *Cactaeae rotatae* überhaupt, scheibenförmig ausgebreitet; Blätter sind vorhanden, aber auf kleine Schuppen reducirt; der Fruchtknoten ragt hervor und ist von dem verwelkenden Perigon gekrönt.

Die charakteristischen Unterscheidungsmerkmale in Bezug auf Blüten- und Fruchtbau der drei Gattungen gipfeln im Nachstehenden:

Rhipsalis: Perigon ohne alle röhrenartige Verlängerung; Perigonblätter rosenförmig-ausgebreitet. Beere glatt, erbsenförmig.

Lepismium: Perigon eine sehr kurze Röhre über dem Fruchtknoten bildend; Perigonblätter nicht ganz ausgebreitet, sondern etwas mehr aufrecht gestellt. Beere birnförmig, glatt, anfangs fast versteckt, erst später hervorragend.

Pfeiffera: Perigon eine kurze Röhre über dem Fruchtknoten bildend; Perigonblätter nicht ganz ausgebreitet, sondern trichterförmig offen. Beere kugelförmig, mit kleinen stachelführenden Kissen besetzt, von Anfang an hervorragend.

Als wichtig ist hervorzuheben, dass die Form des Perigons der beiden letztgenannten Gattungen, sowie der Bau der Frucht, von *Pfeiffera* die typisch gebauten *Rhipsalis* auch in der Blütenregion mit den *Cereastreen* verbinden. Der Uebergang zu diesen wird noch mehr vermittelt durch den vollkommen *Cereus*-artigen Bau des Stammes von *Pfeiffera*, und das potentiell unbegrenzte Wachstum der Sprosse von *Lepismium*, das aber nur bei einem Theil der Glieder in die Erscheinung tritt, während bei den wahren *Cereastreen* jeder Stamm einen auf unbegrenzte Zeit der Neubildung fähigen Vegetationspunkt besitzt, und auf der andern Seite die echten *Rhipsalis*-Arten ein streng begrenztes Wachstum haben. — Diese Thatsache ist bisher von den Systematikern gänzlich übersehen worden; sie bildet ein neues und wichtiges Moment für die Anordnung der hierher gehörigen Bildungen. Eine eingehende Untersuchung und längere Beobachtung mancher *Cereus*-Arten dürfte die Anzahl der Mittelbildungen zwischen den *Cereastreen* und *Rhipsalideen* noch beträchtlich vermehren. Nach den vorstehend angeführten Thatsachen würde also die Gattung *Pfeiffera* gleichsam den Anfang, die Einleitung zur Bildung der Gruppe

1) cf. Salm-Dyck, *Cactaeae* in *Horto Dyckensi cultae*. Bonnae 1850. pag. 58 ff.

der Rhipsalideae, das Genus *Lepismium* den weiteren Fortschritt, und *Rhipsalis* selbst endlich den Höhenpunkt darstellen.

Die Gattung *Pfeiffera* besteht nur aus einer einzigen Art, *Pf. cereiformis* S., deren äussere Erscheinung im Vorstehenden genügend erörtert ist.

Das Genus *Lepismium* umfasst nach Salm vier Formen, *L. commune* Pfr., *L. Myosurus* Pfr., *Knightii* Pfr. und *laevigatum* S., von denen er die beiden letzteren nur als Varietäten von *L. Myosurus* betrachtet. Von den Genannten Material zur Untersuchung zu erlangen, ist mir nur bei *L. Knightii* gelungen; doch ist nach den Beschreibungen anzunehmen, dass die sämtlichen Arten ihr sehr gleichen. Dagegen stand mir eine andere Art, die sich in den botanischen Gärten von Kew und Berlin befindet, und der Angabe nach noch nie geblüht hat, reichlich zur Verfügung. Obwohl den oben genannten Formen sehr ähnlich, stimmt sie doch mit keiner Beschreibung derselben völlig überein, und mag deshalb mit einem eignen Namen belegt werden und *Lep. radicans* heissen. Ihre Sprosse sind meist zweiflügelig, was bei keiner der aufgeführten Arten vorkommen soll; daneben treten häufig drei-, seltener vierkantige Glieder auf, ohne dass aber eine bestimmte Folge derselben zu beobachten wäre. Ferner rechne ich hierher eine eigenthümliche Pflanze, die zuerst von Lemaire als *Cereus lumbricoides*, später von Otto des-Baues der Blüthe halber als *Rhipsalis sarmentacea* beschrieben worden ist. Leider habe ich die Pflanze blühend nie gesehen, und zur Untersuchung nur ein winziges Exemplar erhalten. Allein die äussere Erscheinung ist *Cereus*-artig und weicht weit ab von den Formen der Gattung *Rhipsalis*. Der Stengel ist stumpf-kantig, mit zahlreichen Borsten in den Blattachseln besetzt, kriecht und bildet, wie die *Lepismien*, zumal *L. radicans*, zahlreiche Adventivwurzeln. Die bedeutungsvollen anatomischen Merkmale werden später ihre Besprechung finden. Die Pflanze steht sicher den *Lepismien* näher, als den *Rhipsalis*, dürfte vielleicht aber ein eignes, den übrigen coordinirtes Genus darstellen. Da mir jedoch zur Begründung eines solchen die genauere Kenntniss der Blüthe mangelt, so will ich sie vorläufig als *Lepismium sarmentaceum* bezeichnen. Die Gattung *Lepismium* würde dann zwei Gruppen umfassen, deren erstere *Cereus*-artig gebaut wäre und Glieder mit nur sehr schwach vorspringenden Kanten besässe; hierher das einzige *Lep. sarmentaceum*; deren zweite dagegen nur aus solchen Arten bestände, welche Sprosse mit zwei, drei, vier oder fünf

scharf vorspringenden Kanten besitzen; hierher alle übrigen Formen.

Es bleibt nun noch das Genus *Rhipsalis* Gärtn. übrig. In Bezug auf die äussere Gestaltung zeigt dasselbe eine weitgehende Verschiedenheit, auf Grund deren Pfeiffer¹⁾ die Gattung in vier Untergruppen spaltete, zu denen Salm-Dyck noch eine fünfte fügte. Diese sollen zunächst kurz besprochen und die zu ihnen gehörigen Arten aufgezählt werden.

I. *Alatae*. Stengel und Aeste glatt, blattartig verbreitert, am Rande gekerbt, mit einem starken Mittelnerven versehen.

Rh. ramulosa Pfr.; *Rh. rhombea* Pfr.; *Rh. crispata* Pfr.; β *latior* S.;
Rh. platycarpa Pfr.; *Rh. pachyptera* Pfr., *Rh. carnosa* Vöcht.;
Rh. Swartziana Pfr.

II. *Angulosae*. Stengel und Aeste 3—5 kantig; die Flächen zwischen den Kanten eben oder tief gefurcht.

Rh. pentaptera Pfr.; *Rh. paradoxa* S.; *Rh. trigona* Pfr.; *Rh. micrantha* DC.

III. *Teretes*. Stengel und Aeste rund, mehr oder weniger büschelartig gestellt, verlängert, mit weit entfernten Schuppen versehen.

Rh. conferta S.; *Rh. fasciculata* Haw.; *Rh. funalis* S., β *minor* Pfr.;
Rh. floccosa S.; *Rh. Cassytha* Gaertn.; *Rh. pendula* Vöcht.

VI. *Sarmentosae*. Die einzige Art dieser Gruppe wurde oben zu *Lepismium* gestellt.

V. *Articuliferae*. Stengel unten stielrund; die Aeste gegliedert oder gliedertragend; die Glieder mit seitlichen oder endständigen Blüten.

a. Mit seitenständigen Blüten.

Rh. mesembryanthoides Haw.

b. Mit terminalen Blüten.

Rh. Saglionis Lem. *Rh. salicornioides* Haw. β *ramosior* S.
Rh. Lagenaria Vöcht.

Diese Eintheilung ist im Ganzen richtig, allein nicht alle Gruppen sind als gleichwerthig zu betrachten, und die sonst charakteristischen Merkmale haben an den Grenzen der Gruppen keine Bedeutung.

Ehe ich zum Beweise dieser Behauptung übergehe, will ich noch eine Bemerkung vorausschicken. Der Gebrauch der Ausdrücke Stengel und Aeste (*caulis et rami*) bei Salm hat nur für gewisse Formen Geltung, für andere dagegen keine. Morphologisch sind

1) L. Pfeiffer, *Enumeratio diagnostica Cactearum*. Berol. 1837. pag. 129 ff.

alle Glieder gleich. Während sie aber bei den einen Arten auch noch im fertigen Zustande völlig gleich gebaut sind, erscheinen sie bei anderen in verschiedener Gestalt, offenbar zum Zweck der Verrichtung verschiedener physiologischer Functionen. Wie schon Eingangs erwähnt, ist dies Verhältniss sehr klar ausgesprochen bei *Rh. Saglionis*, und fast noch schärfer bei *Rh. mesembryanthoides*. Hier hat die Bezeichnung Stengel und Aeste Bedeutung, die aber schwindet, sobald sämtliche Glieder gleichgebaut sind, wie bei *Rh. conferta*, *funalis*, *salicornioides*, *Cassytha* etc.

Ich will nun mit der ersten Gruppe, der der *Alatae*, beginnen. Die genauere Betrachtung lehrt, dass auch die hierher gehörigen Arten zweierlei Sprossformen besitzen, was zumal bei *Rh. crispata* und *rhombea* in die Augen fällt. Die grössere Zahl der Glieder hat zwei breite Flügel, welche ihnen eine blattartige Gestalt ertheilen. Diese Sprosse sitzen meist an längeren, deren Flügel schmaler aber in der Regel in grösserer Zahl, meist zu drei, auch wohl vier, fünf oder gar noch mehr vorhanden sind. Die Holzbildung dieser Glieder ist meist schon der Anlage, d. h. der Zahl der Gefässbündel nach, entwickelter, als die der blattartigen. Dabei findet man, dass die kurzen Sprosse ausser aus langen wohl aus kurzen, dass nie aber aus kurzen lange hervorwachsen, sondern dass diese immer wieder an langen befestigt sind. Die letzteren stellen das Gerüst dar, welches die kürzeren breiten Glieder trägt, die der Einwirkung des Lichtes eine grössere Fläche darbieten, und somit mehr geeignet sind, die Functionen der Blätter zu verrichten. Doch finden sich zwischen beiden Sprossformen zahlreiche Mittelbildungen; überhaupt macht das Ganze noch den Eindruck des werdenden, nach einem bestimmten Ziele hinstrebenden, das nur erst theilweise erreicht ist. Am weitesten ist das beschriebene Verhältniss ausgebildet bei den beiden vorhin genannten Arten; in etwas geringerem Maasse bei den fleischigen Formen, wie *Rh. pachyptera* und *Rh. Swartziana*, doch ist es auch hier noch unschwer erkenntlich. — Die besprochenen längeren Glieder, welche mehr als zwei schmale Flügel besitzen, bilden aber den directen Uebergang dieser Gruppe zu der der *Angulosae*, und lassen jede Trennung als künstlich erscheinen. Die *Alatae* stellen gleichsam nur *Angulosae* dar, welche zum Zweck der besseren Vollziehung derjenigen Functionen, welche sonst den hier verloren gegangenen Blättern zukommen, blattartige Sprossformen erzeugt haben. Eine wahre Mittelbildung zwischen beiden Gruppen stellt, wie ich nach

ihrer Beschreibung vermuthet, *Rh. trigona* dar; doch ist es mir trotz aller darauf gerichteten Bemühungen nicht gelungen, Material von derselben zu erlangen.

Was nun die zweite Gruppe selbst betrifft, so hat sie ihre typischen Vertreter in *Rh. paradoxa* und *Rh. pentaptera*. Bei der letzteren springen die Kanten weit flügelartig vor; bei der ersteren sind sie sehr verschieden. Je nachdem sie schärfer oder stumpfer geformt sind, und die Blattstellung des Sprosses eine einfache oder complicirtere ist, nähert sich sein Querschnitt mehr der Gestalt eines Dreiecks, oder ist zwischen den Kanten buchtig ausgeschweift. Die Glieder von *Rh. pentaptera* sind meist von ziemlich gleicher Länge, während die der Sprosse von *Rh. paradoxa* zwischen weiten Grenzen schwankt, ohne dass sich aber hierin bestimmte Beziehungen erkennen liessen. — An die genannten Arten mit charakteristischer Bildung schliesst sich nun eine weitere werthvolle Form, welche den Uebergang der zweiten Gruppe zur dritten, der der *Teretes*, darstellt, *Rh. micrantha*. Bei ihr sind die Kanten sehr stumpf, die Furchen nur wenig ausgebildet, sodass die Pflanze schon der äussern Form nach ein wahres Mittelglied zwischen beiden Gruppen bildet, eine Thatsache, die aus später anzuführenden anatomischen Verhältnissen noch mehr erhellen wird.

Damit wären wir zur dritten Gruppe gelangt, die alle Arten umfasst, welche stielrunde Sprosse besitzen, und zu der ich ausser den Formen, welche Pfeiffer und Salm als zu ihr gehörend aufgeführt haben, auch noch die der 5ten Gruppe, der *Articuliferae*, zähle, da die Glieder ihrer Arten rund sind und die Verschiedenartigkeit der Sprosse allein nicht berechtigt, die betreffenden Arten isolirt von den verwandten hinzustellen. Wohl aber haben sie den Werth bestimmter Typen innerhalb ihrer Gruppe, und als solche kann man sie, wenn auch in anderer Form, als in der der genannten Autoren, zusammenfassen.

Der erste dieser Typen enthält dann alle Arten, welche nur gleichgebaute und überall gleichgeformte Glieder besitzen. Hierher gehören die Arten *Rh. conferta*, *Rh. fasciculata*, *Rh. funalis*, *Rh. floccosa*, *Rh. Cassytha* und *Rh. pendula*.

Der zweite Typus zeichnet sich dadurch aus, dass die zu ihm gehörenden Arten zweierlei Sprossformen besitzen: längere, schlanke, relativ dünnere, die den Stamm repräsentiren, und kurze, fleischigere, welche aus jenen hervorsprossen. Zu diesem Typus zählen zwei Arten: *Rh. Saglionis* und *Rh. mesembryanthoides*.

Zum dritten Typus endlich gehören diejenigen Arten, deren Sprosse zwar unter sich gleich gebaut sind, die aber selbst an verschiedenen, aber bestimmten Orten eine differente Ausbildung erhalten. Hierher gehören *Rh. salicornioides* nebst Varietäten und *Rh. Lagenaria*, die sich dadurch auszeichnen, dass sie Glieder mit einem unteren, dünnen, stielartigen, und einem oberen verdickten, fleischigeren Theile besitzen. Vom einzelnen Spross könnte man sagen, dass die Functionen, die im vorigen Typus an verschieden gestaltete Glieder gebunden waren, hier von demselben Gliede, aber an verschiedenen Orten desselben vollzogen werden; dass der untere stielartige Theil des Sprosses dem langen Gliede des vorigen Typus, der obere fleischige Theil dem kurzen Spross entspreche; eine Anschauung, die aber für das ganze Sprossystem keine Geltung hat.

Von den beschriebenen Typen ist der erste von dem zweiten keineswegs scharf getrennt, sondern auch hier findet sich eine Mittelform, die in *Rh. pendula* repräsentirt ist. Diese Pflanze, von der sich ein stattliches Exemplar in Kew-Garden unter der Bezeichnung *Rh. Cassytha* befindet, hat längere, oft sehr-lange kräftige Glieder mit starker Holzbildung; aus ihnen hervor sprossen dünnere, frohdiger grüne, kürzere Sprosse, die schwächere Holzbildung besitzen und, bogenförmig herabhängend, dem ganzen Sprossystem ein gefälliges Ansehen ertheilen. Doch ist der Unterschied zwischen beiden Formen noch nicht soweit ausgebildet, wie es bei den typischen Formen der *Articuliferae* der Fall ist; auch steht die Pflanze den übrigen Merkmalen nach den Arten des ersten Typus näher, als den des zweiten.

Eine isolirte Stellung nimmt der dritte Typus ein; es ist wenigstens unter den bis jetzt bekannten *Rhipsalis*-Arten keine vorhanden, welche die directe Verbindung zwischen ihm und einer der übrigen Formengruppen herstellte. Zwar ist der Unterschied zwischen oberem und unterem Stammtheil bei *Rh. Lagenaria* weniger ausgebildet, als bei *Rh. salicornioides*; ja es kommen hin und wieder bei ersterer Pflanze Glieder vor, welche überall gleich gebaut sind; allein dies giebt noch keinen Fingerzeig hinsichtlich der Stellung des Typus. Wichtiger sind gewisse eigenthümlich geformte Sprosse, welche überall gleich gebaut, mit (meist 5) geraden oder schwach geneigten Zeilen versehen sind, und aus deren Blattachseln reichlich lange Borsten hervorsprossen, während diese bei den normal geformten Gliedern nur klein und kaum sichtbar sind.

Solche Sprosse habe ich in mehreren Fällen beobachtet, sowohl bei *Rh. salicornioides* var. *gracilior* in Kew-Garden, wo sie an einem Exemplar dieser Pflanze fast regelmässig mit den normalen Gliedern abwechselten, an anderen aber gänzlich fehlten; wie auch bei kräftigen Formen (vielleicht auch einer Varietät) von *Rh. salicornioides*, bei welchen die Areolen auf kleinen Kissen sassen, sodass die Glieder einen mehr *Cereus*-artigen Habitus hatten. Welche Bedeutung diese Glieder haben, ob sie vielleicht Rückschlagsbildungen darstellen, kann ich auf Grund meiner bisherigen Beobachtungen nicht entscheiden. Es wäre möglich, dass diese Glieder, deren fernere Untersuchung ich mir angelegen sein lassen werde, die genauere Stellung des dritten Typus bestimmten, ihn vielleicht gar zu einer eignen Gruppe erhöhen. So lange hierfür aber nicht der Beweis gegeben ist, ziehe ich es vor, ihn in die dritte Gruppe einzureihen, jedoch getrennt von dem zweiten Typus hinzustellen, da die Formen desselben mit ihm nichts gemein haben.

Mit den besprochenen Verschiedenheiten in der äusseren Form gehen die wichtigsten inneren Structurveränderungen Hand in Hand. Nicht nur jede Gattung, und innerhalb dieser jede Gruppe und jeder Typus, auch jede Art hat einen ihr eigenthümlichen anatomischen Bau. Der Umfang des Markes, die Zahl der Gefässbündel, die elementare Zusammensetzung derselben, der Bau der Rindenbündel — kurz, Alles zeigt bei den einzelnen Arten eine spezifische Structur. Von besonderem systematischen Werthe ist aber das theils ganz anomal gebaute Hautgewebe. Die Richtung der Spaltöffnungen wird zum generischen Merkmal; das Vorhandensein oder Fehlen von Vorhöfen ist an Gruppen gebunden; die Form der äusseren Epidermiswände, ob sie flach oder wellig erhaben, erweist sich bei Gruppen und Arten als eigenthümlich und streng constant. Die Erörterung dieser Verhältnisse soll uns zunächst beschäftigen und zwar mit dem Hautgewebe begonnen werden.

Das Hautgewebe.

Pfeiffera cereiformis S. Die Richtung des Spaltes der Stomata ist horizontal (den Stamm aufrecht und die Stammspitze nach oben gedacht.) Die Aussenwände der Epidermiszellen sind sehr wenig gewölbt, die Seitenwände dagegen vielfach wellig hin und her ge-

bogen (Taf. XXXIV, Figg. 4 u. 5). Das Hypoderma besteht aus einer Zelllage, deren Elemente polyedrische Form, und zumal in den Ecken stärker verdickte Wände haben.

Lepismium Pfr. Die Lagerung der Spaltöffnungen ist vertical (im obigen Sinne), wenigstens der weit überwiegenden Mehrzahl nach. Abweichungen kommen, besonders bei *Lep. Knightii*, vor, allein sie sind nur als Ausnahmen von der Regel zu betrachten. Das Hypoderma ist einschichtig, polyedrisch oder longitudinal schwach verlängert und hat mässig verdickte Wände.

Die drei von mir untersuchten Arten weichen, wie die Figuren zeigen, nur wenig von einander ab. Die Seitenwände der Epidermiszellen bei *L. radicans* sind schmal, verlängert, theils gerade, theils wenig gebogen (Taf. XXXV, Figg. 4 u. 5); die von *L. sarmentaceum* sind etwas kürzer (Taf. XXXIV, Figg. 6 u. 7); die von *L. Knightii* endlich sind noch kürzer und stärker wellig gebogen (Taf. XXXV, Fig. 6 und Taf. XXXVI, Fig. 1). Bei allen Arten sind die nachträglichen Theilungen in den Mutterzellen an der Stärke der Wände auch im späteren Alter noch erkenntlich.

Rhpsalis Gärtn. Richtung der Spaltöffnungen horizontal. Epidermis eben oder berg- und thalförmig erhaben und vertieft. Spaltöffnungen mit oder ohne Vorhöfe. Hypoderma meist zwei-, seltener einschichtig.

I. Gruppe: *Alatae*. Epidermis fast oder ganz eben; ihre Zellen ohne bestimmte Anordnung; in den Mutterzellen die secundär aufgetretenen Theilungen an der Stärke der Wände leicht erkennbar. Spaltöffnungen an der Oberfläche; die zu ihrer Bildung in der Ur-mutterzelle vor sich gegangenen Theilungen im fertigen Zustande noch leicht zu verfolgen.

Rh. rhombea Pfr. (Taf. XXXVII, Fig. 1 und Taf. XXXVI, Fig. 10). Hypoderma einschichtig, mit schwach verdickten Wänden.

Rh. crispata Pfr. Der vorigen gleich (Taf. XXXVII, Fig. 3). Die Grössenunterschiede der Epidermiszellen haben bei diesen beiden Arten keine Bedeutung, sondern sind einem gewissen Schwanken unterworfen.

Rh. pachyptera Pfr. Epidermis grosszelliger, als bei vorigen (Taf. XXXVII, Fig. 5); die Seitenwände derselben gerade oder schwach gebogen; Hypoderma zweischichtig, wie in Fig. 4 auf Taf. XXXVII.

Rh. carnosa Vöcht. (Taf. XXXVII, Figg. 2 u. 4). Durch die zahlreicher auftretenden secundären Theilungen wird die Epidermis

kleinzelliger, als bei jener. — Nirgends sind die in den einstigen Urmutterzellen der Spaltöffnungen stattgefundenen Theilungen mit solcher Regelmässigkeit noch im fertigen Zustande zu verfolgen, wie bei dieser Pflanze. Die Hauptwände, welche sich nach Art der in den zweischneidigen Scheitelzellen vor sich gehenden Theilungen einander ansetzen, bewahren ihre bezüglichen Lagen auch noch später, und zeichnen sich durch bedeutendere Stärke aus; ebenso lassen sich die secundären, tertiären u. s. w. Theilungen an den successive abnehmenden Wanddicken leicht erkennen. — Das Hypoderma ist zweischichtig, polyedrisch oder longitudinal schwach gestreckt.

Rh. *Swartziana* Pfr. (Taf. XXXVII, Fig. 6). Der Bau der Epidermis gleicht vollkommen dem von Rh. *pachyptera*. Es weicht also in Bezug auf diesen Punkt die früher als Varietät von Rh. *pachyptera* betrachtete Rh. *carnosa* von derselben beträchtlich ab, während die zwar nächstverwandte, aber in der Form der Sprosse viel weiter verschiedene Species ihr völlig gleicht.

II. Gruppe: *Angulosae*. Typischer Bau bei Rh. *paradoxa* und *pentaptera*. — Epidermis eben; Spaltöffnungen mit Vorhöfen.

Rh. *paradoxa* S. Epidermiszellen wie bei Rh. *rhombea*, nur grösser (Taf. XXXVI, Figg. 3 u. 2); auch hier sind die secundären und tertiären Theilungen leicht zu verfolgen. Spaltöffnungen mit wenig vertieften Vorhöfen. Hypoderma grosszellig, meist einschichtig. Lagen die Spaltöffnungen an der Oberfläche, so gehörte diese Epidermis dem Typus der vorigen Gruppe an. Vermuthlich stellt Rh. *trigona* auch hierin die Mittelbildung dar.

Rh. *pentaptera* Pfr. Epidermis kleinzellig in Folge der zahlreich auftretenden Theilungen höherer Grade (Taf. XXXVI, Figg. 4 u. 5). Der Unterschied zwischen den verschiedenen Wanddicken ist hier verwischt; nur die zuletzt aufgetretenen sind noch erkennbar. Spaltöffnungen in tiefen Vorhöfen. Hypoderma sehr grosszellig, polyedrisch oder radial gestreckt; meist ein- oder durch secundäre Theilung zweischichtig. — Bei dieser Art kommen zum ersten Male in den Epidermiszellen tangential gerichtete Wände vor.

Rh. *micrantha* DC. Stellt auch im Bau der Epidermis den Uebergang zu den *Teretes* dar. Sie besteht aus regelmässig longitudinal verlaufenden Höhenzügen und dazwischen befindlichen Thalern (Taf. XXXVI, Figg. 6, 7 u. 8). Die Theilungen höherer Grade in den Epidermiszellen sind überall leicht erkennbar. Die Spaltöffnungen liegen etwas unter der Oberfläche in vorhofartigen Vertiefungen (meist noch etwas tiefer, wie in dem in Fig. 7 ge-

zeichneten Falle). Hypoderma zweischichtig, kleinzelliger als bei den vorigen, und in longitudinaler Richtung etwas verlängert. — Die Epidermis dieser Pflanze zeigt eine eigenthümliche Erscheinung. Es bleiben nämlich an den meisten Gliedern schmalere oder breitere Längsstreifen, oft auf weite Strecken als glänzende Zonen am Stamm hinabverlaufend, in der Entwicklung zurück (Taf. XXXVI, Fig. 6 bei a). Die Zellen dieser Streifen bleiben klein, haben zartere Aussen- und Seitenwände (Taf. XXXVI, Fig. 8 bei a), und theilen sich meist auf sehr unregelmässige Weise. Spaltöffnungen werden in diesen Zonen zwar angelegt, allein sie verkümmern vollständig. Die Streifen können sich selbst bis in's spätere Alter der Zweige erhalten; meist aber werden sie durch Korkgewebe ersetzt. — Dieselben Zonen unentwickelter Oberhaut habe ich, allerdings nur ein einziges Mal, auch bei *Rh. pentaptera* beobachtet und es werden also auch dadurch diese Pflanzen einander nahe gestellt.

III. Gruppe. *Teretes*. Epidermis seltener eben; meist aus der Längsaxe des Stammes parallel verlaufenden Höhenzügen und thalartigen Vertiefungen bestehend. Spaltöffnungen in höhlenartigen Vertiefungen oder auf der Oberfläche der Höhenzüge. Hypoderma meist zwei- oder ein-, seltener dreischichtig.

1. Typus. Glieder gleich und überall gleich geformt. Es lassen sich hier hinsichtlich der Epidermis zwei Untergruppen aufstellen, bei deren erster die Spaltöffnungen in vorhofartigen Vertiefungen, bei der zweiten dagegen auf den Höhenzügen liegen.

1. Untergruppe. Spaltöffnungen in Vertiefungen.

Rh. floccosa S. Epidermis stark wellig gebogen (Taf. XXXVII, Figg. 7 u. 8); mit vielfachen Unebenheiten auch noch auf den Höhenzügen. Spaltöffnungen in longitudinaler Richtung von der Epidermis etwas überwölbt, jedoch nicht in lateraler. Tangentialtheilungen in der Epidermis nur selten beobachtet.

Rh. funalis S. Epidermis noch stärker gewölbt als bei voriger (Taf. XXXVIII, Figg. 1 u. 2). Spaltöffnungen in longitudinaler Richtung von der Epidermis etwas überdacht (Taf. XXXVII, Fig. 9). In den Zellen der letzteren zahlreiche secundäre, radial und tangential gerichtete Wände. Hypoderma bei dieser und voriger Art meist zweischichtig. Zellen desselben polyedrisch und verhältnissmässig gross.

2. Untergruppe. Spaltöffnungen auf den Erhabenheiten.

Rh. conferta S. (Taf. XXXVIII, Figg. 3 u. 4). Bei keiner

Art verlaufen die Höhenzüge so regelmässig, wie bei dieser Pflanze. Die der Bildung der Spaltöffnung folgenden Theilungen in der Urmutterzelle sind hier nicht so zahlreich wie bei den folgenden Arten, daher erscheint der ganze Zellcomplex der Spaltöffnung auf den Höhenzügen kleiner — Hypoderma einschichtig mit relativ grossen Elementen.

Rh. *Cassytha* Gärt. (Taf. XXXVIII, Figg. 5, 6, 7 und Taf. XXXIX, Fig. 11.) Theilungen in der Urmutterzelle der Spaltöffnung zahlreicher, daher der Zellcomplex um die Spaltöffnung grösser, als bei voriger. Das Hypoderma ist drei- oder zweischichtig und bildet ein Collenchym, welches sonst in der ganzen Gruppe der Rhipsalideen nicht vorkommt. In der äussersten unter der Epidermis befindlichen Collenchymlage führt jedes Element einen Krystall von oxalsaurem Kalk, der wie eingebettet in die unregelmässig verdickte Zellstoffmasse erscheint (Taf. XXXVIII, Fig. 7 und Taf. XXXIX, Fig. 11), — die erstere stellt die Zelllage von der Fläche gesehen dar. — Die beiden inneren Collenchymlagen enthalten keine Krystalle; die innerste von ihnen besteht aus etwas grösseren verlängerten Elementen, deren nach der Rinde hin gelegene Wände weniger verdickt sind.

Rh. *pendula* Vöcht. (Taf. XXXIX, Figg. 1 u. 2.) Epidermis wie bei voriger. Hypoderma zweischichtig, aus relativ kleinen Elementen bestehend, nicht collenchymatisch verdickt. In Fig. 1 bei a die Einleitung zur Anlage einer Spaltöffnung, deren Ausbildung aber unterblieben ist.

2. Typus mit zweierlei Sprossformen, längeren und kürzeren. Epidermis an den langen Gliedern longitudinal verlaufende Reihen bildend; an den kurzen aus unregelmässig angeordneten Zellen bestehend. Hypoderma einschichtig.

Rh. *Saglionis* Lem. Längere Glieder (Taf. XXXVIII, Figg. 8 u. 10): Epidermis flach; die Mutterzellen in Längsreihen angeordnet; die in ihnen später aufgetretenen Wände an ihrer Stärke leicht erkennbar. Hypoderma aus kleinen Elementen mit stärker verdickten Wänden bestehend. — Kürzere Glieder (Taf. XXXIX, Figg. 9 u. 11): Epidermiszellen unregelmässig angeordnet; die Seitenwände derselben schwächer verdickt, aber stärker gebogen; die Aussenwände ebenfalls zarter. Hypoderma grosszellig mit schwach verdickten Wänden.

Rh. *mesembryanthoides* Haw. Längere Glieder (Taf. XXXIX, Figg. 3 u. 5): Epidermiszellen in Längsreihen angeordnet, wellen-

förmig erhaben und vertieft; auf den Höhenzügen zahlreiche kegelförmig sich emporwölbende Zellen. Hypoderma einschichtig mit kleineren Elementen. — Kürzere Glieder (Taf. XXXIX, Figg. 4 u. 6): Epidermiszellen unregelmässig gelagert, mit gekrümmten Seitenwänden; Aussenwände eben oder wenig nach aussen gewölbt; einzelne derselben schwach kegelförmig vorspringend mit der Eigenthümlichkeit, dass die Vorwölbungen nur seitwärts in den Zellen an einer Querwand stattfinden, während sie bei den langen Gliedern meist über der Mitte der Zellen hergestellt werden. Die Epidermiszellen sind im Ganzen niedriger; das Hypoderma dagegen etwas grosszelliger. — Auch bei dieser Pflanze findet man an den langen Sprossen Längszonen von Epidermiszellen, welche in der Ausbildung hinter den normalen zurückbleiben (Taf. XXXIX, Fig. 5 links). An diesen Stellen ist die Epidermis ähnlich wie an den kurzen Gliedern beschaffen, und das Hypoderma grosszellig wie dort. Ueber die Ursachen und das genauere Verhalten dieser Streifen kann ich noch keine Angaben machen.

3. Typus mit gleich geformten, aber oben und unten verschieden ausgebildeten Sprossen.

Rh. salicornioides Haw. Unterer dünner, stielartiger Theil (Taf. XXXIX, Figg. 7 u. 10): Epidermiszellen in Längsreihen angeordnet; Aussenwände derselben kräftig verdickt, flach oder sehr wenig erhaben; Hypoderma einschichtig mit verdickten Wänden. Dicker oberer, fleischiger Theil (Taf. XXXIX, Figg. 8 u. 9): Epidermis eben, die Aussenwände ihrer Zellen schwächer verdickt; die Seitenwände der Mutterzellen wellig gebogen; die Elemente im Ganzen grösser, als am unteren Theile. Hypoderma einschichtig, meist grosszelliger und mit weniger verdickten Zellwänden versehen, als das des unteren Theiles.

Rh. Lagenaria Vöcht. Bei dieser Art sind die Unterschiede zwischen dem oberen und unteren Theile des Sprosses weniger ausgebildet, als bei der vorigen, und dem entsprechend ist auch die Anordnung, wie der ganze Bau der Epidermis der beiden Regionen weniger verschieden ausgebildet, wie dort. Im Uebrigen gleicht sie ihr so vollkommen, dass es nicht nothwendig erschien, eine Abbildung davon beizufügen.

Aus den angeführten Thatsachen ergibt sich: dass innerhalb der Gruppe der Rhipsalideen jede Art ihr specifisch gebautes Hautsystem hat; Ausnahmen von dieser Regel machen nur Rh.

crispata — *Rh. rhombea* und *Rh. Lagenaria* — *Rh. salicornioides*, je zwei nahe verwandte Arten;

dass das Hautgewebe zunächst der drei Genera, sodann der Gruppen und Typen der Gattung *Rhipsalis* nach einem jedem und jeder eigenthümlichen Plane gebaut ist. — Eine unbedeutende Ausnahme bilden nur die demselben Typus angehörenden *Rh. Saglionis* und *Rh. mesembryanthoides*;

dass auch im Bau des Hautgewebes, entsprechend den Uebergangsbildungen in der äusseren Form der Sprosse, sich Mittelbildungen zwischen einigen Gruppen vorfinden. So bei *Rh. paradoxa* nach der Gruppe der *Alatae*, bei *Rh. micrantha* nach der der *Teretes* hin.

Entwicklung des Hautgewebes.

Den im Vorstehenden gemachten Angaben über den Bau des fertigen Hautgewebes und seine Bedeutung in systematischer Hinsicht sind nun noch einige Bemerkungen über die Entwicklungsgeschichte desselben nachzutragen.

Beginnen wir mit der Entwicklungsgeschichte der Spaltöffnungen.

Der eigenthümlichen Theilungen, welche der Bildung der Schliesszellen vorausgehen, und die sowohl bei anderen Pflanzen, als in besonders ausgesprochener Weise bei den Cacteen vorkommen, hat schon Strasburger¹⁾ erwähnt. Dennoch erscheint es nicht überflüssig, diese wie den Gesamtvorgang bei der Herstellung der Spaltöffnungen noch einmal einer genauen Untersuchung zu unterwerfen.

Möge als Beispiel eine der mit Längsreihung der Epidermis-Elemente versehenen Arten gewählt sein. In einer Zelle, welche zur Urmutterzelle einer Spaltöffnung bestimmt ist, die aber vor dem Auftreten der ersten einleitenden Theilung in nichts von ihren Schwesterzellen unterschieden ist, wird durch eine schwach bogenförmig gekrümmte Wand ein oberes kleineres von einem unteren grösseren Stück getrennt (Taf. XL Fig. 1 bei a). Die Concavität der neuen Wand ist stets der oberen kleineren Zelle zugekehrt. Der eben entstandenen setzt sich rasch eine neue, ebenfalls uhrglasförmig gekrümmte Wand an, deren Concavität der vorigen

1) E. Strasburger. Ein Beitrag zur Entwicklungsgeschichte der Spaltöffnungen. Jahrbücher f. wissensch. Botanik. Bd. V. pag. 316.

entgegengesetzt ist (Fig. 1 bei b¹). In der hierdurch entstandenen Zelle, welche von oben gesehen die Form einer zweiseitigen Scheitelzelle hat, wiederholen sich die Theilungen durch wechselnd einander angesetzte Wände noch zwei- bis dreimal; dann hört dieser Modus auf (Taf. XL, Figg. 1 bei c, 5, 6, 7, 8, 9). Die durch die beiden letztentstandenen Wände gebildete Zelle von biconvexer Gestalt ist die Specialmutterzelle der Spaltöffnung, aus der durch Bildung einer geraden Wand, der letzten in der ganzen Reihe, die beiden Schliesszellen hergestellt werden. — Meistens ist die gerade Wand in der Aufeinanderfolge der Theilungen die fünfte, seltener die sechste (Taf. XL, Fig. 10), und höchst selten die vierte (Taf. XL, Fig. 9); Fälle, in denen sie der Zahl nach die siebente oder dritte bildete, wurden nicht beobachtet.

Die Zeit, welche zwischen dem Auftreten je zweier auf einander folgender Wände verläuft, scheint nicht überall dieselbe zu sein, wenigstens glaube ich die sehr verschiedene relative Grösse der jungen Elemente in diesem Sinne deuten zu können. (Vergl. Taf. XL, Figg. 7, 8 und 1 bei c, 5.) Derartige Unterschiede sind durchaus individuell, und finden sich bei allen Arten an denselben Sprossen.

Bevor ich zur Erörterung der Bildung des Spaltes in der geraden Wand übergehe, will ich der Hypothese erwähnen, welche Pfitzer²⁾ über die bei diesem Vorgange stattfindende Mechanik aufgestellt hat.

Die eigenthümliche Form, welche die Schliesszellen der Spaltöffnungen vieler Gramineen haben, die Thatsache, dass dieselben im Verlaufe ihrer Entwicklung sich sowohl der Höhe wie der Breite nach absolut verschmälern, veranlasste den genannten Autor, die Lehre von der Gewebespannung zur Erklärung dieser Erscheinung sowohl, wie der Entstehung des Spaltes der Stomata überhaupt heranzuziehen. Ich will es versuchen, seinen Gedankengang kurz zu recapituliren.

Nach ihm ist jedenfalls eine von aussen wirkende Kraft nothwendig, um eine ursprünglich einfache Zellwand in zwei Lamellen zu spalten. „Ein blosses stärkeres Wachsthum wird dieselbe nicht

1) Nicht immer setzt sich die zweite Wand der ersten beiderseits an. Es kommt nicht selten vor, dass sie mit der einen Seite der erstentstandenen, mit der andern der Seitenwand der Mutterzelle angesetzt ist (Taf. XL, Fig. 1 bei d).

2) Pfitzer, Beiträge zur Kenntniss der Hautgewebe der Pflanzen. Jahrbücher für wissensch. Botanik, Bd. VII, pag. 539 ff.

spalten können, da das vergrösserte Stück ja durch seitliches Auswachsen seinem gesteigerten Flächenwachsthum genügen könnte“ (pag. 542). Eine äussere Kraft muss also vorhanden sein. Da nun die Bildung des Spaltes gleichzeitig von innen und aussen vor sich geht, so ist klar, dass die wirkende Kraft nicht senkrecht zur Blattfläche eingreifen kann, sondern seitlich, parallel zur Spreitenebene wirksam sein muss. Der Ursprung dieser Kraft beruht wahrscheinlich auf einem ungleichen Wachsthum der Epidermis und des Innengewebes, derart, dass erstere durch letzteres passiv gedehnt wird; eine Ansicht, für die vor Allem der Umstand spricht, dass die Athemhöhle unter der Spaltöffnung ausnahmslos früher angelegt wird, als die Bildung des Spaltes stattfindet. Da aber die Entstehung von Zwischenzellräumen nur durch starkes Wachsthum der sie umgebenden Zellen möglich ist, und dieselbe im Innengewebe eher als in der Epidermis beginnt, so ist es wahrscheinlich, dass die letztere schon vor dem Auftreten der Spaltöffnungen passiv gedehnt ist. Die starke, seitliche Streckung der die Athemhöhle umschliessenden Zellen könnte dann auf die über ihr liegenden jungen Epidermiselemente derart spannend einwirken, dass dadurch die Bildung des Spaltes eingeleitet würde.

Soweit Pfitzer. Ich begnüge mich mit dem gegebenen kurzen Referat seiner Ansicht, und verweise in Betreff aller Einzelheiten, sowie seiner weiteren Versuche, auch die Entstehung der Nebenzellen, welche die Spaltöffnungen mancher Pflanzen umgeben, auf Spannungsverhältnisse in der Oberhaut zurückzuführen, auf seinen citirten Aufsatz.

Gegen die Richtigkeit der Annahme, dass es zur Trennung einer ursprünglich einfachen Zellwand in zwei Lamellen einer von aussen wirkenden Kraft bedürfe, lassen sich zunächst verschiedene Thatsachen anführen. So entstehen die eigenthümlichen Einstülpungen an den Querwänden der Zellen mancher Spirogyra-Arten offenbar durch selbstthätiges Wachsthum der ursprünglich einfachen Membran. Dasselbe gilt für die Einfaltungen, welche Sachs an Parenchymzellen im Blatt von Pinus Pinaster beobachtete und abbildete.¹⁾ Auch hier spaltet sich eine ursprünglich einfache Wand in zwei Lamellen, von denen entweder beide oder nur eine in eigenthümlicher Weise in den Innenraum der zu ihnen gehörigen Zellen fortwachsen.

1) Sachs, Lehrbuch, III. Aufl. pag. 74, Fig. 60.

In dieselbe Kategorie von Erscheinungen gehört auch die Entstehung des Interzellularräumcs der Spaltöffnungen. Sowohl diese wie die Bildung des ganzen Spaltöffnungsapparates sind Erscheinungen activen Wachsthums. Der Beweis für die Richtigkeit dieser Behauptung folgt aus dem Entwicklungsgange der genannten Gebilde.

Zunächst die Entstehung des Spaltes. Wie oben erwähnt, ist die denselben herstellende gerade Wand meist die fünfte in der beschriebenen Theilungsfolge. Sie entsteht rasch nach der letztgebildeten krummen Wand, ist aber manchmal in der mit trübem und dichtem Protoplasma erfüllten Mutterzelle nur schwer erkennbar. Nachdem sie angelegt ist, beginnen die beiden späteren Schliesszellen ein sehr energisches Wachsthum, vorwiegend in der Richtung senkrecht zur geraden Wand. Diese selbst zeigt nun ein eigenthümliches Verhalten. Hebt man mit einem scharfen Messer sehr dünne Stückchen der Epidermis des entsprechenden Alters von einem Sprosse ab, so findet man nicht selten, und zwar besonders am Rande der Schnitte, Anlagen von Spaltöffnungen, aus denen der gesammte Inhalt beim Durchschneiden der Zellen weggeschwemmt wurde. Solche Präparate zeigen nun unverkennbar, dass die gerade Wand schon sehr früh, kurz nach der Entstehung, in ihrem mittleren Theile, dem Ort des später auftretenden Spaltes, merklich verdickt ist (Taf. XL, Fig. 14). In diesem Alter ist die Wand noch ihrer ganzen Höhe nach straff ausgespannt. Stellt man aber in einem etwas älteren Stadium den Tubus des Mikroskops auf den optischen Querschnitt der Wand ein, so erscheint sie in vielen Fällen — ich beobachte die Erscheinung in den meisten, nicht aber in allen Fällen — eigenthümlich ausgebuchtet, und zwar schon vor der Entstehung des Spaltes (Taf. XL, Figg. 13 u. 15). Nun beginnt die Bildung des letztern durch Auseinanderweichen der Wand gleichzeitig in ihrem innern und äussern Theile, eine Thatsache, die mit den von Mohl, Strasburger und Pfitzer bei andern Pflanzen beobachteten Erscheinungen völlig im Einklange steht. Die Ausbildung des Spaltes aber geht rascher von aussen, als von innen vor sich, was sich besonders durch Vergleich der unteren und oberen Ansicht des entsprechenden Stadiums verfolgen lässt. — Von oben gesehen erscheint der Spalt anfangs äusserst schmal (Taf. XL, Fig. 16¹); dann verbreitert er sich rasch, dringt nach

1) In dieser Figur hätte der Spalt eigentlich mit einem Doppelcontour gezeichnet werden sollen; es wurde dies aber wegen der dadurch entstehenden Ueberfüllung mit Linien vermieden.

innen vor, und erhält hier durch das starke lokale Flächenwachsthum der beteiligten Membranpartieen die Form eines kleinen rhombischen Feldchens (Taf. XL, Fig. 17). Ist nun die Wand in der oben beschriebenen Weise gebogen, so dringt der Spalt in geneigter Richtung nach innen; ebenso geht die Ausbildung des äusseren Theiles des Spaltes vorwiegend einseitig von statten, und es erklärt sich auf diese Weise die an noch jungen Spaltöffnungen vielfach vorkommende etwas unsymmetrische Gestalt des Spaltes (Taf. XL, Fig. 17), die aber bei weiterer Entwicklung in eine meist genau symmetrische übergeht.

Beobachtungen über das Verhalten des Zellkerns während der erörterten Theilungen konnten leider nicht angestellt werden, da die jugendlichen Zellen mit einem so dichten und trüben Protoplasma angefüllt sind, dass man die Kerne kaum erkennen kann.

Mit den beschriebenen Verhältnissen steht die oben mitgetheilte Hypothese von Pfitzer nicht in Einklang. Das der Bildung des Spaltes vorausgehende intensive Wachsthum der Schliesszellen, die vorherige Verdickung der Wand, vor allem aber die eigenthümliche Faltenbildung derselben deuten auf Wachsthumsvorgänge hin, die in der Wand selbst ihren Sitz haben, und nicht einem von aussen wirkenden Zuge passiv folgen. Thatsächlich tritt hier also der Fall ein, dass die Wand ihrem gesteigerten Flächenwachsthum durch seitliches Ausweichen genügt, und nun dennoch den Spalt erzeugt.

Die Ansicht, dass die Entstehung des Spaltes eine Erscheinung activen Wachsthums der Wand sei, ist übrigens schon von Hofmeister¹⁾ bestimmt ausgesprochen worden. Nach Erörterung der bei der Bildung der Spaltöffnungen stattfindenden Vorgänge, nach dem Hinweis besonders auf das starke Wachsthum der Schliesszellen vor und während der Ausbildung des Spaltes bemerkt er, eine Einwirkung der Nachbarzellen auf die Entstehung des letzteren sei geradezu undenkbar, da ja die Schliesszellen in allen Wachsthumstadien sichtlich von höherem Turgor seien, als alle sie umgebenden Elemente.

Aber auch die Entstehung des gesammten Spaltöffnungsapparates lässt sich nicht einfach auf Spannungsverschiedenheiten des innern und äussern Gewebes zurückführen. Es ist richtig, dass die Athemhöhle früher angelegt wird, als der Spalt zwischen den Schliess-

1) Hofmeister, *Lehre von der Pflanzenzelle*, pag. 263 u. 265.

zellen; allein sie entsteht, und darauf kommt es hier wesentlich an, nicht vor den ersten Theilungen, welche die Bildung des Stoma in der Epidermis einleiten. — Das Hypoderma ist stets interstitienfrei mit Ausnahme der Stellen unter den Spaltöffnungen, an denen es von den Athemhöhlen durchbrochen ist. Die Entstehung der letzteren beginnt nun, soweit ich beobachtete, ziemlich ausnahmslos zwischen dem Auftreten der dritten und vierten der einander wechselnd angesetzten Wände in der Urmutterzelle der Spaltöffnung (Taf. XL, Figg. 4 u. 11; in letzterer Figur stellt die punktirte Linie die oberste Schicht des Hypoderma dar). Auf Grund dieser Thatsache hätte man eher Recht, zu behaupten, durch die Theilungsvorgänge in der letzteren werde die Bildung der Athemhöhle veranlasst, was mit Pfitzer's Annahme allerdings in directem Widerspruch stände. — Die Entstehung der Athemhöhle selbst geht in ähnlicher Weise vor sich, wie die des Spaltes des Stoma; das Auseinanderweichen der Wand beginnt ebenfalls in ihrer Mitte oben und unten (Taf. XL, Fig. 4); anfangs schmal, verbreitert er sich rasch, und nimmt dann eine ovale Gestalt an (Fig. 12). Das weitere Verhalten ist nun aber verschieden; es bilden sich nämlich während der Vergrößerung des Intercellularraumes und des Wachstums der ihn umgebenden Zellen in diesen Wände, welche, radial zu ihm gerichtet, an die ihn umgrenzenden Wände angesetzt sind, ein Vorgang, der bekanntlich in den Schliesszellen nicht stattfindet. — Manchmal entstehen statt einer grossen zwei kleinere Athemhöhlen, die aber dann, nicht weit von einander entfernt, stets unter dem Bereich der Urmutterzelle der Spaltöffnung gelegen sind.

Dass die Bildung der Athemhöhle die des Spaltes nicht nothwendig nach sich zieht, folgt übrigens auch schon aus dem nicht selten zu beobachtenden Umstande, dass die erstere wohl entwickelt sein kann, während die Theilungen in der Urmutterzelle des Stoma nach den ersten bogenförmig gekrümmten Wänden sistirt werden und anstatt durch weitere Theilungen die Schliesszellen zu bilden, in ein kleinzelliges Gewebe zerfallen.

Die Entwicklung der ganzen Spaltöffnung ist nach Allem also ein morphologischer Vorgang, bei dessen physiologischen Ursachen die Vererbung in so verwickelter Weise in's Spiel kommt, dass der heutige Stand der Wissenschaft bei weitem nicht ausreicht, um auch nur die Annäherung einer Erklärung zu geben.

Bei manchen Arten, wie *Rh. Cassytha*, *Rh. pendula*, *Rh. micrantha*, dehnen sich die Urmutterzellen der Spaltöffnungen be-

trächtlicher in die Breite aus, als die Schwesterzellen derselben Längsreihe (Taf. XL, Figg. 2 u. 3; Taf. XXXVIII, Fig. 5 u. s. w.). Bei andern dagegen, so vor allen bei *Rh. funalis*, halten die letztern im Breitenwachsthum gleichen Schritt mit den ersteren (Taf. XL, Fig. 13). Ja bei letzterer Pflanze kann man hin und wieder Fälle beobachten, in denen die Anlage der Spaltöffnung nur der halben Breite der Urmutterzelle angehört (Taf. XL, Fig. 6), eine Erscheinung, welche bei den erstgenannten Arten nicht wahrgenommen wurde.

Mit den oben beschriebenen Vorgängen sind die Theilungen in der Urmutterzelle der Spaltöffnung noch keineswegs erschöpft. Zunächst entstehen rings um die beiden Schliesszellen noch weitere, ihnen parallel laufende halbmondförmige Wände, und zwar die erste in der äussern grösseren Nachbarzelle, die zweite in der innern kleineren (Taf. XL, Fig. 3 bei a); Verhältnisse, die übrigens schon von Strasburger für *Basella* und die *Cacteen* richtig beschrieben worden sind. Gleichzeitig treten in den äusseren Segmenten der Mutterzelle nach verschiedenen Richtungen orientirte radiale Wände auf (Taf. XL, Fig. 3 bei b), ein Vorgang, der auch die weiter nach innen gelegenen Segmente mit Ausnahme des innersten, die Schliesszellen umgebenden Paares ergreift, und dadurch das kleinzellige Netz herstellt, welches die Urmutterzelle der Spaltöffnung am fertigen Spross erfüllt.

In den im Vorstehenden erörterten wesentlichen Vorgängen stimmen sämtliche Arten überein. Die wichtigste Differenz knüpft sich, wie früher erwähnt, interessanter Weise an die beiden Genera *Lepismium* und *Rhipsalis*. Bei ersterem sind die Spaltöffnungen vertical, bei letzterem horizontal gerichtet. (Vergl. die früher citirten Figuren und Fig. 5 auf Taf. XL, welche die Anlage eines Stoma von *Lep. radicans* darstellt.) Doch hat die Regel keine strenge Gültigkeit. Im Genus *Lepismium* zeigt besonders *L. Knightii* zahlreiche Ausnahmen, die vereinzelt auch bei den beiden andern früher beschriebenen Arten der Gattung vorkommen. Unter den *Rhipsalis*-Species finden sich die meisten Abweichungen bei den Formen der *Alatae*, während sie selten an den Gliedern der *Teretes* auftreten, eine Thatsache, die offenbar mit der in den beiden Gruppen verschiedenen Anordnung der Epidermiszellen zusammenhängt. — Von diesen Ausnahmen abgesehen, zeigt sich die Richtung der Spaltöffnungen constant, und daher systematisch verwertbar. Es war besonders die verticale Lagerung der Stomata, welche neben dem Bau des Hautgewebes überhaupt der *Rhipsalis sarmentacea*

Otto ihre systematische Stellung im Genus *Lepismium* anwies. — Dass wir es aber auch bei der Lagerung der Spaltöffnungen mit einer morphologischen Erscheinung zu thun haben, beweist eben der Umstand, dass dieselbe in den Gattungen constant ist, mag die Form des Stammes sonst sein, welche sie will. An den Sprossen der *Rhipsalis*-Arten mit runden Gliedern sind die Stomata quer gelagert; wäre dies aber bloss Folge des überwiegenden Längen- und geringen Dickenwachsthums dieser Sprosse, so müssten die Spaltöffnungen der breiten blattartigen Formen längs gelagert sein, was nicht der Fall ist. — Analog sind die Verhältnisse in der Gattung *Lepismium*; sowohl die fast runden Glieder von *Lep. sarmentaceum* wie die mit stark vorspringenden Kanten versehenen von *Lep. Knightii* haben Spaltöffnungen, deren Axen der des Stammes parallel laufen, also von der Form des letzteren sich unabhängig erweisen. — Alles dies sind morphologische Erscheinungen, deren physiologische Ursachen sich zur Zeit nicht erklären lassen.

Werfen wir hiernach einen Blick auf den fertigen Zustand der Spaltöffnung. Die Oberflächen- Längs- und Queransicht ergibt sich aus den Figuren 19, 20 und 21 auf Taf. XL, die von *Rh. micrantha* entworfen wurden, der die übrigen *Rhipsalis*-Arten in allen wesentlichen Zügen gleichen. Der Spalt *s* trennt die beiden Schliesszellen nicht ganz, sondern nur in ihrem mittleren grösseren Theile. Er ist auf der Aussenseite zunächst umgeben von einem Paar Cuticularleisten, den bekannten Hörnchen, *a* in Fig. 19 u. 20. Diesen Leisten schliessen sich noch zwei weitere, seitlich mit ihnen verbundene, *b*, *an*, die bloss Vorwölbungen in der Oberhaut darstellen. Die Schliesszellen selbst sind in der Mitte schmal, Fig. 21, auf der Aussenseite beiderseits erhöht; die Unterseite ist eben, schwach nach unten oder auch manchmal nach innen gebogen. Die Wand derselben ist auf der Aussenseite stark, in der Nähe der beiden inneren Hörnchen, Fig. 20 bei *c*, etwas verdickt, in den übrigen Theilen von mässiger Stärke. — Die Schliesszellen werden seitlich und unten fast völlig umschlossen von den bekannten halbmondförmigen Zellen, welche auch an Höhe die ersteren weit überragen. Die Wand derselben ist auf der Aussenseite beträchtlich weniger verdickt, als die der benachbarten Epidermiszellen und nahezu vollständig cuticularisirt; die Dicke des übrigen Theiles der Wand ist nur gering. Zweifellos spielen diese Zellen bei Verrichtung der physiologischen Functionen der Spaltöffnung eine wichtige Rolle. —

Die Cuticula überzieht, von der Aussenseite kommend, die dem Spalt zugekehrte Seite der Schliesszellen, den freien Theil der halbmondförmigen Zellen und die Athemböhle im Bereich des Hypoderma; an den Wänden der diese auskleidenden parenchymatischen inneren Zellen hört sie auf. — Die die Athemböhle umgrenzenden Elemente des Hypoderma haben an ihrer freien Seite stets stark verdickte Wände. — Die Athemböhle selbst bildet in dem Parenchym einen weiten Raum, in welchen zahlreiche Canäle aus dem innern Gewebe münden, die wieder mit den engeren Intercellularen in Verbindung stehen, und so den Ein- und Austritt von Gasen in ausgiebigster Weise vermitteln.

Einen interessanten Bau haben die Spaltöffnungen von *Lep. radicans*. Die äusseren Hörnchen haben hier eine eigenthümliche Gestalt, die am besten aus Figur 22 auf Taf. XL erhellt. Die Reactionen, welche zarte Querschnitte durch den ganzen Apparat auf Zusatz von Chlorzinkjod zeigen, verdienen erwähnt zu werden. Ueber das Ganze hinweg zieht sich die dünne hellgelbgefärbte Cuticula c, während die unter ihr gelegenen Cuticularschichten eine dunklere, braune Färbung annehmen. Unter a, a zeigt die Cuticula kleine Vorsprünge in die Cellulose; dann verschmälert sie sich wieder und spaltet sich nun in zwei zarte Lamellen, die äussere, welche die Hörnchen überzieht, und eine innere, welche, unter der Masse b hinlaufend, bei d wieder in die äussere mündet. Die chemische Reaction dieser innern Schicht unterscheidet sich in nichts von der der äussern, und wir haben hier demnach die interessante Erscheinung, dass die chemische Metamorphose der Cellulose, welche die Cuticula darstellt und die sich sonst nur an der Oberfläche bildet, auch in innern Schichten hergestellt wird; eine Thatsache, die, wenn dies nach Mohl's Hinweis auf das Factum, dass die Cuticula über die Innenseite der Schliesszellen hinweg bis tief in's Innere der Athemböhle greift, noch nöthig wäre, in bestimmter Form den Beweis lieferte, dass die Hüllhaut-Hypothese von Karsten ein Irrthum sei. — Die übrige Form und Beschaffenheit der Schliess- und Hülfzellen erhellt aus der Abbildung und braucht nicht näher erörtert zu werden. Erwähnt sei nur noch, dass unter der Cuticula, welche die dünne Aussenwand der Hülfzellen überzieht, noch deutlich eine mit Chlorzinkjod sich schwach bläuende Celluloselamelle erkennbar ist.

Ich komme nun zur Entwicklung der übrigen Epidermiszellen. Nach dem Früheren finden sich hier zwei Modificationen an der

Aussenseite, ebene und gewölbte. Ich will mit den letzteren beginnen, die in hervorragendster Form bei den rundgliedrigen Arten auftreten.

Schon sehr früh beginnen ihre anfangs flachen, reihenförmig angeordneten Zellen die Aussenwände emporzuwölben und zu der Zeit, in welcher in den äusseren Segmenten der Urmutterzelle des Spaltöffnungscomplexes die ersten secundären Theilungen auftreten, beginnen auch in ihnen, dem Dickenwachsthum des Stammes entsprechend, nachträglich radial gerichtete Wände sich zu bilden (Taf. XL, Fig. 3). Die ersten derselben laufen meist der Axe des Stammes parallel; die nächstfolgenden haben gewöhnlich eine dazu senkrechte Richtung; die späteren können allseits orientirt sein. Durch diese secundären Wände wird aber die Anordnung der Mutterzellen nicht gestört. Die Längswände derselben bleiben immer stärker, als die der Tochterzellen; über ihnen befinden sich die tiefen thalfförmigen Einsenkungen der Epidermis, während die meist in der Mitte der breiten Höhenzüge gelegenen schwächeren Vertiefungen den ersten secundären längsgerichteten Theilungen entsprechen.

In Bezug auf die beschriebenen Vorgänge gleich verhalten sich *Rh. Cassytha*, *pendula*, *micrantha* und *conferta*. Bei der letztgenannten Art haben die Mutterzellreihen, wie schon früher erwähnt, den regelmässigsten Verlauf, während bei *Rh. micrantha* verhältnissmässig die meisten Abweichungen vorkommen. — Auch *Rh. floccosa* gehört hierher; nur sind hier die Aussenwände der Epidermiszellen stärker vorgewölbt, als bei den der ersteren Arten.

Bei den genannten Formen haben die secundär auftretenden Theilwände radiale Richtung; tangential gerichtete kommen nur selten vor bei *Rh. floccosa*, etwas häufiger schon bei *Rh. conferta*; sie werden dagegen zur Regel bei *Rh. funalis*. Ihr Auftreten erfolgt erst zu einer Zeit, in welcher die Epidermis schon eine beträchtliche Entwicklung erreicht hat (Taf. XL, Fig. 18). Die ersten derselben sind der unteren Epidermiszellwand und einer Seitenwand oftmals in auffallend spitzen Winkeln angesetzt, bei a. Durch sie und die weiter folgenden radial und tangential gerichteten Wände wird die eigenthümliche Epidermis hergestellt, die unserer Pflanze eigen ist und die, soviel mir bekannt, in ihrer Art einzig dasteht¹⁾. — Pfitzer bezeichnet derartige Bildungen als „gefächerte

1) Abbildungen dieser merkwürdigen Epidermis finden sich bei Link (Ausgewählte anatomisch-botanische Abbildungen, II. Heft, Taf. IV, Figg. 5, 6 u. 7) und bei Wigand (Intercellularsubstanz und Cuticula, Taf. II, Fig. 95).

und mehrfache“ Epidermen, während den „gefächerten“ die vorhin genannten Formen ohne Tangentialwände entsprechen.

Verschieden hiervon ist die Entwicklung der Epidermis der alaten und angulosen Formen der Gattung *Rhipsalis*, sowie der *Lepismium*-Arten. Die Aussenwände der Epidermiszellen sind nahezu eben oder wölben sich nur schwach vor. Reihenförmige Anordnung der Mutterzellen findet sich hier nicht, oder nur an besonderen Stellen; doch sind jene auch noch im Alter durch ihre stärkeren Wände erkennbar. Wahrscheinlich sind viele von ihnen, zumal an den sehr breiten Sprossen, Elemente späterer Ordnung; doch habe ich die hierauf bezüglichen Messungen, denn nur durch solche lässt sich die Sache endgültig entscheiden, noch nicht angestellt. Die secundären Theilungen in den Epidermiszellen sind bei allen hierher gehörenden Arten mit Ausnahme von *Rh. pentaptera* radial gerichtet. Bei dieser Pflanze kommen auch vereinzelt tangentiale vor (Taf. XXXVI, Fig. 5), ein Beweis, dass die Tangentialwände in der Epidermis nicht Folge des hügelartigen Vorwölbens der Epidermiszellen bei den *Teretes* sind.

Dass die verschiedenartige Anordnung der Epidermismutterzellen mit den Wachstumsverhältnissen der differenten Sprossformen zusammenhängt, ist unzweifelhaft. Entwicklungsgeschichte und fertiger Zustand zeigen übereinstimmend, dass überall da, wo das Längenwachsthum eines Sprosses zu seinem Breitenwachsthum in einem überwiegenden, jedoch nicht näher bestimmbar Verhältniss steht, reihenförmige Anordnung der Epidermismutterzellen zu Stande kommt; dass dagegen, wenn das laterale Wachsthum jenes Verhältniss zum longitudinalen überschreitet, die Lagerung derselben eine unregelmässige wird. — So haben alle langen Sprosse der Gruppe der *Teretes* in Längsreihen geordnete Epidermismutterzellen; die kurzen, dickeren Glieder von *Rh. Saglionis* und *mesembryanthoides* dagegen unregelmässig gelagerte. Der untere, dünne Theil der Glieder von *Rh. salicornioides*, welcher rasches Längenwachsthum besitzt, verhält sich in Bezug auf die Lagerung seiner Epidermiselemente, wie die langen Glieder der letztgenannten Arten; der obere verdickte Theil wie die kurzen Sprosse derselben. — Die jugendlichen Epidermiszellen von *Rh. pentaptera* sind in Längsreihen angeordnet, allein während der kräftigen lateralen Ausbildung der Flügel verschwinden diese später vollständig; bei *Rh. micrantha* dagegen, wo die Ausbildung der Kanten eine sehr geringe, das Längenwachsthum der Sprosse aber ein sehr kräftiges

ist, zeigt sich der Bau der Epidermis gleich dem der langen Sprossformen der Teretes. — Auch die Glieder der Alatae liefern eine schöne Bestätigung der genannten Regel. Nimmt man irgend ein beliebiges Stück der Epidermis vom Flügel eines Gliedes, so findet man unregelmässige Lagerung ihrer Zellen; hebt man dagegen von dem unteren, dünnen, oft runden Basaltheil eines langen Sprosses ein Stück Oberhaut ab, so zeigt sich die Reihenordnung der Zellen in ausgesprochenster Weise (Taf. XXXVI, Fig. 9). Dasselbe findet man, wenn man von der über dem normalen Holzkörper gelegenen Epidermispartie abhebt, aus einer Zone, in der ebenfalls sehr geringes Breiten-, aber kräftiges Längenwachsthum stattfand.

Auf der Anordnung der Epidermismutterzellen, oder, was wahrscheinlicher ist, mit dieser auf dem Wachsthum des Stammes, scheinen auch die hügelartigen Vorwölbungen der Aussenwände der Epidermiszellen zu beruhen; wenigstens deutet darauf der Umstand hin, dass sie sich in besonders ausgebildeter Form bei den stielrunden Arten finden, während sie bei den alaten Sprossen gar nicht vorhanden sind, oder nur sehr geringe Höhe erlangen. Hiermit steht es im Einklang, dass zu der Zeit, in welcher bei *Rh. micrantha* die Wölbungen der Aussenwände der Epidermiszellen in den Vertiefungen schon ihre volle Höhe erlangt haben, die auf den Spitzen der Flügel noch um beträchtlich flacher sind; ein Unterschied, der aber später ausgeglichen wird. — Die Gesamtverhältnisse machen den Eindruck, als ob überall da, wo die Epidermis ihr Wachstumsbestreben in lateraler Richtung genügend befriedigen kann, die Bildung der Vorwölbungen, wenigstens der starken, unterbleibt; dass diese aber auftritt, sobald der seitlichen Ausdehnung der Epidermis engere Grenzen gesteckt sind.

Mit den erwähnten Thatsachen in innigem Zusammenhange steht die Frage nach der physiologischen Bedeutung unserer Epidermen. Der eigenthümliche Bau derselben legt die Vermuthung nahe, dass ihr Verhalten in dieser Beziehung ein von dem der meisten pflanzlichen Oberhäute abweichendes sei; dass sie nicht ein passiv gedehntes, sondern ein Schwellgewebe darstellen. — Trennt man ein Stück der Epidermis durch einen scharfen Schnitt von dem darunter gelegenen Gewebe, so verändert es sich entweder in keiner Beziehung, oder zeigt schwache Krümmung nach einwärts. Die vorhin ausgesprochene Vermuthung wird also wenigstens insoweit bestätigt, als das Ausdehnungsstreben der Epidermis mindestens gleichen Schritt hält mit dem des paren-

chymatischen Innengewebes, wenn nicht vielmehr dasselbe noch übertrifft. — Soweit die fertige Oberhaut. Die Untersuchung verschiedener jugendlicher Zustände hat noch nicht zu einem positiven Ergebniss geführt. Während in einer Anzahl von Fällen auf Isolirung die entschiedenste Einwärtskrümmung erfolgte, bogen sich in andern Fällen die Stückchen nach aussen. Im Ganzen glaube ich schliessen zu dürfen, dass Epidermis und Rinde ein im Wesentlichen gleichartiges Wachsthum befolgen, dass Spannungsverhältnisse zwischen den beiden Geweben, wenn sie überhaupt vorhanden, jedenfalls nur von geringer Bedeutung sein können. — Doch soll dies nur als beiläufige Bemerkung gelten; es wäre ja möglich, dass zwischen Epidermis und Rinde zu verschiedenen Zeiten ein differentes Verhalten, in der Jugend vielleicht ein Antagonismus, später dagegen Gleichartigkeit im Wachsthum stattfände. Weitere Versuche, welche ich über diese, wie über andere physiologische Fragen, die sich aus meiner Untersuchung ergaben, anzustellen die Absicht habe, werden hoffentlich die gewünschte Aufklärung ertheilen.

Im Anschluss hieran ist noch ein Blick auf die Entstehung der Vorhöfe zu werfen, die, wie früher erwähnt, bei den kantigen und einigen stielrunden Formen auftreten. Wie in allen bis jetzt untersuchten Fällen¹⁾ werden auch bei den vorhofführenden Rhipsalis-Arten die Spaltöffnungen an der Oberfläche, aus echten Epidermiszellen gebildet; allein die Thätigkeit, welche die bei der Herstellung der Vorhöfe betheiligten Gewebe ausüben, ist nicht bei allen Arten gleich. Bei *Rh. paradoxa* und *Rh. pentaptera* wird, wie der fertige Zustand lehrt, und sich entwicklungsgeschichtlich verfolgen lässt, fast die gesammte Arbeit von dem mächtig sich vergrößernden Hypoderma geleistet, das die Epidermis über die Spaltöffnungen empor hebt (Taf. XXXVI, Figg. 2 u. 5). Bei *Rh. floccosa* tritt zur Thätigkeit des Hypoderma noch die der in radialer Richtung sich kräftig verlängernden Epidermiszellen (Taf. XXXVII, Fig. 8). Bei *Rh. funalis* endlich ist es in noch höherem Grade, als bei der zuletzt genannten, die Epidermis, welche durch ihr Wachsthum in radialer Richtung, durch die zahlreichen in ihr auftretenden Tangential-Wände die Tiefenlagerung der Stomata bewirkt (Taf. XXXVIII, Fig. 2).

Es wären nunmehr die genaueren Strukturverhältnisse unserer Epidermen zu erörtern. Auch hierin zeigen sich einige Verschieden-

1) Vergl. den citirten Aufsatz von Strasburger.

heiten. Den interessantesten Bau hat *Lepismium radicans* (Taf. XL, Fig. 35). Schon ohne Zuhülfenahme von Reagentien erkennt man auf zarten Querschnitten die beiden Hauptschichten der Aussenwand, welche mit ausserordentlicher Schärfe nach Behandlung mit Chlorzinkjod zu Tage treten. Vermittelst dieses Reagens erkennt man zu äusserst die eigentliche Cuticula, die als dünnes, lichtgelb gefärbtes Häutchen das Ganze überzieht. Hierauf folgt nach innen die braungelb gefärbte Cuticularschicht, a, von beträchtlicher Entwicklung, welche, wenn auch nicht immer, so doch in vielen Fällen, deutliche der Oberfläche parallel laufende Schichtung wahrnehmen lässt. Gleich nach Zusatz des Reagens beobachtet man, dass die innerste dieser Schichten sich intensiver färbt, als die äusseren, eine Differenz, die sich aber später ausgleicht. — An die Cuticularschicht schliesst sich nun die innerste Lamelle, b, eine Celluloseschicht von matt violetter Färbung. Die Grenze zwischen beiden stellt eine vielfach zackig hin und her gebogene Linie dar. — Von den Cuticularschichten bilden sich Fortsätze in die Radialwände der Zellen, entweder als directe Fortsetzungen derselben, oder durch kleine Zwischenräume davon getrennt. Die Innenwand der Epidermiszelle bietet einen auffallenden Anblick dar. An der Grenze der beiden Celluloselamellen, der schwächeren, welche der Epidermiszelle, der stärkeren, welche der angrenzenden Hypodermiszelle angehört, trifft man eine Reihe punkt- oder knötchenförmiger Cuticularbildungen, welche in die Cellulosemasse eingebettet sind (Fig. 35 bei c). Unter den Vorsprüngen der Cuticularschichten in die Radialwände sind die Knötchen am grössten, während sie unter dem Lumen der Zelle kleinere, oft bis zum Verschwinden punktförmige Bildungen darstellen. Sie sowohl wie die Radialvorsprünge in den Seitenwänden nehmen auf Zusatz von Chlorzinkjod einen etwas lichter gefärbten Ton an, als die Cuticularschichten der Aussenwand. — Nach Behandlung mit Schwefelsäure löst sich alle Cellulose unserer Zellen auf; die Cuticularbildungen aber bleiben, selbst nach tagelanger Maceration, als eigenthümliches Skelett zurück. Den Querschnitt einer so behandelten Zelle stellt Fig. 36 auf Taf. XL, die Flächenansicht einer Radialwand Fig. 37 dar. Die erstere zeigt die radialen Vorsprünge von den äussern Cuticularschichten und die Reihe von Knötchen und Punkten der Innenwand; die letztere lässt die genauere Structur jener Vorsprünge erkennen. Dieselben bilden von aussen kommende, bis über die Mitte der Wand hinausreichende Plättchen von höchst

unregelmässigem Umriss. Zwischen den Plättchen finden sich zahlreiche Punkte und Knötchen, und mit eben solchen ist der Raum zwischen den Endigungen der Plättchen und den grössern Knötchen der Innenwand ausgefüllt; manchmal ist auch die Wand ihrer ganzen Fläche nach mit knötchenartigen Cuticularpartieen übersät. — Hinsichtlich der chemischen Zusammensetzung sind die Cuticularbildungen dieser Pflanze wahrscheinlich verschieden von den der alsbald zu besprechenden Rhipsalis-Arten. Man erkennt dies zunächst auf Zusatz von Fuchsin, das sich hier als vorzügliches Reagens erweist. Es färben sich nämlich sämtliche cuticularisirte Partieen intensiv carminroth, während die Cellulose gar nicht oder nur sehr schwach gefärbt wird. Die Cuticularbildungen der Rhipsalis-Epidermen, mit Ausnahme der von *Rh. pendula*, nehmen dagegen auf Zusatz von Fuchsin keine oder nur sehr geringe Färbung an. Doch ist zu bemerken, dass man dies Reagens nur in sehr schwacher Lösung benutzen darf; im Ueberschuss angewandt, färben sich sämtliche Cellulosewände, freilich mit etwas hellerem Ton, als die cuticularisirten Theile der Epidermis von *Lepismium radicans*. — Die Verschiedenheit der Cuticularbildungen letztgenannter Pflanze von den der Rhipsalis-Arten, auch der von *Rh. pendula*, ergibt sich weiter aus folgendem Umstande. An Schnitten von sowohl aus Alkohol entnommenen, als auch lebenden Sprossen, die mit Kali behandelt, von diesem durch Auswaschen mit Wasser wieder befreit und dann in Glycerin aufbewahrt wurden, nahmen nach Verlauf von längerer Zeit sämtliche Cuticularbildungen lebhaft rosenrothe Färbung an, eine Erscheinung, die bei keiner anderen der hier behandelten Pflanzen wahrgenommen wurde. Woher diese Färbung rühren mag, darüber habe ich keine Vermuthung. — Die Aufnahme von Fuchsin, oder — was ja auch möglich wäre — von einem Theil der dasselbe zusammensetzenden Elemente, lässt sich auf zweierlei Weise erklären. Entweder die Molecüle der Cuticularpartieen verbinden sich mit den des Fuchsin — dann ist diese Cuticula chemisch verschieden von der der Rhipsalis, welche keine Verbindung mit dem Reagens eingeht; oder die Aufnahme der Fuchsinmolecüle besteht in einer blossen Einlagerung derselben zwischen die der Cuticularbildungen — dann ist die Anordnung der sonst gleichen Molecüle der letzteren verschieden von der, welche sie in den entsprechenden Theilen der Rhipsalis haben. In jedem Falle ist dargethan, dass unter den Cuticularbildungen verschiedener Pflanzen beträchtliche

Unterschiede bestehen können, und dass dies sogar bei so nahe verwandten Pflanzen, wie den hier behandelten, der Fall sein kann.

Verschieden von der eben besprochenen sind die Epidermen der meisten *Rhipsalis*-Arten gebaut.

Bei *Rh. Cassytha* bildet die Celluloselamelle unter den Cuticularschichten der Aussenwand eine zwar weniger starke, aber doch immer noch erheblich dicke Schicht; auch hier stellt die Grenze zwischen beiden auf dem Querschnitt eine vielfach hin und her gebogene Linie dar. Von den Cuticularschichten springen Fortsätze in die Radialwände vor, die, mit breiter Basis angesetzt, sich rasch verschmälern und hier ebenfalls vielfach durchbrochene Platten darstellen. An älteren Sprossen finden sich auch in den Innenwänden Platten von partiellen Cuticularisierungen, ähnlich wie sie bei *Lepismium radicans* beobachtet wurden.

Bei *Rh. Saglionis* ist die Celluloselamelle der Aussenwand der Epidermiszellen noch ungleich dünner als bei der vorigen Art. In den Innenwänden wurden keine Cuticularbildungen beobachtet, während bei *Rh. pendula*, die im Uebrigen ähnlich gebaute Epidermiszellen hat, die Cuticularfortsätze der Radialwände als kleine fussartige Erweiterungen in den Innenwänden endigen. Bei *Rh. paradoxa* ist die Celluloselamelle der Aussenwand der Epidermiszelle sehr zart, sodass sie nur auf besonders gelungenen Schnitten erkennbar wird. In den sekundären Radialwänden der Zellen sind die Cuticularvorsprünge zart, und ragen nur wenig oder bis zur Mitte der Zellwand vor; in den primären Wänden dagegen sind sie breit, verschmälern sich aber vor dem Eintritt in die Innenwand plötzlich, und bilden in dieser kleine, fussartig nach beiden Seiten vorspringende Fortsätze.

Aehnlich ist die Epidermis von *Rh. carnosa* gebaut (Taf. XL, Fig. 34). Die Cuticularschichten erlangen eine ausserordentliche Mächtigkeit, a, während die darunter befindliche Celluloselamelle, b, kaum erkennbar ist. Die Fortsätze der Cuticularschichten durch die Radialwände sind wie bei voriger gebaut; allein es bilden sich nicht nur jene fussartigen Fortsätze in der Innenwand, sondern zwischen ihnen, unter dem Lumen der Zelle, partielle Cuticularisierungen, welche jedoch hier nicht, wie bei *Lepismium radicans*, als runde Knötchen, sondern als kleine sehr zarte Plättchen, c, erscheinen, die aber im Alter meist zu einem kontinuierlichen Ganzen verschmelzen. Bei Behandlung mit Schwefelsäure bleiben diese Plättchen, wie früher die Knötchen, als Skelett zurück.

Rh. *funalis*, *micrantha* u. A. haben hinsichtlich der genannten Verhältnisse Aehnlichkeit mit der vorigen, nur fehlen die Plättchen in der Innenwand. Die Celluloselamelle auf der Innenseite der Aussenwand ist meistens so zart, dass man sie, zumal auf dickeren Schnitten, gewöhnlich nicht gewahrt. Erst auf sehr zarten, übrigens ziemlich schwer herstellbaren Präparaten ist ihr Vorhandensein zu erkennen, und es mag darin der Grund liegen, dass in Wigand's Abbildung die ganze Aussenwand als cuticularisirt dargestellt wird.

An frischen Präparaten lassen die Cuticularmassen keine Schichtung erkennen; nach Behandlung mit Schwefelsäure tritt diese dagegen meist scharf zu Tage.

Die ganze Epidermis ist überzogen von einer durch zahlreiche Risse gespaltenen Wachskruste, deren Entstehung jedoch nicht genauer verfolgt wurde.

Soviel über die Epidermis.

Der zweite Bestandtheil des Hautgewebes, das Hypoderma, hat mit der Epidermis keinen morphologischen Zusammenhang. Es wird in allen Fällen aus den äussersten Zelllagen der Rinde gebildet. Nur bei Rh. *Cassytha* stellt es, wie früher erwähnt, ein echtes Collenchym dar; doch finden sich die ersten Anfänge einer unregelmässigen Verdickung seiner Zellwände auch bei Rh. *salicornioides* und Rh. *Lagenaria*. In allen übrigen Fällen bildet das Hypoderma eine ein- bis dreischichtige Gewebelage, deren Elementäre stärker oder schwächer verdickte, mit Tüpfeln versehene Wände haben, und kein Chlorophyll führen. Gewöhnlich ist ihr Inhalt wasserhell; in der Nähe der Achselspitze mancher Arten dagegen, wie Rh. *funalis*, Rh. *Cassytha*, *Lep. radicans* u. s. w., von einem rothen Farbstoff tingirt.

Mit der Bezeichnung „Hautgewebe“ ist also in der Gruppe der Rhipsalideen kein morphologischer, sondern ein physiologischer Begriff verbunden. Sie umfasst zwei morphologisch verschiedene Dinge: die Epidermis, welche dem Dermatogen entstammt, und das Hypoderma, welches aus den äussersten Schichten der Rinde seinen Ursprung nimmt.

Am Schluss dieses Abschnittes soll noch eine genauere Erörterung jener eigenthümlichen pathologischen Erscheinung in der Epidermis von *Rhipsalis micrantha* erfolgen, deren schon früher

gedacht wurde. Wie erwähnt, führt die Oberhaut dieser Pflanze schmalere oder breitere Längsstreifen (Taf. XXXVI, Fig. 6 bei a), welche durch ihren schwachen Glanz in's Auge fallen. Manchmal nur ein- bis zwei Zelllagen breit, erreichen sie in andern Fällen einen Querdurchmesser von einem Millim. Ebenso gross sind ihre Unterschiede hinsichtlich der Länge. In ihrem Auftreten sind sie an keine besondere Stellen gebunden; man findet sie sowohl in den Thälern, als an den Kanten der Glieder. Auch in Bezug auf ihre Zahl an den verschiedenen Sprossen beobachtet man grosse Ungleichheiten; während man an manchen Gliedern kaum Spuren von ihnen gewahrt, nehmen sie in andern Fällen einen nicht unbedeutlichen Theil der Oberfläche des Stammes ein. Im Ganzen und Grossen lässt sich sagen, dass sie am zahlreichsten an den Sprossen auftreten, bei denen die Kanten am wenigsten ausgebildet sind, die sich also am meisten der Rundung nähern, während sie an den Gliedern mit weit vorspringenden Kanten in geringerem Grade vorhanden sind. Doch gilt dies keineswegs als Regel; es lassen sich vielmehr zahlreiche Ausnahmen von dem erwähnten Verhalten beobachten.

Die Zelltheilungen in diesen Streifen sind sehr unregelmässig. Während in den normal ausgebildeten Reihen die secundären Elemente polygonal und vorwiegend isodiametrisch sind, und gerade Wände führen, die nach ihrem relativen Alter verschieden stark verdickt sind, haben die Zellen jener Streifen eine sehr ungleiche Gestalt; zumal sind manche von ihnen der Längsaxe des Stammes parallel verlängert. Die Wände dieser Zellen bleiben stets dünn, und zeigen vielfach Biegungen. — Auf dem Querschnitt sind diese Elemente sehr niedrig (Taf. XXXVI, Fig. 8 bei a); ihre Aussenwände nur schwach verdickt. Die radialen Seitenwände sind entweder gerade, wie in dem dargestellten Falle, oder vielfach hin und her gebogen, der Umriss solcher Zellen daher weniger bestimmt. In noch andern Fällen endlich sind dieselben völlig collabirt.

Das Hypoderma unter den Streifen ist in den meisten Fällen kleinzelliger als im gewöhnlichen Zustande; manchmal sind seine Wände ebenfalls vielfach unregelmässig gekrümmt.

Die auffallendste Erscheinung in unsern anomalen Streifen bilden die Spaltöffnungen. Dieselben sind vollständig verkümmert; Schliesszellen lassen sich nicht erkennen. Der Spalt kann entweder gänzlich fehlen, oder nur als Linie angedeutet sein, oder er

kann eine gewisse Ausbildung erlangt haben, die jedoch das in Fig. 28 auf Taf. XL erreichte Stadium selten überschreitet, in welchem der Spalt in der Mitte der Zellen nur erst als kleine, längliche Oeffnung erscheint. In vielen Fällen ist der Spalt von einer unregelmässig contourirten weisslichen Masse umgeben (vergl. die citirte Abbildung und Fig. 30). Sehr häufig beobachtet man eigenthümliche von den Spaltwänden nach aussen vorspringende Zellstoffleisten (Taf. XL, Fig. 30 bei c), deren Ursprung aus diesen Wänden in manchen Fällen deutlich erkennbar, in andern aber nicht zu verfolgen ist.

Die den Spalt umgebenden Wände haben, wie die Theilungen der anomalen Epidermis überhaupt, eine sehr unregelmässige Lagerung (Taf. XL, Figg. 23, 24 und 25). Doch lassen sich in den meisten Fällen noch zwei oder drei der halbmondförmigen Wände erkennen, welche der Bildung der Schliesszellen vorausgehen; die späteren Theilungen innerhalb jener sind aber meist sehr abweichend; so kommt es z. B. nicht selten vor, dass Wände senkrecht auf den Spalt gerichtet sind (Taf. XL, Fig. 24).

Die Athemhöhlen unter diesen verkümmerten Spaltöffnungen sind manchmal nur klein, gewöhnlich aber grösser; ja sie erreichen in den meisten Fällen nahezu normalen Umfang (Taf. XL, Fig. 23 wo das punktirte Oval die Athemhöhle darstellt).

Gehen wir nun zur Entwicklungsgeschichte unserer anomalen Streifen. — Schon sehr früh sind die Zellreihen, welche dieselben zusammensetzen, erkennbar. Ihre Elemente haben eine, wenn auch etwas verschiedene, doch fast stets geringere Breite, als die der normal sich entwickelnden Reihen; der Inhalt der ersteren ist wasserhell, während die letzteren reichlich mit Protoplasma angefüllt sind. Dieser Unterschied wird in der weiteren Entwicklung beibehalten; die Zellen der Normalreihen beginnen sich in der früher beschriebenen Weise durch secundäre Wände zu theilen, ihr Inhalt besteht aus schaumigem Plasma; die Elemente der anomalen Reihen bleiben dagegen inhaltsarm, und theilen sich vorläufig noch nicht, oder nur durch vereinzelte unregelmässige Wände.

Die Zeit des Auftretens der Spaltöffnungen in den genannten Streifen, sowie die Art ihrer Entwicklung hängen wesentlich ab von der Breite, welche die Zellreihen derselben im Vergleich zu den normalen besitzen. Differirt ihr Querdurchmesser nur wenig von dem der letzteren, so beginnt die Anlage der Spaltöffnungen nur wenig später, als sie dort angefangen hat. Ist die Breite der

Zellreihen geringer, so hebt ihre Bildung später an, und beginnt bei den ganz schmalen erst relativ sehr spät, bleibt manchmal bei den ersten einleitenden Theilungen stehen, oder kann auch auf weite Strecken hin gänzlich in Wegfall kommen. — Der morphologische Gang der Entwicklung des gesammten Spaltöffnungsapparates ist in allen Fällen derselbe, welcher in den normal entwickelten Partieen beobachtet wurde, mit dem Unterschiede nur, dass Sistirungen auf den ersten Stadien der Entwicklung in den anomalen Streifen häufiger vorkommen, als in den normalen.

Ist der Breitenunterschied der verschiedenen Zellreihen ein nur geringer, werden dementsprechend die Stomata in den anomalen schon relativ früh angelegt, so erreichen sie meist auch eine beträchtlichere Entwicklung. Nicht nur der Spalt wird bis zu einem gewissen Grade ausgebildet, es treten in den Schliesszellen auch die grösseren und dichteren Protoplasmaballen auf, welche später das Chlorophyll darstellen. Nun erst tritt eine Störung ein, welche den Collapsus der Schliesszellen bewirkt. Worin der störende Einfluss bestehen mag, lässt sich mit Sicherheit nicht angeben; wie es scheint, ist es besonders Mangel an Raum, welcher die Schliesszellen an der Weiterentwicklung verhindert.

Der Collapsus der Schliesszellen selbst zeigt Verschiedenheiten. Es können die Aussenwände sich flach an die inneren legen, wie in Fig. 33 die rechts befindliche Wand; oder sie können beim Zusammenfallen sich in mehr oder weniger zahlreiche Falten legen, wie in Fig. 27, einem sehr jugendlichen Zustande (die punktirte Linie stellt die oberen Ansatzstellen der Schliesszellen dar), und Fig. 26, wo die Lumina der Zellen schon völlig geschwunden sind. Findet der erstere Modus des Collapsus statt, so erscheinen die Wandungen des Spaltes später entweder einfach stärker verdickt, oder — und dies hängt wesentlich ab von der Stärke, welche die Wände der Schliesszellen vor dem Zusammenfallen erlangt hatten — von einer mehr oder weniger dicken weisslichen Masse umgeben (Taf. XL, Fig. 28). Collabiren dagegen die Schliesszellen auf die zweite der genannten Arten, so trifft man später die eigenthümlichen Vorsprünge an den Spaltwänden, deren schon oben erwähnt wurde (Taf. XL, Fig. 31).

Allein nicht alle jene Leisten haben gleichen Ursprung. Bei genauer Durchmusterung derselben findet man Fälle, in denen sie den Spaltwänden nicht angelagert, sondern direct aus ihnen hervorgewachsen sind, also Auswüchse der letzteren darstellen (Taf. XL,

Fig. 30, c). In diesen Fällen werden die collabirten Zellwände der Schliesszellen, die immer noch, wenn auch mit matterer Färbung, sichtbar sind, von den Leisten emporgehoben, und erhalten dadurch buchtig geschweiften Umriss. — Der Umstand, dass ich die Entstehung solcher Vorsprünge aus den collabirenden Wänden der Schliesszellen direct beobachtet hatte, ferner die grosse Aehnlichkeit dieser Bildungen, gleichviel welchen Ursprungs, im fertigen Zustande, hielten mich lange in der Meinung, die letztgenannte Entstehungsart sei die einzig vorkommende. Allein sowohl die vorhin erwähnten Vorkommnisse, als vor Allem die Beobachtung eines auffallenden einseitigen Auswuchses einer Zellwand führten mich zu der Ueberzeugung, dass ein Theil jener Leisten aus Excrescenzen der Spaltwände besteht. Die Figg. 25 und 29 auf Taf. XL stellen den genannten Fall dar; erstere im verkleinerten Maassstabe mit den umgebenden Wänden, letztere die gerade Wand mit dem Auswuchs stärker vergrössert. Jede andere Annahme ausser der, dass der auffallend geformte Vorsprung eine Excrescenz der geraden Wand bildet, erscheint hier unzulässig.

Wir wären damit zu der immerhin bemerkenswerthen Thatsache gelangt, dass die Spaltwände der Schliesszellen unserer Spaltöffnungen, wenn sie in ihrer Entwicklung durch äussere Einflüsse gestört werden, ihr Wachstumsbestreben durch Bildung eigenthümlicher Auswüchse befriedigen können.

Genau dasselbe vermag, wie ich wiederholt beobachtet habe, auch die Wand, welche die Athemhöhle herstellt. In einem solchen Falle war nach Anlegung zweier der bekannten halbmondförmigen Wände in der Mutterzelle der Spaltöffnung als dritte Wand eine gerade gefolgt und damit die weitere Theilung abgeschnitten. Die Wand der darunter gelegenen Hypoderma-Zelle, welche bei normaler Weiterentwicklung des Apparates die Athemhöhle producirt hätte, musste sich jetzt mit der Bildung eines nach beiden Seiten vorspringenden Zellstoffwulstes begnügen (Taf. XL, Fig. 32; die punktirte Linie stellt die Epidermis dar).

Es wird kaum nöthig sein, darauf hinzuweisen, dass auch die zuletzt angeführten Thatsachen mit Entschiedenheit dafür sprechen, dass den Wänden, welche die Intercellularräume sowohl der Spaltöffnungen, wie der Athemhöhlen erzeugen, ein selbstthätiges Wachsthum zuzuschreiben ist.

Nachdem auf die vorhin beschriebene Art der Collapsus der Schliesszellen erfolgt ist, sind auch die dieselben zunächst um-

gebenden beiden halbmondförmigen Zellen, welche bei der Ausübung der physiologischen Thätigkeit des Apparates ohne Zweifel eine wichtige Rolle spielen, functionslos geworden. In ihnen können nun — ganz gegen die in gesunden Spaltöffnungen zu beobachtende Regel — nach verschiedenen Richtungen orientirte Wände auftreten; unter anderen auch solche, welche senkrecht auf den Spalt gerichtet sind (Taf. XL, Fig. 24). — Während der nun erfolgenden Ausbildung des Stammes beginnen auch die Elemente der anomalen Streifen sich durch secundäre Wände zu theilen, und zwar in einer, wie schon erwähnt, von der normalen gänzlich abweichenden, unregelmässigen Weise. Sind die Streifen schmal, so bleiben die ursprünglichen Zellreihen meist auch im Alter noch erkennbar; haben sie dagegen eine grössere Breite, so ist von den Längsreihen später nichts mehr wahrzunehmen.

Ein Versuch zur Erklärung der geschilderten eigenthümlichen Epidermisstreifen von *Rh. micrantha* soll unter Zuhülfenahme der Descendenztheorie am Schluss des ersten Theiles dieser Arbeit gemacht werden.

Anordnung der Gefässstränge auf dem Querschnitt.

Von der Betrachtung des Hautgewebes zu der des Fibrovasal-systems und des Grundgewebes übergehend, soll zunächst die Lagerung der Gefässbündel auf dem Querschnitt des Stammes erörtert werden.

Möge mit den einfachsten Fällen begonnen und als erstes Beispiel *Rhipsalis rhombea* gewählt werden. — Der Querschnitt eines Sprosses mit $\frac{1}{4}$ Stellung der Blätter (Taf. XLI, Fig. 7) bildet eine schmale bandartige Fläche, deren mittlerer Theil nach beiden Seiten etwas verdickt ist. In diesem liegt der normale Holzkörper, der in Zukunft einfach als Holzkörper bezeichnet werden mag, und hier eine ovale oder verlängert elliptische Gestalt hat, deren grösserer Durchmesser mit dem Medianschnitt zusammenfällt.

Der Holzkörper ist zusammengesetzt aus einzelnen Gefässbündeln, die durch ein je nach der Kräftigkeit der Sprosse verschieden lebhaft sich theilendes Cambium verbunden sind. An den beiden Enden ist der Körper entweder offen oder geschlossen, je nachdem gerade Bündel eingetreten sind oder eintreten wollen. Grössere und kleinere Stränge wechseln in regelloser Folge mit

einander ab; nur beobachtet man die bemerkenswerthe Thatsache, dass die an den Enden der Ellipse gelegenen Bündel meist immer kleiner sind, als die an den grösseren Seiten liegenden, ein Umstand, der in der Entwicklungsgeschichte seine Aufklärung finden wird. — Ausser den Strängen des Holzkörpers findet sich nun in der Rinde eine grosse Anzahl kleiner Gefässbündel, die ich einfach mit dem Namen Rindenbündel bezeichnen will. Sie liegen in den beiden lang vorspringenden Flügeln der Rinde entweder einzeln, zu zwei oder, jedoch seltener, zu drei oder vier zusammen. In den letzteren Fällen sieht man sie sehr häufig seitlich oder mit ihren einander zugekehrten Holztheilen vereinigt, und Querschnitte durch grössere Glieder zeigen alle Stadien von vollständiger Vereinigung bis zu völliger Trennung zweier oder mehrerer Bündel.

Die bezeichneten Rindenstränge haben ein offenes Cambium, und erhalten ihre Fortbildungsfähigkeit bis in's höchste Alter des Stammes. Sie unterscheiden sich — und das mag hier vorweg bemerkt werden — in nichts von den Fibrovasalsträngen des Holzkörpers, als in dem einen Punkte, dass sie niemals und bei keiner Art Libriformzellen erzeugen. Auf dem Längsschnitt gesehen, stellen sie ein dichtes Geflecht dar, das durch die zahlreichen Anastomosen und Trennungen seiner Elemente eine netzartige Structur erhält (Taf. XLI, Fig. 9).

Alles über *Rh. rhombea* Gesagte gilt für sämtliche Arten der *Alatae* und die scharfkantigen Formen von *Lepismium*, mit dem Unterschiede nur, dass, sobald die Rindenbildung in den Flügeln stärker wird, auch die darin gelegenen Bündel in ihrer Lagerung mehr Spielraum erhalten, und seitlich weiter auseinanderrücken (Taf. XLI, Fig. 14). In den meisten Fällen stellen sie dann zwei Reihen von Bündeln dar, die zu je zwei einander gegenüber liegen oder mit den Holztheilen vereinigt sind, und die Basttheile nach den Aussenseiten des Stammes kehren. — Von den genannten Arten macht nur *Rhipsalis carnosa* eine Ausnahme (Taf. XLI, Fig. 16). Die Pflanze hat kräftige, fleischige Sprosse, in denen überall in der Rinde, auch in Richtung des durch die Axe des Stammes geführten Lateralschnittes, stärkere Parenchymbildung stattfindet. Dem entsprechend werden ausser den Rindenbündeln in den Flügeln auch noch solche rings um den normalen Holzkörper erzeugt. Diese sind klein, bilden meist nur eine Reihe, und kehren fast stets den Holztheil nach dem Innern, den Basttheil nach der Peripherie des Stammes.

Sind mehr als zwei Flügel am Stamm vorhanden, wie es bei vielen langen Gliedern der *Alatae*, den Arten der *Angulosae*, manchen Sprossen von *Lepismium radicans* und allen von *Lep. Knightii* und *Pfeiffera cereiformis* der Fall ist, so bleiben die Verhältnisse in Bezug auf die Lagerung der Bündel ganz dieselben, wie bei den zweiflügligen Arten, nur dass dann der Holzkörper eine drei- oder vierkantige, oder rundliche Gestalt annimmt (Taf. XL, Figg. 40, 41, 42, 43 und Taf. XLI, Fig. 8). Die Zahl der Rindenbündel ist meist eine sehr beträchtliche, jedoch nach der Grösse der Arten und der Stärke der Sprosse bedeutenden Schwankungen unterworfen. Auf den Querschnitten mässiger Sprosse von *Rh. paradoxa* trifft man 40—60, bei stärkeren Sprossen aber weit mehr. Diese Art ist die einzige von den genannten, welche auch an den mit den Flügeln alternirenden Stellen je ein, zwei oder drei Rindenbündel führt (Taf. XL, Figg. 40 u. 41).

Von den Formen der *Angulosae* gehen wir über *Rh. micrantha* zu den Arten der *Teretes* über, in deren Typen sich aber einige Verschiedenheiten zeigen. Am einfachsten gestaltet sich das Verhältniss im ersten derselben, den *Rh. funalis* repräsentiren möge (Taf. XLI, Fig. 12). Der Holzkörper hat, wie der Stamm, eine runde Gestalt, und ist bei normalen Gliedern aus etwa 14—16 Strängen zusammengesetzt. In der kräftig entwickelten Rinde finden sich meist gegen 30 kleine Bündel, die einzeln oder in kleinen Gruppen von zwei, drei oder vier beisammen liegen. In letzterem Falle sind stets die Holztheile einander zu-, die Basttheile abgekehrt und die Gruppe ahmt dann in Bezug auf die Lagerung der Bündel einen kleinen Holzkörper nach. — Mit der beschriebenen Art im Wesentlichen übereinstimmend sind sämtliche Formen des ersten Typus der *Teretes*.

Eine auffallende Verschiedenheit im anatomischen Bau zeigen die verschiedenen Glieder der Arten des zweiten Typus, z. B. *Rh. Saglionis*. Die langen Sprosse haben ein wohl ausgebildetes Mark, das von einem Holzkörper umgeben ist, welcher meist aus etwa 12 Bündeln zusammengesetzt ist (Taf. XLI, Fig. 3). Die Rindenbündel sind sehr klein, und liegen einzeln oder zu je zweien zusammen. — Ganz verschieden hiervon haben die kurzen Glieder ein äusserst kleines Mark (Taf. XLI, Fig. 4) und einen aus nur sehr wenigen Bündeln bestehenden Holzkörper; ihre Zahl beträgt meist 4 oder 5, manchmal 6 oder auch nur 3. Das Mark kann hin und wieder fast völlig fehlen, ja es ist mir ein Fall vorge-

kommen, in welchem die drei den Holzkörper bildenden Bündel mit ihren Xylemtheilen vereinigt waren, und gar kein Mark zwischen sich erkennen liessen. Ganz entgegengesetzt ist die Rinde sehr mächtig entwickelt, doch sind die in ihr befindlichen Bündel nur sehr klein und in geringer Anzahl vorhanden. — Das Genauere über den Bau dieser Sprosse, denen die von *Rh. mesembryanthoides* ähnlich sind, wird in der Histologie vorkommen.

Ähnlichen Unterschieden, wie wir sie eben fanden, begegnen wir im dritten Typus der *Teretes*, allein hier finden sich die Verschiedenheiten im Bau an verschiedenen Stellen desselben Sprosses. Das Mark des verdünnten stielartigen Theiles ist nur klein; die dasselbe umgebenden Gefässbündel bilden aber eine compacte, in ihren Basttheilen verschmolzene Masse von bedeutender Festigkeit. Die Rinde ist nur schwach entwickelt und führt nur wenige Bündel (Taf. XLI, Fig. 11). — Umgekehrt erreicht sie im oberen verdickten Theile eine bedeutende Stärke mit einer grösseren Zahl von Strängen (Taf. XLI, Fig. 10). Das Mark hat hier einen etwas grösseren Durchmesser, als im unteren Theile, und ist auch von einer höheren Anzahl von Gefässbündeln umgeben; doch sind diese ungleich schwächer entwickelt, als die des unteren Theiles. Im Ganzen entspricht der dünne stielartige Theil des Gliedes annähernd dem langen, und der obere verdickte Theil dem kurzen Spross im vorigen Typus.

Einen von dem aller übrigen Arten am weitesten abweichenden Bau besitzt *Lepismium sarmentaceum* (Taf. XLI, Fig. 13). Ausser den normalen Gefässbündeln, welche sich hinsichtlich ihrer Anordnung wie die Arten des ersten Typus der *Teretes* verhalten, hat diese Pflanze nahe der Peripherie ihres Querschnittes, dicht unter der Epidermis, einen Ring von isolirten Bastzellgruppen (Taf. XXXIV, Fig. 6 bei b). Diese folgen auf einander fast ununterbrochen, sind in einer Zahl von 40—50 vorhanden und geben dem Stamm eine bedeutende Festigkeit. Auf dem Längsschnitt gesehen, stellen sie Stränge dar, die vielfach mit einander anastomosiren und häufig blind endigen. Sie nehmen ihren Ursprung im Parenchym nahe unter den Ansatzstellen der Blätter, und endigen entweder über den nächstfolgenden Blättern blind oder biegen ihnen seitwärts aus.

Histologie.

Ich komme nun zur Erörterung der histologischen Verhältnisse der Arten, deren vergleichende Betrachtung einige nicht uninteressante

Punkte darbietet. Nicht nur, dass sich auch hier, wie im Bau des Hautgewebes, innerhalb einzelner Gruppen und bei verwandten Arten dieselben typischen Bildungen wiederholen: hier vor Allem zeigt es sich in klarer Weise, wie die Anpassung an verschiedene Lebensverrichtungen im Stande ist, morphologisch gleichwerthigen Gebilden eine jenen Verhältnissen entsprechende differente anatomische Structur zu ertheilen. Besonders ist es der Umfang und die Ausbildung des Markes und der Rinde, sodann die Stärke des Holzkörpers und die elementare Zusammensetzung seiner Bündel, welche hier in Betracht kommen. Bei der Darstellung soll genau der früher eingeschlagene Gang beobachtet, und die Arten in der oben erwähnten Anordnung einzeln besprochen werden. Bemerket sei noch, dass da, wo Maassverhältnisse angegeben werden, überall Mittelwerthe gemeint sind. Es sei ferner ein für allemal vorausgeschickt, dass die Rindenbündel nie Libriformzellen führen.

Pfeiffera S.

Pf. cereiformis S. Wie in der äussern Erscheinung, so gleicht die Pflanze auch im innern Bau manchen *Cereus*-Arten vollkommen. Die Rinde fühlt sich eigenthümlich weich an; ihr Parenchym ist sehr elastisch, eine Eigenschaft, welche den meisten *Rhipsalideen* gar nicht oder doch nur in sehr geringem Grade zukommt. Die Rindenzellen sind sehr gross, im Durchmesser etwa $\frac{1}{4}$ Mill.; die Markzellen dagegen sehr klein, von nur etwa $\frac{1}{10}$ Mill. Durchm. Das Verhältniss der Durchmesser von Mark und Rinde ist ein sehr grosses, in Bezug auf die Länge von einer Kante zur andern, wie 1:24, in Bezug auf die mit den Kanten alternirenden Punkte wie 1:13. — Das Mark ist von etwa 5 Bündeln umgeben, deren Xylemtheil stark entwickelt ist, und viele Spiral- und Ringgefässe, dagegen wenig Libriform enthält. Der Phloemtheil besteht aus einer mächtigen Schicht von Weichbast (*Protophloemzellen* Russow's) und wenig echtem Bast, der seine Wände aber im ersten Jahre nicht verdickt. Die Rindenbündel sind sehr klein, führen aber sonst dieselben Elemente, wie die Stränge des Normalkreises.

Lepismium Pfr.

Die Textur des gesammten Gewebes der hierher gehörigen Pflanzen ist fester, widerstandsfähiger. Bei *Lep. sarmentaceum* wird an der Peripherie ein Ring von Bastzellgruppen erzeugt, der zur Festigung des Ganzen beiträgt; bei den andern Arten ist dieser Ring zwar nicht vorhanden, dafür aber die Libriform- und Bastbildung in den Bündeln des Normalkreises, wie die Erzeugung des

Bastes in den Rindenbündeln ungleich kräftiger, als bei der vorhergehenden. Das Chlorophyll der äusseren Rindenzellen ist bei allen Arten sehr grosskörnig, rundlich oder oval.

L. sarmentaceum Vöcht. Der stumpfkantige Spross (Taf. XLI, Fig. 13) hat etwa $3\frac{1}{2}$ Mill. im Durchmesser. Das kleine Mark verhält sich zur Rinde im Durchmesser wie 1:13. Die Markzellen sind klein, rundlich oder polyedrisch und von etwa $\frac{1}{30}$ Mill. Durchm. Die Rindenzellen im innern sind gross, etwa $\frac{1}{10}$ Mill. im Durchm., werden aber nach aussen immer kleiner. Die Bündel des Holzkörpers dieser Art sind kleiner, als die der beiden andern Arten; sie führen im Xylemtheil Spiral- und Ringgefässe nebst etwas Libriform; im Phloemtheil Weichbast und nach aussen einige echte Bastzellen. Die Rindenbündel haben mit Ausnahme des Libriforms dieselben Elemente (Taf. XLII, Fig. 8).

L. Knightii Pfr. Das Grössenverhältniss von Rinde und Mark fällt hier etwas mehr zu Gunsten des letzteren aus. Es verhält sich sein Durchm. zu dem der Rinde von Kante zu Kante wie 1:10 $\frac{1}{2}$, an den mit den Kanten alternirenden Punkten aber wie 1:5. Die Grösse der Markzellen beträgt ungefähr $\frac{1}{15}$ Mill.; sie sind polyedrisch, die innersten dünn-, die äusseren, der Markscheide näher liegenden derbwandig und getüpfelt. Die innersten Rindenzellen sind gross, bis zu $\frac{1}{2}$ Millim.; die mehr nach aussen gelegenen sind aber immer kleiner. Der Holzkörper besteht aus etwa 12—14 Bündeln mit kräftiger Libriform- und Bastbildung, welche letztere auch den Rindensträngen zukommt.

L. radicans Vöcht. Die Grössen der Sprosse dieser Art sind sehr verschieden. Es giebt zweiflügelige Glieder, welche im Medianschnitt 12 Mill. messen, und solche, welche unter 3 Mill. breit sind. Hiernach ist dann auch das Verhältniss der Grösse des Markes zu der der Rinde ein äusserst schwankendes. In einem vor mir liegenden Falle verhält sich der Durchmesser des Markes zu dem der Rinde in der Richtung des Lateralschnittes, wie 1:3 $\frac{1}{2}$, zu dem in der des Medianschnittes, wie 1:9. Die Markzellen verhalten sich wie die der vorigen Art, nur dass sie meist etwas grösser sind, etwa $\frac{1}{8}$ — $\frac{1}{6}$ Mill. — Im Holzkörper, der bei den zweiflügeligen Gliedern meist aus etwa 12 Bündeln zusammengesetzt ist, geht eine kräftige Bildung von Libriform und Bast vor sich; ebenso enthalten die Rindenbündel ausser dem stark entwickelten Weichbast meist eine relativ mächtige Lage echten Bastes (Taf. XLII, Fig. 5). Auch bei dieser Pflanze beobachtet man hin und wieder

Anklänge an die Bastbündelbildung von *Lep. sarmentaceum*, indem der letzte Strang in den weit vorspringenden Flügeln manchmal eine isolirte Bastzellgruppe darstellt. — Das Verhältniss der Grösse des Markes zu der der Rinde in den drei- und vierkantigen Sprossen verhält sich in entsprechender Weise.

Rhipsalis Gärtn.

I. Gruppe: *Alatae*. Führen dickwandige Parenchymzellen und grosse Saftzellen in Mark und Rinde. Die Markzellen sind entweder ebenso gross, oder etwas grösser, als die Rindenzellen. Die Bildung des Libriforms und Bastes geht in den Gefässbündeln aller Arten sehr kräftig von statten. Das Mark der langen zwei-flügligen oder mehrkantigen Sprosse ist umfangreicher; die Zahl der dasselbe umgebenden Bündel grösser, als bei den kürzeren, zwei-flügligen, blattartigen Gliedern, bei welchen aber die Flügelbildung ungleich stärker ist (cf. Taf. XLI, Figg. 7 u. 8). Die Verhältnisse der Mark- zu den Rindendurchmessern sind hier in Zahlen nicht angegeben, weil dadurch keine Anschaulichkeit erzielt werden konnte.

Rh. crispata Pfr. Das Mark besteht aus grossen Elementen, die meist bis zu $\frac{1}{4}$ Mill. im Durchmesser haben, und oft sämmtlich im Alter ihre Wände verdicken. Die Rindenzellen sind durchschnittlich kleiner, gegen $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{10}$ Mill. im Durchm. Die dickwandigen Zellen liegen im innern Theile der Rinde zerstreut, bilden aber nahe der Peripherie, durch 1—2 Zelllagen vom Hypoderma getrennt, eine ziemlich ununterbrochene Schicht.

Rh. rhombica Pfr. (Taf. XLI, Figg. 7 u. 8). Schliesst sich in allen Stücken an die vorige, mit dem Unterschiede nur, dass sie in den äussern Zelllagen der Rinde chlorophyllreicher ist, und daher eine im Ganzen dunkler grüne Färbung besitzt.

Rh. Swartziana Pfr. Die Markzellen sind durchschnittlich etwas kleiner, als die Rindenzellen; sie messen $\frac{1}{8}$ — $\frac{1}{10}$ Mill., während die letzteren $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{8}$ haben. Dickwandige Parenchymzellen finden sich in der Weise und Anordnung, wie bei den beiden früher genannten Arten. In den Rindenzellen ist reichlich und sehr grobkörniges Chlorophyll vorhanden, welches den Sprossen eine dunkel grüne Farbe ertheilt.

Rh. pachyptera Pfr. Die Markzellen haben im ausgewachsenen Zustande eine Grösse von $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{8}$ Mill. im Durchm.; die Rindenzellen sind etwas kleiner. Dickwandige Parenchymzellen treten an denselben Orten auf, wie bei den früher genannten Arten. Die röh-

liche Farbe, welche die Sprosse dieser Art haben, rührt von einem Farbstoffe her, welcher den Inhalt der Zellen des Hypoderma schwach tingirt.

Rh. carnososa Vöcht. Mark- und Rindenzellen sind etwa gleich-gross, von $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{2}$ Mill. im Durchm. Dickwandige Parenchymzellen wie bei den früheren. Die äusseren Rindenzellschichten sind reichlich mit Chlorophyll angefüllt, welches den Gliedern die ihnen eigne saftgrüne Farbe ertheilt. — In älteren Sprossen besteht oft das ganze Mark aus Zellen mit stark verdickten Wänden. Wie schon erwähnt, führt diese Pflanze auch parallel den grossen Seiten des Holzkörpers Rindenbündel (Taf. XLI, Fig. 16).

II. Gruppe: *Angulosae*. Typischer Bau bei *Rh. paradoxa* und *Rh. pentaptera*. Sie haben eine sehr geringe Mark-, dagegen mächtige Rindenbildung. Die Entwicklung des echten Bastes geht in sämmtlichen Bündeln, die des Libriforms in den des Normalkreises in sehr kräftiger Weise vor sich. Dickwandige Parenchymzellen wurden im Marke der beiden genannten Arten nicht beobachtet, finden sich aber häufig in der Rinde in der schon in voriger Gruppe beobachteten Anordnung unter dem Hypoderma.

Rh. paradoxa S. (Taf. XL, Figg. 40 u. 41). Ein normales Glied hat auf dem Markdurchmesser etwa 9—10 Zellen, welche eine durchschnittliche Grösse von $\frac{1}{11}$ Mill. haben. Die Rindenzellen sind beträchtlich grösser; die inneren messen gegen $\frac{1}{3}$ — $\frac{1}{2}$ Mill., während die äusseren kleiner werden.

Rh. pentaptera Pfr. (Taf. XL, Fig. 42). Das Mark hat auf dem Durchmesser etwa 7—9 Zellen, welche einen mittleren Durchmesser von $\frac{1}{11}$ — $\frac{1}{12}$ Mill. haben. Sie sind polyedrisch, haben mässig verdickte Wände und führen nur kleine Intercellularräume zwischen sich. Die Rindenzellen sind rundlich oder oval, und im Durchm. etwa $\frac{1}{3}$ — $\frac{1}{2}$ Mill. gross.

Rh. micrantha DC. (Taf. XL, Fig. 43). Nähert sich auch im innern Bau mehr den Teretes. Das Mark ist etwas grösser, als bei den früheren Arten; es hat auf dem Durchmesser etwa 10—12 Zellen, deren Grösse ungefähr $\frac{1}{11}$ Mill. im Durchm. beträgt; während die der Rindenzellen sich auf $\frac{1}{3}$ — $\frac{1}{2}$ Mill. beläuft; die ersteren haben eine polyedrische Gestalt; die letzteren sind rundlich oder oval, und führen zumal im äussern Theile reichlich Chlorophyll. Dickwandige Parenchymzellen finden sich in Mark und Rinde. — In den Rindenbündeln ist die Bildung des Weichbastes sehr kräftig, die des echten Bastes dagegen geringer.

III. Gruppe: Teretes.

1. Typus. Mit der Verschiedenheit in der Lagerung der Spaltöffnungen geht noch eine andere Hand in Hand. Diejenigen Arten, welche Vorhöfe vor den Spaltöffnungen führen, haben sowohl im Mark, wie in der Rinde dickwandige Parenchymzellen, während die Formen, bei denen die Stomata auf den Höhenzügen der Epidermis liegen, keine oder nur äusserst spärliche derbwandige Parenchymzellen besitzen.

1. Untergruppe. Mit dickwandigen Parenchymzellen in Mark und Rinde. Hierher die beiden robusteren Arten.

Rh. floccosa S. In Sprossen von mittlerer Stärke hat das Mark etwa 12 Zellreihen auf dem Durchmesser, deren Elemente ungefähr $\frac{1}{3}$ Mill. messen. Die Rinde ist stark entwickelt; ihre Zellen haben eine durchschnittliche Grösse von $\frac{1}{3}$ — $\frac{1}{2}$ Mill. Die Rindenbündel dieser Art (Taf. XLII, Fig. 6) haben bei einem Xylemtheil mittlerer Grösse einen sehr stark entwickelten Weichbast, während der echte Bast nur sehr geringe Entwicklung erfährt. Die Sprosse dieser Pflanze haben meist stets eine dunkler grüne Farbe, als die der folgenden Art; dies rührt daher, dass hier die dickwandige Zellzone der Rinde von dem Hypoderma durch eine meist dreischichtige Zellzone getrennt ist, welche dünne Wände führt und durch reichen Chlorophyllgehalt den Gliedern die dunkelgrüne Färbung ertheilt.

Rh. funalis S. (Taf. XLI, Fig. 12). Das Mark von Sprossen normaler Stärke hat auf dem Durchmesser 12—13 Zellen, welche gegen $\frac{1}{3}$ Mill. messen. Die Rindenzellen sind etwas grösser, und haben gegen $\frac{1}{2}$ Mill. im Durchmesser. — Die Rindenstränge dieser Art (Taf. XLII, Fig. 1) haben eine eigenthümliche Structur; die meisten derselben sind schmal, haben einen kräftig entwickelten Xylemtheil von verlängerter Gestalt, während der Bast und Weichbast mässig entwickelt sind. — Die dickwandige Parenchymschicht in der Rinde liegt bei dieser Pflanze dichter unter dem Hypoderm, meist nur durch eine Zelllage von ihm getrennt, welche im späteren Alter ebenfalls noch ihre Wände verdickt. Hierin und in dem geringeren Chlorophyllgehalt der Rindenzellen liegt der Grund, dass die Sprosse, besonders die älteren, eine mehr gelblich grüne Farbe besitzen.

Es ist hier noch einer Eigenthümlichkeit zu gedenken, welche die Rindenzellen dieser Pflanze besitzen. Die Wände derselben führen nämlich auf den Innenseiten sehr zarte Streifung (Taf. XL,

Fig. 38). Die Streifen laufen auf weitere Strecken parallel neben einander, bilden hin und wieder Anastomosen, theilen sich oder vereinigen sich mit einander. Auf dem Querschnitt gesehen, bilden sie schwache Verdickungen der Wand (Taf. XL, Fig. 39), welche eine etwas ungleiche Breite haben. Diese Streifen stellen eine erste Andeutung des auch sonst im parenchymatischen System dieser Pflanzen vorkommenden Ring- und Spiralbildung dar.

2. Untergruppe. Die hierher gehörigen Arten haben keine oder nur sehr wenige dickwandige Parenchymzellen.

Rh. conferta S. Das Mark ist klein; es hat etwa 7—9 Zellen im Durchmesser, welche polyedrische Gestalt und eine Grösse von $\frac{1}{16}$, manchmal aber auch nur $\frac{1}{20}$ Mill. im Durchmesser haben. Die Zellen der Rinde sind grösser, rundlich oder oval, und von $\frac{1}{11}$ — $\frac{1}{10}$ Mill. im Durchm. — Bei den Rindenbündeln ist der Xylemtheil und Weichbast nur mässig, der echte Bast aber auffallend kräftig entwickelt.

Rh. Cassytha Gaertn. Hat keine dickwandige Parenchymzellen. Das Mark ist sehr klein, hat auf dem Durchmesser 9—10 Zellen von $\frac{1}{18}$ — $\frac{1}{20}$ Mill. Durchm.; die Wände dieser Zellen werden im Alter derber, ohne aber die Structur der dickwandigen Parenchymzellen anzunehmen. Die Elemente der Rinde sind beträchtlich grösser, und haben etwa $\frac{1}{8}$ — $\frac{1}{6}$ Mill. im Durchm. — Der echte Bast erlangt bei dieser Pflanze keine grosse Ausbildung; in den Bündeln des Normalkreises ist der Basttheil nur klein, in den Rindensträngen fehlt er entweder vollständig, oder besteht nur aus ganz wenigen Elementen (Taf. XLII, Fig. 3). Der Weichbast dagegen erlangt eine sehr kräftige Ausbildung, und ebenso in älteren Gliedern das Libriform.

Rh. pendula Vöcht. Bei dieser Pflanze ist die innere Differenz zwischen den langen und den kürzeren, dünneren Sprossen mit grosser Schärfe ausgeprägt.

Die langen Sprosse haben ein weites Mark (Taf. XLI, Fig. 2) das sich auf dem Stammdurchmesser zur Rinde wie etwa 1 : 1 verhält, ein Verhältniss, das in der ganzen Gruppe nur bei dieser Art erreicht wird. Die Markzellen sind gross, durchschnittlich erreichen sie $\frac{1}{2}$ Mill., die grösseren aber bis $\frac{1}{2}$ Mill. im Durchmesser. Grössere und kleinere sind über den ganzen Querschnitt, der etwa 12—13 Zellen auf dem Durchmesser hat, ordnungslos vertheilt; nur die der Markscheide nahe gelegenen sind regelmässig etwas kleiner. — Sie verdicken ihre Wände schon früh beträchtlich, und

führen behöfte Tüpfel, eine im parenchymatischen Gewebe seltene Erscheinung. In den ältesten Schichten der Zellwand ist der Tüpfel rundlich oder oval, in den nach innen folgenden wird er schmäler und endigt in der innersten Schicht meist als schmaler Spalt mit haarartig feinen Spitzen. Der correspondirende Tüpfel in der zur Nachbarzelle gehörenden Wand ist mit dem vorigen gekreuzt oder dazu geneigt, eine Neigung, welche die verschiedensten Grade, von 90° an bis auf wenige herab, annehmen kann. In allen genau untersuchten Fällen war die ursprüngliche Zellwand noch erhalten, der Tüpfel stets geschlossen. Ob dies aber auch im Alter noch der Fall ist, weiss ich nicht, da die mir zur Verfügung stehenden Stücke über das mittlere Alter nicht hinausreichen. Soviel mir bekannt, sind behöfte Tüpfel im Mark noch nicht gefunden worden. Hofmeister (Pflanzenzelle, pag. 184) führt nur zwei Fälle ihres Auftretens im Parenchym an, nämlich in der die Gefässbündel des Blattes der Kiefer umgebenden Zellschicht nach Hartig, und in der secundären Rinde von *Melaleuca styphelioides* nach Sanio. Hierzu würde sich also der beschriebene Fall ihres Vorkommens im Marke als dritter gesellen. — Die Rindenzellen sind zartwandig, wie sonst ohne Tüpfelung der Wände. — In den Strängen des Normalkreises geht schon früh die Bildung des Libriforms und Bastes in ausgezeichneter Weise vor sich; der ganze Holzkörper zählt gegen 20 und mehr Bündel. Die Rindenstränge haben einen nur kleinen Xylem-, dagegen einen auffallend kräftigen Basttheil, der meistens eine verbreiterte Gestalt hat (Taf. XLII, Fig. 2), oft eine noch bedeutend breitere als in dem dargestellten Falle.

Ganz verschieden hiervon gebaut sind die dünneren kürzeren Glieder (Taf. XLI, Fig. 1). Es giebt Fälle, in denen sich das Mark zur Rinde auf dem Durchmesser verhält wie $1 : 5\frac{1}{2}$; es kommen aber auch, und zwar in grosser Anzahl, solche vor, in denen sich das Verhältniss herausstellt, wie $1 : 18$. Im letzteren Falle hat das Mark etwa 4 Zellen im Durchmesser, die gegen $\frac{1}{17} - \frac{1}{18}$ Mill. messen, dünnwandiger sind und keine Tüpfel führen. — Die Rindenzellen sind grösser und haben etwa $\frac{1}{2} - \frac{1}{11}$ Mill. im Durchm. — Die Verhältnisse sind hier also gerade umgekehrt, wie bei den langen Gliedern. Die Ausbildung der Gefässbündel geht hier ungleich langsamer vor sich, als dort; das Libriform entwickelt sich später, und ebenso der Bast, der auch nie die Stärke erreicht, welche

er dort erhält. In den Rindenbündeln fehlt er entweder ganz, oder besteht aus nur ganz wenigen Elementen.

2. Typus. Die hierher gehörigen Arten haben keine dickwandige Parenchymzellen.

Rh. Saglionis Lem. In normal entwickelten langen Sprossen (Taf. XLI, Fig. 3) verhält sich das Mark zur Rinde auf dem Durchmesser, wie 1:3 bis $3\frac{3}{4}$. Die Markzellen sind polyedrisch; die inneren dünn-, die äusseren derbwandig und mit Tüpfeln versehen. Auf den Markdurchmesser kommen 10—12, oder auch nur 8—10 Elemente, die durchschnittlich $\frac{1}{13}$ — $\frac{1}{14}$ Mill. messen. Die Rindenzellen haben rundliche Gestalt und $\frac{1}{11}$ — $\frac{1}{10}$ Mill. oder noch etwas mehr im Durchm. Die Bildung des Bastes ist in den Strängen des Normalkreises, der gewöhnlich gegen 12 Bündel führt, mässig, in den Rindenbündeln sehr gering, während die Bildung des Xylems in ihnen eine sehr kräftige ist (vergl. Taf. XLII, Fig. 4, welche zwei in ihren Xylemtheilen zusammenhängende Bündel darstellt).

Ganz anders verhalten sich die kurzen Sprosse (Taf. XLI, Fig. 4). Das Mark hat stets nur wenige Zellen im Durchmesser, von 5 oder 6 herab bis auf 1. Ein vor mir liegender Querschnitt führt als Mark nur eine Zelle, welche $\frac{1}{30}$ Mill. misst; ein anderer hat 3 Zellen, welche insgesamt $\frac{1}{30}$ Mill.; ein dritter ebenfalls drei, die $\frac{1}{8}$ Mill. messen. Auf einem vierten Querschnitt sind 5 Zellen vorhanden, deren mittlere $\frac{1}{2}$ und $\frac{1}{3}$ Mill. im Durchm. haben. — Das Verhältniss der Grösse des Markes zu der Rinde ist demnach ein sehr verschiedenes; es kann 1:17 betragen, aber auch 1:40, 1:60 und noch mehr. Die kleinen Zellen des Markes sind von polyedrischer Gestalt, und haben etwas derbe Wände. Die Elemente der Rinde sind dünnwandiger und ungleich grösser; sie haben durchschnittlich $\frac{1}{10}$ — $\frac{1}{8}$ Mill. im Durchm. — Der Holzkörper besteht aus 5, 6 oder auch nur aus 3 oder 4 kleinen Strängen. Diese führen im ersten Jahre zwar kräftigen Weichbast, aber kein Libriform, und nur wenige Bastzellen mit unverdickten Wänden. Wird an der Spitze eines solchen Sprosses im zweiten Jahre ein neuer gebildet, so verdicken die im Vorjahre angelegten Bastzellen wenigstens theilweise ihre Wände, und es wird Libriform erzeugt, welches aber kleinzelliger ist, als das der langen Sprosse. Während im Triebe des ersten Jahres die Bündel fast stets völlig isolirt liegen, treten im zweiten Jahre in der Cambialzone der Markstrahlen die ersten Cambiumwände auf, welche bald einen geschlossenen Ring herstellen. — In einem noch weiter

nach unten gelegenen Spross ist reichlich Libriform erzeugt; die Bastzellen haben sämmtlich ihre Wände verdickt. Machte im ersten Jahre der Weichbast den überwiegenden Theil des Gefässbündels aus, so tritt er, wenn auch stärker geworden, im späteren Alter doch an Mächtigkeit hinter den Holztheil zurück. Die Wände der Markzellen sind beträchtlich stärker geworden, als sie im Triebe des ersten Jahres waren. — Die Rindenbündel der kurzen Sprosse (Taf. XLII, Fig. 7) zeigen keine Unterschiede von den der langen. Ihr Weichbasttheil ist vorwiegend entwickelt, besonders in späteren Altersstadien; der Xylemtheil besteht aus einer meist beträchtlichen Anzahl von Spiralzellen, während der echte Bast gar nicht oder nur äusserst schwach entwickelt ist.

Vergleicht man einen kurzen Spross letzter Ordnung mit einem wohlentwickelten langen, so ist der Unterschied ein höchst auffallender. Nimmt man aber einen älteren, im System tiefer stehenden, so wird die Differenz, besonders hinsichtlich der Holzbildung, schon geringer. Sie wird noch mehr abgeschwächt, oder verschwindet fast völlig, wenn man solche Formen der längeren Sprosse auswählt, welche schwächer und kürzer geblieben sind, und deren Mark eine geringere Entwicklung erlangt hat. Diese Triebe bilden die Uebergangsglieder zwischen den langen und kurzen Sprossen; sie stellen in allen Stücken Mittelbildungen dar, und es ist, wenn man die sämmtlichen Sprosse eines entwickelten Systems auf dem Querschnitt untersucht, oft kaum möglich, eine Grenze zwischen den beiden beschriebenen Formen zu ziehen.

Rh. mesembryanthoides Haw.

Lange Sprosse. Das Mark verhält sich auf dem Stammdurchmesser zur Rinde, wie 1 : 2 oder wie 1 : 2½. Die Grösse der Markzellen ist nicht in allen Sprossen gleich, jedoch findet sich immer ein gleiches oder ähnliches Verhältniss zwischen der Grösse der Mark- und der der Rindenzellen. So haben in einem Falle die Markzellen eine durchschnittliche Grösse von $\frac{1}{2\frac{1}{2}}$ Mill. im Durchm., die Rindenzellen gegen $\frac{1}{6}$ Mill.; in einem andern Falle beträgt der Durchmesser der Markzellen $\frac{1}{6}$, der der Rindenzellen $\frac{1}{6} - \frac{1}{2}$ Mill. Die Holzbildung stimmt mit der der vorigen Art im Wesentlichen überein.

Interessant sind die Verhältnisse in den kurzen Gliedern. Entweder ist das Mark im Vergleich zu dem der kurzen Sprosse von Rh. Saglionis gross, im Verhältniss zur Rinde auf dem Stammdurchmesser wie 1 : 11 oder wie 1 : 12, oder es ist gar kein eigent-

liches Mark vorhanden. Die Bündel des Normalkreises sind sehr klein, haben im radialen Durchmesser manchmal nur etwa $\frac{1}{4}$, im tangentialen $\frac{1}{2}$ Mill. und sind also nicht grösser als eine kleine Rindenzelle. Sind nun 5 oder 6 Stränge vorhanden, die näher beisammen und in kreisförmiger Anordnung liegen, so zeichnen sich auch die Markzellen durch grössere Kleinheit aus; sie haben dann nach an verschiedenen Sprossen angestellten Messungen $\frac{1}{8}$ — $\frac{1}{6}$ oder auch bis $\frac{1}{11}$ Mill. im Durchm., während die Rindenzellen $\frac{1}{3}$ — $\frac{1}{6}$ Mill. gross sind. — Sind aber weniger Bündel vorhanden, in manchen Fällen nur 3, und liegen diese ausserdem weit auseinander, so ist ein eigentliches Mark gar nicht zu sehen. Die innersten Zellen des Stammes sind dann gross, bis zu $\frac{1}{2}$ Mill. und mehr, und gehen continuirlich über in die grösseren Rindenzellen, welche $\frac{1}{3}$ — $\frac{1}{6}$ Mill. messen, eine Grenze zwischen den Elementen des Markes und der Rinde ist nicht zu ziehen, um so weniger, da auch die Wanddicken überall gleich sind. Man hat dann eine grosszellige parenchymatische Masse vor sich, in welche 8—10 sehr kleine Stränge wie unregelmässig eingestreut erscheinen. — Die Gefässbündel bestehen zum grösseren Theile aus Weichbast; der aus Spiralfässen bestehende Xylemtheil ist kleiner; der Bast, welcher unverdickt bleibt, so lange an der Spitze des Gliedes nicht ein Spross höherer Ordnung gebildet wird, enthält nur wenige Elemente.

Bei den kurzen Sprossen der beiden letztgenannten Arten haben wir also zweierlei Extreme. In einem Falle, bei *Rh. Saglionis*, kann das Mark bis zum völligen Verschwinden klein werden; in andern dagegen, bei *Rh. mesembryanthoides*, bei geringer Bündelzahl sich derart vergrössern, dass ein Unterschied zwischen Mark und Rinde nicht mehr zu erkennen ist, und das Ganze als einheitliche Masse erscheint. Der letztere Fall erinnert an die unter dem Einfluss der künstlichen Zuchtwahl erzeugten Gebilde der Kartoffel, Kohlrabi u. s. w., wo ebenfalls auf Kosten des Fibrovasalkörpers das parenchymatische Gewebe eine weit überwiegende Ausbildung erhält. Was hier unter dem Einfluss der künstlichen Zuchtwahl zum Nutzen des Menschen zu so hohem Grade gesteigert wurde, erreichte dort die natürliche Zuchtwahl zum Zweck der Arbeitstheilung, der Verrichtung bestimmter physiologischer Functionen.

3. Typus. Ohne dickwandige Parenchymzellen.

Rh. salicornioides Haw. Die bei den vorigen Arten an ver-

schiedenen Sprossen gefundenen Unterschiede finden sich hier, wenigstens theilweise, an den in differenter Weise ausgebildeten Theilen desselben Gliedes. — Im unteren Theile (Taf. XLI, Fig. 11), der stielartig verdünnt ist, verhält sich das Mark zur Rinde auf dem Stammdurchmesser, wie 1:12 oder 1:13. Das Mark hat etwa 6—7 Zellen auf dem Durchm., die $\frac{1}{10}$ — $\frac{1}{3}$ Mill. messen, polyedrische oder rundliche Gestalt und schwach verdickte Wände haben. Die Rindenzellen sind ungleich grösser, im innern Theile radial gestreckt, bis $\frac{1}{3}$ Mill. lang und $\frac{1}{3}$ Mill. breit; im äussern Theile werden sie kleiner und erhalten mehr abgerundete und isodiametrische Form; alle sind mit dunklem Chlorophyll reichlich versehen. Der Holzkörper besteht aus einzelnen Strängen, meist 5 oder 6. In Sprossen letzter Ordnung ist es besonders der Basttheil, der mächtig entwickelt ist, und dem untern Theile seine hohe Festigkeit ertheilt. Später, wenn der Trieb an seiner Spitze Tochttersprosse gebildet hat, wird reichlich kleinzelliges Libriform erzeugt.

Verschieden hiervon sind die Verhältnisse im obern Theile des Gliedes (Taf. XLI, Fig. 10). Das Mark ist ebenso gross, oder um ein geringes grösser, als im untern Theile; die Rinde dagegen ungleich bedeutender entwickelt. Das Verhältniss des Markes zur Rinde beträgt auf dem Stammdurchmesser 1:20 bis 1:21. Form und Grösse der Rindenzellen sind ähnlich, wie im untern Theile. — Im Bau der Bündel ist der wichtigste Unterschied der, dass im obern Theile der letztangelegten Sprosse des Systems der Basttheil bedeutend kleiner ist, und keine verdickten Wände führt, während der Weichbasttheil kräftige Entwicklung erlangt. — Später, wenn an der Spitze des Triebes Tochttersprosse gebildet werden, erhalten auch die Zellen des Bastes normale Wandverdickung, und im Xylem wird, wie im untern Theile, reichlich Libriform gebildet.

Aehnlichen Verhältnissen, die aber noch schärfer ausgesprochen sind, begegnen wir bei einer Form, die in Kew-Garden ebenfalls unter der Bezeichnung *Rh. salicornioides* existirt, wahrscheinlich aber eine eigene Art vorstellt. Die Sprosse haben dieselbe Form, welche die der *Rh. salicornioides* Haw. besitzen, nur sind sie beträchtlich kleiner. Im letztangelegten Spross sind die Bastbündel im unteren verdünnten Theile zu einem continuirlichen, 2—4 Zelllagen mächtigen Ringe verschmolzen, der dem Stammtheil eine bedeutende Härte verleiht. Das Mark, welches aus derbwandigen,

im Durchm. $\frac{1}{3}$ — $\frac{1}{5}$ Mill. grossen, polyedrischen oder rundlichen Elementen besteht, verhält sich zur Rinde auf dem Stammdurchmesser, wie 1:2 $\frac{1}{2}$, zum Holzkörper ebenfalls ungefähr wie 1:2 $\frac{1}{2}$. Es hat auf dem Durchmesser 4—5 Zellen; ebenso die Rinde, deren Elemente aber grösser sind, und etwa $\frac{1}{3}$ Mill. messen. — Im oberen Theil des Stammes sind die Markzellen etwas dünnwandiger, $\frac{1}{3}$ — $\frac{1}{5}$ Mill. gross, und in bedeutenderer Zahl vorhanden, etwa 6—7 auf dem Durchmesser. Die Rinde ist stark entwickelt; sie verhält sich zum Mark auf dem Stammdurchmesser, wie 9:1; ihre Zellen sind umfangreich, und messen etwa $\frac{1}{8}$ — $\frac{1}{6}$ Mill. In den Gefässbündeln ist der Weichbast am stärksten entwickelt; der Bast besteht aus wenigen, und noch unverdickten Elementen; das Xylem besteht aus einer kleinen Gruppe von Spiralgefässen. — Wie die Verhältnisse in älteren Stammstücken sich gestalten, habe ich aus Mangel an Material nicht untersuchen können.

Weniger scharf ausgesprochen sind die Unterschiede zwischen oberem und unterem Sprosstheil bei Rh. Lagenaria Vöcht. Im unteren verhält sich das Mark zur Rinde auf dem Stammdurchmesser, wie 1:12 $\frac{1}{2}$, im oberen etwa wie 1:11; dem entsprechend sind auch die anatomischen Unterschiede nur gering. Das Mark hat unten etwa 6—7 Zellen auf dem Durchmesser, im oberen ebenso viel oder 1—2 mehr; die Einzelelemente messen etwa $\frac{1}{6}$ — $\frac{1}{5}$ Mill. im Durchm. Die Rindenelemente sind bedeutend grösser, und haben etwa $\frac{1}{3}$ — $\frac{1}{4}$ Mill. Die Gefässbündel sind sehr kräftig entwickelt. Am stärksten ist der Weichbast ausgebildet, demnächst der Xylemtheil, am schwächsten der echte Bast, dessen Elemente kleinzelliger sind, als bei Rh. salicornioides. Im unteren Theile verdickt er seine Zellen früher, als im oberen. — Die Rindenbündel sind klein, gleichen aber hinsichtlich der Zusammensetzung den Strängen des Normalkreises, nur finde ich auf den mir vorliegenden Querschnitten keinen echten Bast.

Dem Vorstehenden sind noch einige Bemerkungen über den Weichbast und die dickwandigen Parenchymzellen nachzutragen.

Der Weichbast besteht aus zweierlei Elementen, zartwandigen Cambiformzellen und den Protophloemzellen Russow's. Die ersteren bleiben grösser und gehen wahrscheinlich aus ungetheilten Cambiumzellen hervor, während die letzteren erst einer weiteren Theilung derselben ihren Ursprung verdanken. Die Protophloemzellen haben stärker verdickte Wände, als die Cambiformzellen; die Wand-

verdickung ist in den Ecken am stärksten, sodass das Lumen einen rundlichen Umriss erhält; oft ist sie auch gänzlich unregelmässig, sodass ein Theil der Zellwände stärker verdickt ist, als der andere. Auf dem Längsschnitt sind sie lang und mit geraden oder schwach geneigten Querwänden versehen. Bei weiterer Entwicklung der Gefässbündel verdicken auch die Cambiformzellen, im äussern Theile beginnend, ihre Wände, und es bietet dann der Weichbast, bei den meisten Arten erst im späteren Alter, ein höchst auffallendes Bild dar. Das Ganze mit Ausnahme des innersten Theiles, der an das Cambium grenzt, lässt oft kaum den Umriss einer Zelle erkennen; alles erscheint verzerrt und verschoben. Es gleicht dann einer compacten Zellstoffmasse, die von sehr kleinen Canälen durchzogen ist. Sicher ist die unregelmässige Wandverdickung nicht allein die Ursache dieser Erscheinung, sondern es ist dabei bestimmt auch der Druck in Betracht zu ziehen, welchen der wachsende Xylemtheil auf den Weichbast ausübt. Ich schliesse dies daraus, dass die auf den echten Bast folgenden Rindenzellen oft noch nicht die geringste Formveränderung erkennen lassen, wenn der Xylemtheil des Bündels schon einen bedeutenden Umfang gewonnen hat; dass ferner die Weichbastzellen in der Jugend die regelmässigste Anordnung zeigen, und am verzerrtesten dann erscheinen, wenn in Folge der Vergrösserung der Gefässbündel die inneren Rindenzellen eine tangential plattgestreckte Gestalt angenommen haben.

Die dickwandigen Parenchymzellen, welche bei verschiedenen Arten der Gattung *Rhipsalis* auftreten, besitzen je nach den Arten eine verschiedene Grösse. Sie sind am kleinsten bei *Rh. crispata* und *Rh. rhombea*, am grössten bei *Rh. carnosa*, *Rh. paradoxa* u. s. w. Auf dem Querschnitt zeigt die Wand einen schön geschichteten Bau. Die Schichten sind dicht gelagert, und es lassen sich bei grösseren Zellen 6—8 und mehr dunkle und ebenso viel helle Streifen erkennen; in ganz grossen 10 Schichten jeder Art und selbst noch mehr. In vielen Fällen sind sämtliche Schichten gleich stark, in andern haben die mittleren, und mehr nach innen liegenden eine grössere Stärke, als die äusseren. — An den Stellen, wo je zwei Zellen an einander stossen, sind die Wände reich mit Tüpfeln versehen; nach den Intercellularräumen hin sind sie tüpfellos. Die mit Tüpfeln besetzten Stellen bilden daher, von der Fläche gesehen, Felder von meist regelmässiger runder oder ovaler Gestalt. Die Tüpfel können schon in den

äussersten Schichten der Wand ihren Anfang nehmen, oder erst in den mehr nach innen gelegenen beginnen. Nach innen sich verzweigende Tüpfel habe ich nicht beobachtet; dagegen kommen Vereinigungen zweier geneigt gegen einander verlaufender Kanäle sehr häufig vor. — Mit Chlorzinkjod behandelt, färben sich die dickwandigen Parenchymzellen lebhaft gelb. Bei Maceration mit Schwefelsäure werden die inneren Schichten der Wand gelöst, während die äusserste als dünnes Häutchen zurückbleibt.

Werfen wir einen Rückblick auf die sämtlichen histologischen Thatsachen, so ergibt sich, dass auch im inneren Bau fast jede Art ihre Eigenthümlichkeiten, ihren specifischen Charakter hat, und dass äusserlich nahe stehende Formen auch hierin ihre Verwandtschaft offenbaren. — Die Form und Grösse der Parenchymzellen, die Zusammensetzung der Gefässbündel, die Grösse und Häufigkeit der Chlorophyllkörner — Alles zeigt bei den verschiedenen Arten Unterschiede, die, wenn auch oft nur unbedeutend, und innerhalb gewisser Grenzen schwankend, doch im Ganzen eine ziemliche Constanz zeigen, und den Arten auch im innern Bau ihren bestimmten, typischen Ausdruck verleihen. — Für die Gattung *Lepismium* ist, abgesehen von dem früher erwähnten gleichförmigen Bau des Hautgewebes, die Gleichartigkeit der Grösse und Form der Parenchymzellen der Rinde, der reiche Gehalt derselben an dunklem, grobkörnigem Chlorophyll und das Fehlen der dickwandigen Parenchymzellen charakteristisch. — Die letzteren treten nur innerhalb der Gattung *Rhipsalis* auf, hier aber nur in einer gewissen Verbreitung. Innerhalb der Gruppe der *Alatae* finden sie sich in Mark und Rinde; bei den Formen der *Angulosae* nur in der Rinde, und bei der Uebergangsbildung *Rh. micrantha* und den beiden Arten des ersten Typus der *Teretes* wieder in Mark und Rinde. *Rh. conferta* bildet durch seinen spärlichen Gehalt an dickwandigen Parenchymzellen ein Mittelglied zu den Arten der *Teretes*, bei welchen sie nicht vorkommen.

Von besonderer Bedeutung ist die Grösse des Markes und ihr Verhältniss zur Ausdehnung der Rinde. Zunächst beobachten wir die Thatsache, dass überall da, wo sämtliche Sprosse gleich gebaut sind, das Mark eine nur geringe, oder doch mässige Ausbildung, die Rinde dagegen eine sehr kräftige Entwicklung erfährt. Dem entsprechend ist dann auch die Zahl der um das Mark gruppirten Gefässbündel eine relativ geringe. — So haben *Pfeiffera*

cereiformis, *Rhipsalis paradoxa*, *Rh. pentaptera*, *Rh. Cassytha*, *Rh. conferta* und *Lepismium sarmentaceum* ein sehr kleines Mark; die übrigen *Lepismium*-Arten, *Rhipsalis micrantha*, *Rh. floccosa* und *Rh. funalis* ein zwar etwas grösseres, das aber immer noch wenig entwickelt ist im Vergleich zur Rinde.

Erzeugt aber der Stamm zweierlei Sprosse, längere und kürzere, so erfährt auch das Mark in den verschiedenen Sprossformen eine differente Ausbildung. In den langen Gliedern ist es umfangreich, die Zahl der Gefässstränge eine bedeutendere; in den kurzen Trieben hat das Mark manchmal eine bis zum Verschwinden kleine Grösse und die darum gelegenen, in geringerer Zahl vorhandenen Bündel bilden eine kleine centrale Gruppe. Umgekehrt erreicht bei diesen Sprossen die Rinde eine ausserordentliche Entwicklung; ihr Durchmesser kann sich zu dem des Markes wie 60 und mehr: 1 verhalten, während in den langen Gliedern das Verhältniss 3:1 oder gar 1:1 beträgt. Beispiele liefern die früher genannten Arten *Rhipsalis pendula*, *Rh. Saglionis*, *Rh. mesembryanthoides* und, jedoch in viel geringerem Grade, die Arten der Gruppe der *Alatae*.

In den Sprossen der Arten mit gleichförmig gebauten Gliedern ist die Ausbildung und elementare Zusammensetzung der Gefässstränge eine gleichartige. — Anders ist es bei den Species mit biformen Sprossen in der Gruppe der *Teretes*.

Nicht nur die Zahl der Fibrovasalstränge ist in den differenten Gliedern eine verschiedene, auch ihre Ausbildung zeigt erhebliche Abweichungen. In den langen Sprossen sind die Gefässbündel grösser; es wird früh und regelmässig Libriform erzeugt; das Bastbündel ist gross und seine Elemente verdicken schon früh ihre Wände; der Weichbast dagegen tritt hier an Stärke zurück. — Ganz verschieden hiervon verhalten sich die Bündel der kurzen Sprosse. In einem letztgebildeten fertigen Triebe ist der Xylemtheil nur klein und besteht aus Spiral- und Ringgefässen; Libriform ist gar nicht, oder nur sehr spärlich vorhanden; von Bastzellen findet sich nur eine geringe Zahl mit meist noch unverdickten Wänden; der Weichbast aber erreicht hier eine ausserordentliche Entwicklung. Erst später, wenn an der Spitze neue Sprosse gebildet werden, erscheint kleinzelliges Libriform und verdicken die Bastzellen ihre Wände.

Die letztgenannten Unterschiede finden sich bei den verschiedenen Sprossformen der *Alatae* nicht. Die Differenz beruht

hier nur in der Grösse des Markes und der Zahl der um dasselbe geordneten Gefässbündel, nicht in der Ausbildung der letzteren. Auch die breiten flügelartigen Glieder bedürfen, schon um sich selbst zu tragen, einer grossen Festigkeit, welche durch eine kräftige Bildung von Libriform und Bast verliehen wird.

Die Bedeutung der verschieden gebauten Sprosse in physiologischer Beziehung lässt sich aus dem Vorstehenden mit einiger Sicherheit erschliessen. Offenbar stellen die langen schmalkantigen Glieder der *Alatae* das stammartige Gerüst dar, an welchem die kürzeren breitflügeligen befestigt sind, welche der Insolation eine grössere Fläche darbieten, und dadurch mehr geeignet sind, die physiologischen Functionen der Blätter zu vollziehen. Aehnlich ist es bei den Arten der *Teretes* mit biformen Sprossen. Hier bilden die langen, mit zahlreichen Gefässbündeln und kräftiger Holzbildung versehenen Glieder die Stämme, aus denen die kurzen, mit der ausserordentlichen Rindenentwicklung begabten hervorsprossen, um vermittelst dieser die verloren gegangenen Blätter zu ersetzen. — Ist aber nur eine Sprossform vorhanden, so findet keine Arbeitstheilung in die verschiedenen Functionen statt, die eine Form hat dann sämmtliche zu leisten. Daher haben diese Glieder ein kleines Mark, aber meist kräftig gebautes Holz, und eine mächtig entwickelte Rinde. — Ausnahmen hiervon bilden nur *Rh. salicornioides* und Verwandte; doch erscheint es mir sehr zweifelhaft, ob die an den Sprossen dieser Pflanzen auftretenden Verschiedenheiten in der Ausbildung zum Zwecke der Arbeitstheilung in verschiedene physiologische Functionen hergestellt wurden.

Am Schluss dieses Abschnittes soll es versucht werden, eine möglichst natürliche Anordnung der Genera und Arten der Rhipsalideae zu geben. Fasst man die sämmtlichen Erscheinungen in's Auge, welche im Vorstehenden angeführt wurden, so zeigt sich, dass, abgesehen von der Blüthe und der äusseren Form des Stammes, das Wachstum der Stammspitze, ob begrenzt oder unbegrenzt, und vor allem der Bau der Epidermis von hoher systematischer Bedeutung sind. Die letztere zumal ist durch den Parallelismus, den sie mit der äusseren Gestalt innehält, und durch ihre Uebergangsbildungen von besonderem Interesse. Von geringerem vergleichenden Werthe erweisen sich, wenn auch bei den meisten Arten von typischer Form, die Structur des Grundgewebes und

des Fibrovasalsystems. Zumal im letzteren ist es wesentlich die physiologische Function, von welcher die Zusammensetzung und Stärke der Stränge abhängt, und die, nicht nur bei nahe verwandten, sondern auch bei weiter von einander entfernt stehenden Arten sich wiederholend, auch hier gleiche oder ähnliche Bildungen erzeugt.

Noch manche andere Erscheinungen liessen sich anführen, welche bei verschiedenen Arten einen typischen Ausdruck zeigen. Besonders die Verfolgung der Entwicklungsgeschichte bietet hierzu reichlichen Stoff. So zeigen die Form des Vegetationspunktes, die Gestalt der jungen, eben angelegten Gefässbündel, die Formänderung, welche das Grundgewebe während der Entwicklung mancher Stämme durchläuft, bei vielen Arten erhebliche Abweichungen. Doch ist die Darstellung dieser Dinge ohne grosse Weitläufigkeiten und zahlreiche Abbildungen nicht möglich, und wurde desshalb hier unterlassen. Auch haben solche Unterschiede für die vergleichende Systematik bloss geringen oder keinen Werth; sie zeigen nur, wie ausserordentlich weit sich die Verschiedenheiten sonst nahe verwandter Arten erstrecken können, und wie bei der Veränderung der Form gleich das ganze innere Wesen der Pflanze ergriffen wird.

Auf Grund der vorhin genannten wichtigsten Merkmale sollen nun zunächst die Genera und dann die Typen innerhalb derselben charakterisirt werden.

Pfeiffera S. Perigon trichterförmig; über dem Fruchtknoten schwach verlängert. Stamm der äusseren Form, wie dem innern Bau nach *Cereus*-artig, (Wachsthum potentiell unbegrenzt), mit stachelartigen Borsten auf den Areolen. Epidermis mit, wie bei den meisten Cacteen, vielfach wellig gebogenen Seitenwänden. Spaltöffnungen horizontal.

Lepismium Pfr. Perigon trichterförmig, über dem Fruchtknoten wenig verlängert. Habitus theils *Cereus*- theils mehr *Rhipsalis*-artig. Wachsthum des Stammes potentiell unbegrenzt. Epidermiszellen meist der Axe des Stammes parallel verlängert. Spaltöffnungen longitudinal.

Rhipsalis Gärtn. Perigon radförmig, ohne Verlängerung über dem Fruchtknoten. Wachsthum der Sprosse begrenzt. Sprosssystem reich verzweigt. Epidermis durch zahlreiche nachträgliche Theilungen in ein meist kleinzelliges Gewebe zerfallend. Spaltöffnungen horizontal gestellt.

Pfeiffera S.

Die Gattung enthält nur eine Art, *P. cereiformis* S., die durch die generischen Merkmale genügend charakterisirt ist.

Lepismium Pfr.

I. Typus. Stamm mehr *Cereus*-artig, stumpfkantig, mit zahlreichen Borsten besetzt. Im Innern des Stammes nahe der Peripherie ein Kreis von Baststrängen.

Hierher *L. sarmentaceum* Vöcht.

II. Typus. Stamm *Rhipsalis*-ähnlich, mit 2—5 scharfen Kanten versehen. Borstenbildung mehr oder weniger schwach.

Hierher die Arten: *L. commune* Pfr., *L. Myosurus* Pfr. β *Knightsii* S., γ *laevigatum* S., *L. radicans* Vöcht.

Rhipsalis Gärtn.

I. Gruppe. *Alatae*. Mit zweierlei Sprossformen, deren eine länger, häufig mehrkantig, mit meist schmalen Flügeln versehen ist, und an diesen kürzere, aber breit blattartig geflügelte. Epidermis meist eben, gewöhnlich ohne reihenförmige Anordnung der Mutterzellen. Spaltöffnungen an der Oberfläche. In Rinde und Mark dickwandige Parenchymzellen.

Die Verschiedenartigkeit der Sprossbildung ist in geringerem Grade ausgesprochen bei den stärkeren Formen *Rh. carnosa* Vöcht., *Rh. pachyptera* Pfr., *Rh. Swartziana* Pfr., zu denen sich, wie ich vermuthe, noch *Rh. platycarpa* Pfr. gesellt; in höherem Grade dagegen bei den vielverzweigten Arten *Rh. crispata* Pfr., *Rh. rhombea* Pfr. und der Beschreibung nach bei *Rh. ramulosa* Pfr.

II. Gruppe. *Angulosae*. Mit nur einer Sprossform. Blattstellung mit alternirender $\frac{1}{2}$ beginnend und dann fortschreitend zu $\frac{2}{3}$, $\frac{3}{4}$ bis zur völlig unregelmässigen. Stamm fleischig, Kanten stumpf, mehr oder weniger vorspringend. Epidermis der typischen Arten eben, ohne reihenförmige Anordnung der Mutterzellen. Spaltöffnungen mit Vorhöfen. In der Rinde dickwandige Parenchymzellen.

Hierher die Arten *Rh. paradoxa* S. mit ungleich langen und *Rh. pentaptera* Pfr. mit ziemlich gleichlangen Sprossen.

Rh. trigona Pfr. bildet wahrscheinlich eine Uebergangsform zur I. Gruppe.

Rh. micrantha DC. stellt in der äusseren Form, wie im Bau der Epidermis ein Mittelglied zur folgenden Gruppe dar. Die Epidermismutterzellen haben reihenförmige Anordnung und bilden längsverlaufende Höhenzüge und Vertiefungen. Spaltöffnungen mit wenig ausgebildeten Vorhöfen.

III. Gruppe. *Teretes*. Mit ein- oder zweierlei Sprossformen, welche meist stielrund sind. Epidermismutterzellen meist longitudinal verlaufende Höhenzüge und Thäler bildend. Spaltöffnungen mit oder ohne Vorhöfe.

1. Typus. Mit gleichgebauten Gliedern.

1. Untergruppe. Spaltöffnungen mit Vorhöfen; dickwandige Parenchymzellen in Mark und Rinde.

Hierher die Arten *Rh. floccosa* S., *Rh. funalis* S. und wahrscheinlich auch *Rh. fasciculata* Haw. — Die erstere hat ungleich lange, die zweite ziemlich gleichlange büschelartig gestellte Sprosse.

2. Untergruppe. Spaltöffnungen ohne Vorhöfe; dickwandige Parenchymzellen gar nicht, oder nur sehr spärlich vorhanden.

Hierher zählen die Arten: *Rh. conferta* S. und *Rh. Cassytha* Gärtner. *Rh. pendula* Vöcht. gehört nach allen Merkmalen ebenfalls in diese Gruppe, nur hat sie zweierlei verschiedene Sprosse, und bildet deshalb ein Uebergangsglied zum folgenden Typus.

2. Typus. Sprosse verschieden gebaut. Es finden sich lange mit complicirter Blattstellung und kräftiger Holzbildung, und an ihnen kurze mit einfacherer Blattstellung, schwächer ausgebildetem Holzkörper, aber mächtig entwickelter Rinde. Epidermismutterzellen an den langen Gliedern in Reihen, an den kurzen unregelmässig geordnet. Stomata an der Oberfläche. Ohne dickwandige Zellen im Parenchym der Rinde und des Markes.

Hierher zwei Arten: *Rh. Saglionis* Lem., bei der die Blüthen an der Spitze der kurzen Zweige gebildet werden. Die letzteren stehen meist in Büscheln an den Enden der langen Glieder. Epidermis eben.

Bei *Rh. mesembryanthoides* Haw. werden aus den Achseln sämtlicher Blätter der langen Glieder kurze

Sprosse gebildet. An diesen sind die Blüten ebenfalls seitenständig. Epidermis wellig erhaben und vertieft mit einzelnen kegelartigen Vorsprüngen.

3. Typus. Sprosse gleichartig ausgebildet. Unterer Theil dünn, stielartig; oberer dick und fleischig. Epidermis an den langen Gliedern in Reihen, an den kurzen unregelmässig angeordnet. Stomata an der Oberfläche. Ohne dickwandige Parenchymzellen.

Die differente Ausbildung der verschiedenen Sprosspartieen ist am wenigsten ausgesprochen bei *Rh. Lagenaria* Vöcht., bedeutend schärfer bei *Rh. salicornioides* Haw. Beide haben ebene Epidermis.

Eine kleine Form, welche in Kew-Garden ebenfalls unter der Bezeichnung *Rh. salicornioides* existirt, hat wellig gebogene Epidermis. Ich glaube, dass diese Pflanze eine eigene Art repräsentirt, jedoch genügt meine gegenwärtige Kenntniss derselben nicht, um sie als solche zu beschreiben.

Dem Gange der heutigen vergleichenden Wissenschaft entsprechend, mag es nun versucht werden, die Arten der Rhipsalideen auf Grund ihrer im Vorstehenden erörterten Organisationsverhältnisse dem Grade der Verwandtschaft nach in der Weise zusammenzustellen, wie man sie sich angeordnet zu denken hätte, wenn sie nach der jetzt fast allgemein als richtig angenommenen Descendenztheorie aus einander hervorgegangen wären.

Zu einer Auffassung in diesem Sinne drängen allerdings die wichtigsten morphologischen Gründe. Die Verwandtschaft der Formen, die in vielen Fällen zu beobachtenden schrittweisen Uebergänge, die Einheitlichkeit in der Entwicklung sind erhebliche Stützen für die Hypothese der allmäligen Entwicklung der Arten.

Auf der andern Seite ist die physiologische Grundlage der Theorie nichts weniger als genügend festgestellt. Ob die durch Beobachtung der Culturproducte gewonnenen Erfahrungen ohne Weiteres auch auf sämtliche in der Natur vorkommende Arten auszudehnen sind, ist keineswegs erwiesen. Allerdings spricht die Analogie sehr für diese Ausdehnung; auch gewährt die Erkenntniss eines wahrscheinlich stattgehabten Vorganges schon eine hohe Befriedigung. Daher hat denn auch die Aufstellung der natürlichen Stammbäume volle Berechtigung, nur muss man sich dabei des

mangelhaften Fundamentes der Theorie in causaler Beziehung stets bewusst sein, und daher bei ihrer Construction mit grosser Vorsicht verfahren. Nichts scheint mir dem Geiste einer kritischen Naturforschung mehr zuwiderzulaufen, als das willkürliche Aufstellen hypothetischer Formgruppen in den Fällen, wo uns zwischen vorhandenen, von einander weiter entfernt stehenden Gliedern die vermittelnden Bildungen fehlen.

An einer derartigen Klippe zu scheitern, läuft man bei der Untersuchung engerer Artgruppen weniger Gefahr. So lässt sich für die hier besprochenen Rhipsalideen der Stammbaum ohne wesentliche Lücken construiren, und dadurch, — wenn man die Richtigkeit der Descendenz-Theorie voraussetzt — mit ziemlicher Sicherheit auf den bei der Entwicklung der Gruppe wahrscheinlich stattgehabten Vorgang schliessen.

Die erste Frage, welche hier nun zu erörtern ist, geht dahin: hat die Gruppe der Rhipsalideae einen einheitlichen Ursprung, oder sind an ihrer Bildung einander fern stehende Typen derart betheilig gewesen, dass sie, nach gleichen Richtungen variirend, schliesslich Formen erzeugten, welche ihrer heutigen Gestalt nach ähnliche, der Genesis nach aber differente Gebilde darstellen?

Bei der Beantwortung dieser Frage kann man die Gattungen Pfeiffera und Lepismium bei Seite lassen; ihre unzweifelhafte Verwandtschaft mit den Cereastreen lässt die Annahme eines differenten Ursprungs nicht zu. Es bliebe also nur das artenreichere Genus Rhipsalis übrig, welches hinsichtlich des angeregten Punktes genauer zu untersuchen wäre. Allein auch hier lassen die zwischen den am distinctesten ausgebildeten Formen vorhandenen Mittelbildungen die Annahme einer verschiedenartigen Entstehung als höchst unwahrscheinlich erscheinen. Den einzigen Fall, in welchem eine typisch gebaute Gruppe eine isolirte Stellung einnimmt, bildet, wie schon früher erörtert, *Rh. salicornioides* und ihre Verwandten, welche sich durch die eigenthümlichen flaschenförmigen Sprosse auszeichnen. Man hat in diesen Formen eine Annäherung der Rhipsalideen zu den Opuntieen sehen wollen, allein ich finde hierzu thatsächlich keinen genügenden Grund. Sowohl die äussere Form, wie der innere Bau des Stammes, die Abwesenheit der Stacheln, vor Allem aber das Fehlen aller Uebergangsbildungen scheinen mir gegen die Richtigkeit jener Vermuthung zu sprechen. — Auf der andern Seite ist zu bedenken, dass auch nach den übrigen Rhipsalis-Formen hin Mittelbildungen nicht vorhanden sind. Viel-

leicht geben die schon erwähnten, eigenthümlich geformten Glieder, welche hin und wieder auftreten, nach längerer Beobachtung einen Fingerzeig über den Ursprung dieses Typus; möglich auch, dass noch unbekannte Arten den richtigen Weg andeuten. — So lange aber nicht bestimmte Beobachtungen vorliegen, ziehe ich es vor, keinerlei Muthmassungen über die Entstehung dieser Formen anzustellen. Thatsache ist, dass sie im Bau der Blüthe, des Stammes, der Structur der Epidermis zum Genus *Rhipsalis* gehören, und ich habe sie deshalb als eigenen Typus der *Teretes* hingestellt, das Weitere einer fortgesetzten Beobachtung überlassend.

Sehen wir von diesem einen zweifelhaften Falle ab, so zeigt sich, dass alle übrigen Gruppen und Typen der Gattung *Rhipsalis* durch die unverkennbarsten Mittelbildungen mit einander verbunden sind. Die *Alatae* schliessen sich durch ihre grösseren Formen an *Rh. trigona* und *Rh. paradoxa* unter den *Angulosae*; die letzteren gehen durch *Rh. micrantha* unvermerkt in die *Teretes* über, und innerhalb der letzteren sind die beiden ersten Typen in unzweideutiger Weise durch *Rh. pendula* verbunden. Schon die alleinige Erwägung dieser Thatsache führt zu der Anschauung, die Gruppe der *Angulosae* als den Grundstock zu betrachten, aus welchem die *Alatae* und *Teretes* durch Transmutation nach zwei verschiedenen Richtungen entstanden sind.

Allein dem steht scheinbar ein Umstand im Wege: das ist die grosse Aehnlichkeit der *Alatae* mit manchen *Phyllocactus*-Arten. Die meisten der letzteren haben breit geflügelte Sprosse von nur einerlei Form mit potentiell unbegrenztem Wachsthum; aber es giebt auch solche, welche zweierlei Glieder besitzen, längere und kürzere blattartige, die letzteren mit streng begrenztem Wachsthum. Mit diesen haben nun die geflügelten *Rhipsalis*-Formen habituell grosse Aehnlichkeit und man könnte die Frage aufwerfen, ob nicht die letzteren aus jenen hervorgegangen, die Urform der Gattung *Rhipsalis* also innerhalb der Gruppe der *Phyllocacteen* zu suchen wäre. — Dann wäre der Entwicklungsgang im Genus *Rhipsalis* ein anderer, als der früher angedeutete; dann stellten die *Alatae* die Primär-Formen dar, aus welchen zunächst die *Angulosae* und aus diesen endlich die *Teretes* hervorgegangen wären.

Gegen diese Anschauung ist aber einzuwenden, dass, wenn auch innerhalb der vegetativen Region manche Aehnlichkeit vorhanden ist, doch die Blüthen abweichende Verhältnisse darbieten.

Die Phyllocacteen haben eine lange Perigonröhre mit trichterförmiger Oeffnung der Blumenkrone. — Soweit ich nun die Blüten dieser Pflanzen aus eigener Anschauung oder nach Beschreibungen kennen zu lernen Gelegenheit hatte, finden sich darunter keine Uebergänge zu dem der Gattung *Rhipsalis* eignen Blütenbau. Die einzige Art, welche eine kürzere Perigonröhre hat, *Phyllocactus phyllanthoides* S., weicht in der sonstigen Structur der Blüthe, wie in den vegetativen Theilen so weit von den geflügelten *Rhipsalis*-Arten ab, dass sie als Uebergangsglied nicht zu betrachten sein kann. Ebenso wenig ist es mir möglich, in den *Epiphyllum*-Arten oder in *Disisocactus biformis* Lindl. eine Mittelform zu erkennen.

Somit kämen wir also zu unserer schon geäusserten Ansicht zurück, die Gattung *Rhipsalis* mit den *Cereastreen* in Zusammenhang zu bringen, und in der That scheint dies der einzig richtige Weg zu sein. Nicht nur die Uebergangsgattungen *Pfeiffera* und *Lepismium* führen zu dieser Annahme, auch die grosse habituelle Aehnlichkeit der *Angulosae* selbst, zumal der *Rh. paradoxa*, mit manchen *Cereus*-Arten gewähren ihr eine erhebliche Stütze. In diesem Falle hätten wir also die Urformen der *Rhipsalideae* in Pflanzen zu suchen, welche vielleicht der Gruppe der *Cerei divaricati* angehörten, und die durch allmäligen Verlust der langen Perigonröhre und Annahme einer radförmigen Blumenkrone im Verlaufe langer Zeit den typischen Blütenbau von *Rhipsalis* herstellten. Die Stämme jener Formen hätten dann einst unbegrenztes Wachsthum besessen, wie heute noch die meisten *Cerei*; ein Wachsthum, das weiterhin in das potentiell unbegrenzte, und schliesslich in das eng begrenzte überging, welches den eigenthümlichen, pseudo-parasitischen echten *Rhipsalis*-Arten charakteristisch ist.¹⁾

Der so gedachte Entwicklungsgang wird klar versinnlicht durch die Gattungen *Pfeiffera* und *Lepismium*. Ob diese aber thatsächlich Nachkommen jener ersten einst vorhandenen Uebergangsformen darstellen, oder ob die letzteren längst ausgestorben sind, und jene anderweitig entstandene, und nun in einem dem einstigen Bildungsgange der *Rhipsalis* ähnlichen Entwicklungsprocess begriffene Genera darstellen, bleibt dahin gestellt. Für

1) Der umgekehrte Entwicklungsgang, nach welchem die *Cereastreen* und mit ihnen wahrscheinlich alle Cacteen aus den *Rhipsalideen* hervorgegangen wären, braucht wohl nicht näher erörtert zu werden. Schon der Umstand, dass die letzteren Pseudo-Parasiten sind, sowie die gesammten Wachsthumverhältnisse derselben stellen die Annahme als unwahrscheinlich dar.

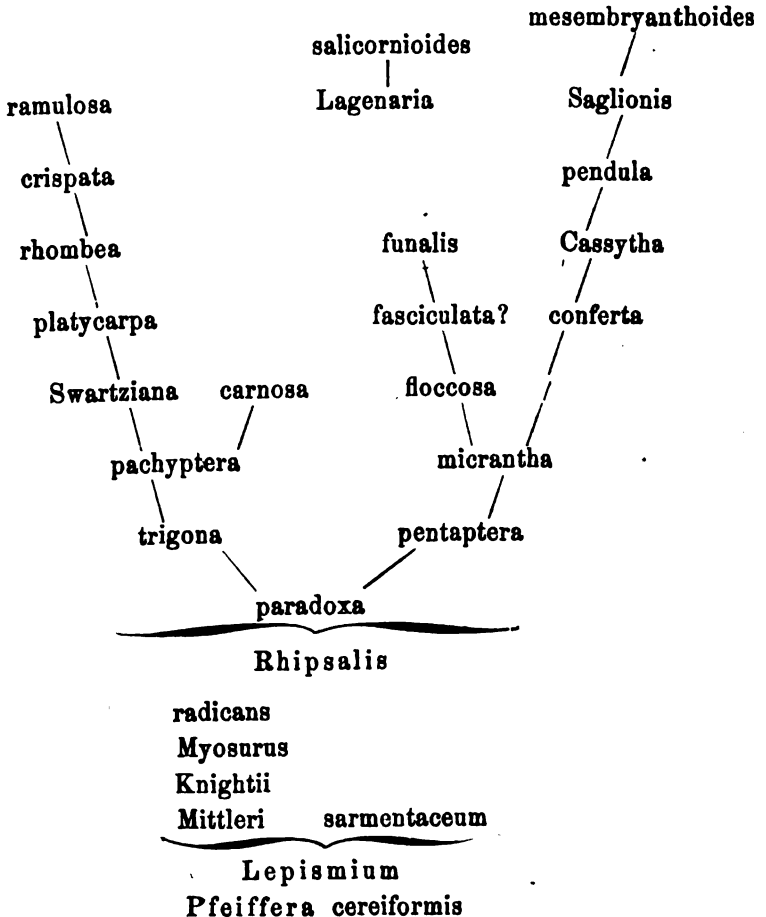
die Gattung Pfeiffera dürfte vielleicht die erstere, für *Lepismium* dagegen die letztere Annahme gelten. Jedenfalls ist soviel sicher, dass zwischen den bis jetzt bekannten *Lepismium*-Arten und den heutigen Formen der *Angulosae* ein directer Uebergang nicht vorhanden ist. — Wichtiger ist noch ein anderer Umstand. Im Jahre 1869 beobachtete ich an einem grossen Exemplar von *Rh. paradoxa* im Berliner botanischen Garten einen höchst eigenthümlichen, von den normalen völlig abweichenden Spross. Derselbe hatte vier gerade Zeilen, die ohne Unterbrechung fortliefen; die Areolen sassen auf kleinen polsterförmigen Erhabenheiten und hatten wohlausgebildete Stacheln. Das ganze Glied glich vollkommen einem *Cereus*-Spross, etwa dem von *C. speciosissimus*, und stellte höchst wahrscheinlich eine Rückschlagsbildung dar. Auf die weitere Entwicklung dieser Abnormität sehr gespannt, fand ich sie leider eines Tages verschwunden. Aehnliche Bildungen wurden nicht wieder beobachtet. — Dürfte man dem einmal beobachteten Falle Bedeutung beilegen, so wäre die Gattung *Rhipsalis direct* mit den *Cereastreen* zu verknüpfen, und ihre Urformen innerhalb der *Cerei divaricati* zu suchen.

Sind wir aber einmal zu der Ueberzeugung gelangt, — und ich glaube, sie folgt aus dem Angeführten mit einem hohen Grade von Wahrscheinlichkeit — dass die Gattung *Rhipsalis* in genetischer Beziehung mit den *Cereastreen* zusammenhängt, — wobei es nun dahin gestellt bleiben mag, ob der Uebergang zu diesen durch die Gattungen *Pfeiffera* und *Lepismium* hergestellt wird, oder in noch directerer Linie stattfindet — so ist der weitere Entwicklungsgang innerhalb der Gattung aus den früher gemachten Angaben unschwer herzuleiten.

Ein Blick auf die nachfolgende Tafel, bei deren Aufstellung nur auf die morphologische Verwandtschaft, und nicht auf die Bedenken Rücksicht genommen wurde, welche sich an die etwa mögliche Stellung von *Lepismium* und *Pfeiffera* knüpfen, wird den Vorgang veranschaulichen.

Die Gattung *Pfeiffera*, welche heute die tiefste Stellung einnimmt, enthält nur eine einzige Art. Dann folgt *Lepismium* mit 5 Arten, welche in zwei Gruppen zerfallen, in die vier nahe verwandten, habituell mehr den *Rhipsalis* gleichenden, *L. Mittleri*, *Knightsii*, *Myosurus* und *radicans*, und die eine mehr *Cereus*-artige, *L. sarmentaceum*. — Den Gipfelpunkt bildet die Gattung *Rhipsalis*. Unter den bis jetzt bekannten Arten ist *Rh. paradoxa* zweifellos

als tiefst stehende Bildung zu betrachten. Ob sie wirklich als Grundform für die übrigen Species anzusehen ist, oder nur einen veränderten Abkömmling derselben darstellt, lässt sich schwerlich sagen. Die grosse Variabilität ihrer Sprosse, welche bald schmale, breit flügelartig vorspringende, bald stumpfe, wenig entwickelte Kanten haben, sowie das oben beschriebene einmal beobachtete Cereus-artige Glied könnten der ersteren Annahme einige Wahrscheinlichkeit verleihen. Ebenso dürfte die grosse Verschiedenartigkeit in der Länge der sonst bis auf die eben erwähnten Unterschiede gleichartigen Sprosse — offenbar der nächste Schritt vom potentiell unbegrenzten zum begrenzten Wachstum — der Ansicht eine Stütze sein. — Wie dem aber auch sei, jedenfalls stellt *Rh. paradoxa* diejenige Form dar, von der ausgehend wir die Verwandtschaftsreihen am leichtesten construiren können.



Denken wir uns eine *Rh. paradoxa*, bei welcher die alter-
nirende $\frac{1}{2}$ Stellung in einfache $\frac{1}{2}$ Stellung übergang, bei welcher die
Kanten, etwas schärfer, flügelartig ausgebildet, ununterbrochen
verlaufen, so ist eine Form, wie sie der Beschreibung nach *Rh.*
trigona darstellt, fertig. Stellen wir uns nun weiter vor, dass an
dieser unter dem Einfluss der natürlichen Zuchtwahl¹⁾ zweierlei
Sprosse gebildet wurden, die schon vorhandenen dreikantigen, und
an diesen breitere, zweiflüglige, so ist die Grundlage für die *Alatae*
gelegt. Die Veranschaulichung eines derartigen Vorganges bietet
durchaus keine Schwierigkeiten dar. Denken wir uns an den auf-
rechten Gliedern horizontal oder geneigt abstehende gebildet, von
denen ein Theil zwei Flügel der intensivsten Beleuchtung zu, den
dritten davon abkehrt, so liegt nichts näher, als dass die dem
Licht zugekehrten Flügel eine stärkere Ausbildung erhalten, als
der dritte davon abgewandte. Stellen wir uns nun vor, dass dieser
Vorgang in accumulirter Weise fortgesetzt werde; denken wir uns,
dass die beiden dem Licht zugekehrten Flügel allmähig um 180°
auseinanderrücken, während der dritte mit beiden nur je 90° bildet;
— Fälle, die sich thatsächlich beobachten lassen, — dass der
letzte, nachdem er immer nutzloser geworden, schliesslich auch
der Anlage nach ausbleibt, so ist die Entstehung der *Alatae* aus
der Gruppe der *Angulosae* klar ersichtlich. Der so gedachte
Entwicklungsgang erhält um so mehr Wahrscheinlichkeit, wenn
man bedenkt, dass fast sämtliche lange Sprosse der *Alatae* drei-
kantig sind, und dass sich, wie eben erwähnt, unter den kurzen
thatsächlich jene eigenthümlichen Mittelbildungen vorfinden. —
Unter den heute bekannten Formen ist die Verschiedenartigkeit
der Sprosse am weitesten ausgebildet bei den reichverzweigten,
gracileren Arten *Rh. rhombea*, *Rh. crispata*, und der Beschreibung
nach bei *Rh. ramulosa*, die desshalb den Höhenpunkt der Gruppe
darstellen; sie erhält einen etwas geringeren Ausdruck bei den
kräftigeren Arten, *Rh. pachyptera*, *Rh. carnosa*, *Rh. Swartziana*,

1) Ich sage hier wie auch an andern Orten einfach natürliche Zuchtwahl,
ohne aber damit entscheiden zu wollen, dass dieselbe zur Erklärung der hier
besprochenen Formänderungen genüge. Es ist möglich, ja wahrscheinlich, dass
die natürliche Zuchtwahl bei der Hervorbringung der alaten Formen den
wichtigsten Factor abgegeben hat. Ob dies aber auch bei der Erzeugung der
stielrunden Formen der Fall gewesen, erscheint mir sehr zweifelhaft. — Im
Ganzen erachte ich Nägeli's Gründe gegen die alleinige Wirkung der natür-
lichen Zuchtwahl bei der Entstehung der Arten für genügend, erspare mir
jedoch ein näheres Eingehen auf diesen Gegenstand für einen andern Ort.

und, wie ich vermuthe, bei *Rh. platycarpa*. — Woher die mit den abweichend gelagerten Gefässbündeln versehene *Rh. carnosa* ihren Ursprung genommen, ob sie direct auf die *Angulosae* zurückzuführen ist, oder, was wahrscheinlicher, von *Rh. pachyptera* abstammt, lässt sich schwerlich sagen. In der Tafel ist das Letztere angenommen.

Somit wäre also der eine Ast des Stammbaums der Gattung *Rhipsalis* erledigt. Gehen wir nunmehr zum zweiten.

Denken wir uns die Kanten am Spross von *Rh. paradoxa* ununterbrochen verlaufend, die Glieder kleiner und von einer zwischen engeren Grenzen schwankenden Länge, so haben wir eine Pflanze, wie *Rh. pentaptera*, die eigentlich typische Form der *Angulosae*. — Werden an dieser die Kanten immer stumpfer, die Thäler zwischen ihnen immer mehr ausgefüllt, so erhalten wir *Rh. micrantha*; verschwinden die Kanten endlich völlig, so sind die echten *Teretes* hergestellt. Der Uebergang ist also ein ununterbrochener. — Die letztgenannten zerfallen nun, wie früher erwähnt, in zwei Untergruppen, die möglichen Falls beide auf *Rh. micrantha* zurückzuführen sind, wenn nicht die Arten, deren Spaltöffnungen tiefe Vorhöfe führen, auf anderem Wege aus *Rh. pentaptera* hervorgegangen sind. Es wäre auch möglich, dass die Arten, deren *Stomata* nicht mit Vorhöfen versehen sind, durch noch unbekannte oder ausgestorbene Formen mit *Rh. funalis* zusammenhängen. — In der Tafel sind beide Untergruppen aus *Rh. micrantha* hergeleitet, die weiter von einander entfernt stehenden Arten durch grössere Zwischenräume von einander getrennt.

Was nun die Entstehung der Arten mit ungleichförmigen Sprossen anlangt, so haben wir hier keinen ganz ununterbrochenen Uebergang, aus dem wir Schlüsse zu ziehen im Stande wären. Wahrscheinlich finden sich die vermittelnden Glieder unter den Formen, welche De Candolle als Varietäten von *Rh. Cassytha* aufzählt, und von denen vermuthlich einzelne ebenso gut, wie die von Salm als Varietät betrachtete *Rh. pendula* eigene Arten repräsentiren. Der der *Rh. Cassytha* verwandte Formenkreis ist äusserst vielgestaltig, und besteht wahrscheinlich aus noch viel mehr Gliedern, als De Candolle anführt. So ist die im Berliner botanischen Garten als *Rh. Cassytha* bezeichnete Pflanze ganz verschieden von der wahren Art. Ihre Sprosse haben eine höchst unregelmässige Länge und Stärke; sie stehen nicht fasciculirt, haben kein stumpfes Ende und vertrocknen leicht an den Spitzen.

Die Epidermis ist zwar gleich der von *Rh. Cassytha* gebaut, allein es fehlt das Collenchym. Vermuthlich stellt auch diese Pflanze eine eigene Art dar. — Aus solchen Formen mit unregelmässig langen Gliedern sind wahrscheinlich die mit regelmässig langen, stärkeren, und kürzeren schwächeren versehenen, wie *Rh. pendula*, hervorgegangen. Von dieser Form zu den mit langen und sehr kurzen fleischigen Sprossen ist es nur ein weiterer Schritt, und es lässt sich auf die gedachte Weise die Entstehung der Articuliferae aus Formen der *Teretes* mit gleichförmig gebauten Gliedern ganz wohl erklären. — Damit wäre auch die Möglichkeit einer Entstehung der *Teretes* aus der Gruppe der *Angulosae* dargethan.

Auf die angedeutete Weise lassen sich sämtliche Arten der Gattung *Rhipsalis*, mit Ausnahme von *Rh. salicornioides* und Verwandten, auf eine Grundform und, wenn man weiter rückwärts geht, auf die *Cereastreen* zurückführen. Ob nun ein dem geschilderten entsprechender Entwicklungsgang wirklich stattgefunden hat, bleibt vorläufig dahin gestellt. Thatsache ist, dass die grosse Vielgestaltigkeit, welche das Genus *Rhipsalis* bei aller Gleichförmigkeit der Blüten in seinen vegetativen Theilen zeigt, in der angedeuteten Weise auf das Ungezwungenste erklärt wird. Von hoher Bedeutung wäre es gewesen, die geographische Verbreitung unserer Pflanzen mit ihrer morphologischen Verwandtschaft zu vergleichen. Manche der oben entwickelten Anschauungen wären wahrscheinlich dadurch bestätigt; andere vielleicht modificirt. Allein die Angaben in dieser Beziehung sind so dürftig und unvollkommen, dass von einem darauf bezüglichen Versuche Abstand genommen werden musste. Das im Vorstehenden Ausgeführte ist ausschliesslich auf die morphologischen Verhältnisse der besprochenen Pflanzen begründet.

Macht man aber die Annahme, dass die Descendenz-Theorie richtig ist, — und sämtliche der aufgeführten Erscheinungen sprechen für diese Annahme, — dass also die Formen der Rhipsalideen auf die angegebene oder doch dieser ähnliche Weise thatsächlich aus einander hervorgegangen sind, so ergeben sich aus den oben gewonnenen Reihen noch einige nicht uninteressante Resultate.

So erhellt zunächst die grosse Mannigfaltigkeit der Sprosse in der hinsichtlich der Zahl ihrer Arten doch nur kleinen Gruppe, wenn man bedenkt, dass, da die Blätter als physiologisch unwichtig in Wegfall kommen, die ganze Thätigkeit der formändernden Macht

der natürlichen Zuchtwahl allein auf den Stamm gerichtet war. Indem sie ihn den verschiedensten Lebensverhältnissen anpasste, erzeugte sie nach und nach die differenten Formen, welche die Gruppe darbietet.

Es ergibt sich weiter, dass hier, wie im Allgemeinen in der Natur, vom Einfachen zum Zusammengesetzteren fortgeschritten wird; dass, während bei den niedrigeren Formen ein und dasselbe Organ die verschiedensten Functionen vollzieht, bei den höheren Gebilden morphologisch gleichwerthige Glieder eine verschiedenartige Ausbildung zum Zweck der Arbeitstheilung in jene Functionen erfahren. — So stellt in der Gruppe der Angulosae, ferner bei den Arten der Teretes mit gleichförmig gebauten Gliedern die eine Sprossform Stamm und Blatt gleichzeitig dar; sie vollzieht beider Functionen. — Bei den Formen der Alatae und Articuliferae dagegen werden differente Sprossformen erzeugt, deren einen physiologisch die Stämme, die andern die Blätter bilden.¹⁾

Wie früher gezeigt wurde, befolgt die Blattstellung in der Gattung Rhipsalis keine bei den einzelnen Formen bestimmte Regeln. Sie schwankt bei einzelnen Arten innerhalb gewisser Grenzen, bei anderen zeigt sie völlige Unregelmässigkeit. In gewissen Fällen lässt sich zeigen, dass sie von der natürlichen Zuchtwahl abhängig ist. So erzeugen die langen Sprosse der Alatae mit $\frac{1}{2}$ Stellung der Blätter solche mit $\frac{1}{4}$; die langen Glieder der Articuliferae (unter den Teretes) mit $\frac{2}{3}$, $\frac{3}{4}$ und noch complicirterer Stellung solche, bei denen, wie bei Rh. Saglionis und mesembryanthoides, die Blätter nach $\frac{2}{3}$ oder nach alternirender $\frac{1}{2}$ Stellung stehen. Ist der oben angedeutete Entwicklungsgang der Arten richtig, so sind die Sprosse mit einfacherer Stellung aus denen mit complicirterer allmählig unter dem Einflusse der Zuchtwahl gebildet worden. — Erwägt man diesen Umstand, gedenkt man der Uebergänge von den Sprossen mit $\frac{1}{2}$ Stellung zu den mit $\frac{1}{4}$, so wird die Vermuthung nahe gelegt, dass auf ähnlichem Wege die sämtlichen Anomalieen

1) Allerdings haben wir hier den paradoxen Fall, dass die Primärformen unserer Pflanzen den umgekehrten Weg einschlugen. Als Urformen der Cacteen sind — immer vorausgesetzt, dass die Descendenztheorie richtig ist — sicher Pflanzen anzunehmen, welche Blätter besaßen, die sie erst im Laufe der Zeit verloren, also vom morphologisch Zusammengesetzten zum Einfachen übergingen. — Erst in den später entstandenen Formgruppen, den Rhipsalideen, manchen Phyllocacteen und Opuntien, wurde durch Bildung eigenthümlicher, z. Th. blattartig gebauter, Sprosse ein Ersatz für die verloren gegangenen wirklichen Blätter hergestellt.

in der Blattstellung erzeugt wurden, welche im Genus vorkommen. Denn denken wir uns die einstigen Primärformen unserer Gruppe mit Blättern von regelmässiger Stellung versehen; stellen wir uns nun — unter Voraussetzung der Richtigkeit der früher entwickelten Hypothese — weiter vor, dass die Blätter allmählig mit dem Stamm verwachsen und ihm seine typische Form geben, so leuchtet ein, dass, wenn dieser Stamm unter Lebensverhältnisse kommt, welche seiner Form nicht entsprechen, sofort ein Conflict zwischen der vererbten Eigenthümlichkeit der Blattstellung und den von aussen wirkenden Einflüssen entstehen muss. Je nach der grösseren oder geringeren Zähigkeit, mit der der Organismus an seinen vererbten Eigenschaften festhält, wird nun in kürzerer oder längerer Zeit der Stamm eine den neuen Verhältnissen entsprechende Stellung der Blätter und die dieser angehörende Form angenommen haben. In der Uebergangsperiode aber wird die Stellung eine schwankende sein je nach der Stärke der in verschiedenen Richtungen wirkenden äussern und innern Kräfte; auch werden in der späteren Zeit noch zahlreiche Rückschläge auf die ursprüngliche Stellung stattfinden. — Diese Anschauung, welche in der Gruppe der *Alatae* versinnlicht wird, liesse sich vielleicht auf sämtliche Fälle von unregelmässiger Blattstellung bei den Rhipsalideen ausdehnen, welche alsdann zu betrachten wäre als der Ausdruck des Widerstandes, welchen die vererbten Eigenthümlichkeiten der Pflanze dem formändernden Einfluss der natürlichen Zuchtwahl entgegensetzen.

Auch die früher besprochenen Streifen verkümmelter Epidermis bei *Rh. micrantha* lassen sich unter Zuhülfenahme der Descendenztheorie erklären. Doch füge ich nachdrücklich hinzu, dass die zu gebende Erklärung nur ein Versuch sein soll, welcher fällt, sobald es gelungen ist, directere Ursachen jener pathologischen Erscheinung aufzufinden.

Meine Auffassung von den causalen Beziehungen derselben setzt gewisse Annahmen voraus, deren Richtigkeit, wenn auch wahrscheinlich, immerhin doch nicht erwiesen ist. Zunächst wird die oben aufgestellte Entwicklungsreihe wenigstens insoweit als richtig vorausgesetzt, als sie die Entstehung der rundgliedrigen aus den angulosen Formen betrifft, und *Rh. micrantha* entweder als heute noch vorhandenes Uebergangsglied zwischen den beiden Gruppen, oder doch als Nachkomme desselben zu betrachten ist, in welchem noch jetzt dieselben gestaltenden Kräfte thätig sind, welche die Arten mit runden Sprossen in's Leben gerufen haben.

— Sodann wird die Richtigkeit der Annahme postulirt, dass die Epidermis unserer Pflanze, wie nach früher mitgetheilten Versuchen wahrscheinlich gemacht wurde, zur Zeit der Entwicklung ein actives Wachsthum befolgt, das an Intensität dem der Rinde gleichkommt, wenn nicht übertrifft. — Endlich drittens wird gefordert, dass die durch eine lange Reihe von Generationen vererbten Theilungsmoden verschiedener Gewebe einem neu auftretenden formändernden Einfluss mit verschiedener Stärke widerstehen können; mit andern Worten, dass ein Gewebe im Stande sein kann, seinen ihm durch Vererbung überlieferten Charakter der Theilung länger festzuhalten, als ein anderes dies hinsichtlich des ihm überkommenen vermag.

Dies vorausgeschickt, lässt sich in folgender Art verfahren. Bei *Rhypsalis pentaptera* zeigen die jungen Epidermiszellen kurze Strecke unter dem Vegetationspunkte reihenförmige Anordnung, allein diese verschwindet während des nun erfolgenden raschen Wachsthums der Flügel. Bei *Rh. micrantha* dagegen, an deren Sprossen die Kantenbildung, wenn auch verschieden stark, doch stets erheblich geringer ist, als an den der vorigen Art, bleibt die Lagerung der jungen Epidermiszellen in Längsreihen erhalten. Den sehr differirenden Formen der Glieder entsprechend, kommen zwar noch manche Abweichungen von einer strengen Regelmässigkeit vor, allein im Ganzen ist die Längsreihung der Oberhaut-elemente, wie bei den Arten mit runden Sprossen.

Beim Wachsthum des Stammes kommen zwei verschiedene Factoren in Betracht: die Theilung der Zellen und die Ausbildung der angelegten Elemente. Beide Processe sind weder räumlich noch zeitlich auseinanderzuhalten; doch gehört die Theilung vorwiegend dem ersten, die Ausbildung der Zellen dem späteren Wachstumsstadium an. Es können auch beide Vorgänge gleichzeitig, aber in verschiedenen Richtungen stattfinden. So kann in horizontaler Richtung die Theilung längst erloschen sein, während sie in der verticalen noch lebhaft fortduert.

Es ist nun klar, dass von der Zeit an, wo die unregelmässige Lagerung der Epidermiszellen am Vegetationspunkte unserer Pflanze eben in Reihenordnung übergegangen ist, ein bestimmtes Verhältniss bestehen muss zwischen dem Wachsthum der Epidermis und des Innengewebes. Auf eine bestimmte Zahl von Theilungen in dem letzteren, auf ein bestimmtes Maass der Vergrösserung seiner Elemente muss eine proportionale Summe von Theilungen,

eine proportionale Ausbildung der Zellen in der ersteren erfolgen. — Dass hierbei die Theilungsmoden in den beiden Gewebeformen, sowie die endliche Grösse ihrer Elemente ganz verschieden sein können, ist selbstverständlich; das Verhältniss des Wachsthum der Gewebe bleibt dabei unverändert. — Fänden sich z. B. zwischen zwei beliebig gewählten Krümmungsradien eines noch jugendlichen Querschnittes m Zellen der äusseren Rindenlage und n Epidermismelemente, so müssten, falls die Gesamtanordnung erhalten bleiben sollte, auf p weitere Theilungen in den m Rindenelementen, verbunden mit einer relativen Vergrösserung derselben, q nachträgliche Theilungen in den n Epidermiszellen nebst entsprechender Ausbildung dieser Elemente erfolgen.

Die Ueberführung der kantigen Stammform in die stielrunde kann auf dreifache Weise vor sich gehen. Sie kann geschehen durch Reducirung der Kanten, durch Ausfüllung der Thäler, oder durch gleichzeitige Thätigkeit beider Processse. Der erstere derselben wird begründet sein in einer Abnahme der sonst stattfindenden Radialtheilungen¹⁾ in den Zellen der Kanten; der zweite in einer vermehrten Tangential- und Radialtheilung der Rindenelemente unter den Thälern; im dritten Falle endlich werden beide Vorgänge neben einander stattfinden.

Stellen wir uns nun vor, dass der durch eine lange Reihe von Generationen unter einem bestimmten Entwicklungsgesetz der Art vollzogene Modus der Theilung sich sowohl auf die Rinden-, wie in erhöhtem Grade auf die Epidermiszellen vererbt; dass jedes jugendliche Element die Function überkommen habe, sich durch eine grössere oder geringere Zahl secundärer Wände zu theilen — nehmen wir weiter an, dass, gleichviel ob durch äussere oder innere Einflüsse, das der Pflanze immanente Entwicklungsgesetz allmählig modificirt werde, so liegt nahe, dass der formändernde Einfluss sich in erster Linie in der Rinde, und erst in zweiter in der Epidermis geltend machen wird. Seiner Wirksamkeit stehen aber offenbar nur die drei vorhin erörterten Möglichkeiten zu Gebote. Fassen wir die erste davon näher in's Auge. Unterblieben in den Rindenzellen der Kanten, und zwar ganz local, die Radialtheilungen; fänden, um das früher gewählte Beispiel festzuhalten, in den m Rindenzellen nicht p , sondern nur $p-a$ nachträgliche Theilungen statt, so könnten in den n Epidermismelementen, welche mit jenen

1) Radial und tangential bezogen auf die an die verschiedenen Punkte der Peripherie gelegten Tangenten, nicht auf den Mittelpunkt des Stammes.

in innigem Gewebeverband stehen, nicht q , sondern eine ebenfalls nur geringere Zahl, $q-b$, von secundären Wänden auftreten.

Im zweiten Falle würde durch erhöhte Theilung der unter den Thälern gelegenen Rindenzellen die Stammoberfläche ebenfalls verkleinert und dadurch den schon vorhandenen Epidermiszellen der genügende Raum zur Bildung von Secundärelementen entzogen.

Bei der dritten der erörterten Möglichkeiten würde sowohl durch local verringertes, als durch erhöhtes Wachstum der Rinde die Oberfläche des Stammes verkleinert und dadurch die Epidermis local an ihrer Ausbildung verhindert.

Wäre nun die Annahme erlaubt, dass die Rinde hinsichtlich der Theilung ihrer Elemente einem neu auftretenden modificirenden Einfluss leichter nachgäbe, als die Epidermis, dass diese mit grösserer Zähigkeit den ihr vererbten Theilungsmodus festhielte; so läge auch die weitere Vermuthung nahe, dass die durch jenen Einfluss hervorgebrachte Störung im bisherigen Wachstum an den davon betroffenen Stellen der Epidermis zur dauernden Entwicklungshemmung würde, d. h. unsere anomalen Streifen erzeugte.

Wie aber verhalten sich zu dieser theoretisch entwickelten Ansicht die thatsächlich zu beobachtenden Verhältnisse?

Die Beantwortung dieser Frage kämpft mit grossen Schwierigkeiten. Wie erwähnt wurde, treten die Streifen schon sehr früh auf; man gewahrt sie auf Längsschnitten schon zu der Zeit, in welcher die Epidermiszellen eben Reihenordnung annehmen; allein ihre Erkennung auf Querschnitten entsprechenden Alters ist unmöglich oder doch so unsicher, dass man Zählungen nicht anstellen kann. Wir sind also auf jugendliche Flächenansichten und auf Querschnitte aus späteren Altersstadien hingewiesen, die, wenn auch Fingerzeige gebend, doch kein zwingendes Resultat liefern. — Sodann aber haben die Epidermismutterzellen wie die Rindenelemente eine sehr variable Grösse, und eignen sich desshalb wenig zu Zählungen und Messungen.

Was vor Allem zu Gunsten jener Anschauung spricht, ist der schon früher erwähnte Umstand, dass die Zellreihen der Streifen gleich bei ihrem ersten Auftreten eine durchschnittlich geringere Breite haben, als die der normal entwickelten Partien. Setzt man die Zellbreite der letzteren gleich 1, so beträgt die der anomalen im Mittelwerth $\frac{2}{3}$ — $\frac{1}{2}$; sie kann aber auch, und zwar kommt dies nicht selten vor, auf $\frac{1}{2}$ herabsinken. — Auf der andern

Seite muss erwähnt werden, dass, wenn die anomalen Reihen auch durchweg schmaler sind, als die nächst benachbarten normalen, es doch auch vorkommt, dass sie gleiche Breite mit ferner liegenden schmaleren, aber normal entwickelten besitzen.

In den nun folgenden Entwicklungsstadien werden die Breiten-differenzen fast immer, und zwar zu Ungunsten der anomalen Streifen, in höherem Grade ausgebildet. (Vergl. Fig. 6 auf Taf. XXXVI, in welcher der Streifen 2 Zellreihen breit ist. Die Trennungslinie der beiden ursprünglichen Zellreihen zeichnet sich noch durch grössere Stärke aus.) Mir liegen Fälle vor, in denen die Zellreihen der letzteren nur $\frac{1}{2}$ von der Breite der parallel laufenden normalen besitzen. Ja dies geht manchmal soweit, dass die letzteren bei ihrer raschen Ausbildung sich über jene hinwölben, und, Falls die Streifen nur schmal sind, ganz verdecken oder in eine Furche mit schmaler Mündung lagern. Diese Fälle sind besonders lehrreich.¹⁾

Stets aber, im entwickelten Zustande sowohl wie in den jugendlichen Stadien, in welchen man oben die Elemente der anomalen Streifen auf dem Querschnitt mit Sicherheit erkennen kann, hat die Rinde überall gleiche Ausbildung. Ihre Elemente nehmen an den in der Epidermis bestehenden Differenzen keinen Antheil.

1) Aus einer Summe von Zählungen geht hervor, dass am fertigen Sprosse der Breite von 6 Epidermismutterzellen durchschnittlich ganz oder nahezu 9 Rindenzellen derjenigen grosszelligen Lage entsprechen, welche auf die beiden äussersten Lagen kleiner Elemente nach innen folgt. Die 6 Epidermiszellen sind in 21—22 Secundär-Elemente zerfallen; unter ihnen liegen etwa 11—12 Hypoderma-Zellen und ungefähr ebensoviel Elemente der äussersten kleinzelligen Rindenschicht. Die letztgenannten Zahlen sind aber beträchtlichen Schwankungen unterworfen.

Die Bestimmung der fraglichen Verhältnisse unter den anomalen Streifen ist wegen der grossen Verschiedenheiten sehr schwierig. In den von dem normalen Verhalten am wenigsten abweichenden Fällen findet man auf eine bestimmte Zahl von Epidermismutterzellen etwa die gleiche oder etwas geringere Zahl von Rindenzellen der bezeichneten grosszelligen Schicht. Zwischen diesen und den Fällen, in denen auf eine bestimmte Summe von Epidermiselementen nur die halbe Zahl von Rindenzellen kommt, finden sich alle Mittelstufen.

Liessen sich die entsprechenden Zählungen auch an Querschnitten anstellen, welche dem Entwicklungsstadium entnommen wären, in welchem die jungen Epidermiszellen eben Reihenordnung angenommen haben, so würden sich daraus vielleicht Schlüsse für die Richtigkeit unserer Anschauung gewinnen lassen. Allein, wie schon erwähnt, ist die sichere Erkennung der anomalen Zellen auf dem Querschnitt in diesem Alter zu schwierig; auch würde sich wahrscheinlich der Vorgang dem Auge entziehen, da die ersten, und gerade mächtigsten Störungen so geringfügig sein werden, dass man sie auf dem Querschnitt schwerlich gewahren wird.

Um nun zu den Ursachen der Erscheinung zurückzukehren, so ist klar, dass sie, da eine von aussen wirkende nicht einzu-
sehen ist, ihren Sitz nur in Wachstumsvorgängen der Epidermis
oder der Rinde haben können.

Wollte man die erstere annehmen, so wäre das gänzlich locale
Auftreten der Streifen sehr auffallend. Man müsste weiter nach
der specielleren Ursache suchen und fragen, woher es komme, dass
gerade diese und nur diese Längsstreifen in der Entwicklung
gestört werden. — Seitlicher Druck durch gewisse im Wachstum
voraneilende Elemente und dadurch Störung der benachbarten;
local mangelhafte Ernährung u. s. w. wären denkbar, würden aber
die eigentliche Ursache nur weiter rückwärts suchen lassen. Der
Grund, es fehle allen vorhandenen Epidermiszellen an genügendem
Raum zur Entwicklung, würde sie schon in die Rinde verlegen. —
Am auffallendsten würde es dann aber erscheinen, dass die Streifen
sich nur bei dieser einen Pflanze¹⁾ vorfinden, derjenigen Form
gerade, welche den natürlichen Uebergang von den kantigen zu
den stielrunden *Rhipsalis*-Arten darstellt.

So führte also Alles zurück auf die oben ausführlicher ent-
wickelte Ansicht, den Sitz der Ursache unserer anomalen Er-
scheinung in der Rinde zu suchen. — Und in der That scheint
sich darin die befriedigendste Lösung zu bieten. Gerade die
systematische Stellung der Pflanze giebt der Anschauung, ganz
abgesehen von den übrigen ihr zur Stütze gereichenden Umständen,
einen hohen Grad von Wahrscheinlichkeit.

Ob nun der formändernde Einfluss sich auch an den heutigen
Formen der Sprosse unserer Pflanze genau in der früher erörterten
Weise geltend macht, lässt sich natürlich nicht sagen. Wie oben
erwähnt, finden sich die Streifen an allen Orten, in den Thälern,
wie an den Kanten der Sprosse. Dies würde im Sinne der dritten
der besprochenen Möglichkeiten zu deuten sein; allein es wäre
ja auch denkbar, dass local erhöhte Theilung unter den Thälern
nicht mehr stattfände, sondern auch hier, nachdem dieselben bis
zu einem gewissen Grade ausgefüllt worden wären, manchmal local
Theilungen unterblieben, und dadurch Störungen im Wachstum

1) Wie schon erwähnt, wurde einer der beschriebenen Streifen auch an
einem Spross von *Rh. pentaptera* beobachtet. Allein es geschah dies zu einer
Zeit, in welcher ich mir die hier berührten Fragen noch nicht vorgelegt hatte,
und daher auf die Form jenes Sprosses nicht genauer achtete. Spätere Be-
mühungen, die Streifen an der genannten Pflanze noch einmal aufzufinden,
blieben erfolglos.

der Epidermis hervorriefen. Dieser Vorgang würde dann einem Rückschlag auf ein früheres Entwicklungsstadium entsprechen; doch will ich diesen Punkt, obwohl vieles für ihn spricht, dahin gestellt sein lassen.

Was endlich die Berechtigung des im Vorstehenden entwickelten, wie derartiger Erklärungsversuche überhaupt anlangt, so kann dieselbe nach dem heutigen Stande der Wissenschaft wohl kaum noch in Frage kommen. — Man betrachtet den Organismus als einen Complex von vererbten Eigenthümlichkeiten, der aber stets wirksamen verändernden Einflüssen, inneren wie äusseren, unterworfen ist. Wie aber der ganze Organismus, so muss auch jeder seiner Theile, jeder Gewebecomplex und jedes Element in diesem seine ihm durch Vererbung überkommenen Eigenschaften besitzen. — Wäre es nöthig, für die Richtigkeit dieser Behauptung noch Beweise beizubringen, so brauchte bloss auf die früher besprochenen Hemmungsbildungen an den Innenwänden der Schliesszellen der Spaltöffnungen, wie an der die Athemhöhle erzeugenden Wand erinnert zu werden.

Wie die tägliche Erfahrung lehrt, sind einzelne Theile der Pflanze variabler als andere; d. h. sie geben verändernden Einflüssen leichter nach, lassen die vererbten Eigenthümlichkeiten leichter fahren, als andere. Allein wenn dies hinsichtlich der gröberen morphologischen Glieder Thatsache ist, warum soll es nicht auch stattfinden können bei den verschiedenen Geweben überhaupt, wie besonders bei den einer Pflanze, deren äussere Differenzirung auf ein möglichst geringes Maass reducirt ist und bei der deshalb den formändernden Einflüssen nur ein enger Spielraum geboten wird?

Mit Recht kann man daher annehmen, dass den Zellen der Epidermis wie der Rinde ein specifischer Theilungsmodus vererbt ist. Der weiteren Annahme, dass die der letzteren einer verändernden Ursache leichter nachgeben können, als die der ersteren, steht ebenfalls nichts im Wege, wenn man bedenkt, dass in der Rinde das Einzelement eine untergeordnetere Rolle spielt, während in der Epidermis die einzelne Zelle auch in der Masse noch ihre eigene typische Entwicklungsregel befolgt.

II.

Entwicklungsgeschichte der Stammspitze und Längsverlauf der Gefässstränge.

Es scheint mir am Platze zu sein, bevor ich in das Detail meiner Untersuchung eingehe, zunächst mit einigen Worten die gegenwärtig herrschenden Ansichten über den Bau der Stammspitzen höherer Gewächse zu besprechen. Ich sage die gegenwärtig herrschenden Ansichten, denn über die älteren ist schon an verschiedenen Orten und von verschiedenen Autoren ein historischer Ueberblick gegeben worden. Für uns handelt es sich besonders um die Darstellungen von Nägeli, Sanio, Frank, und um die in neuerer Zeit von Hanstein aufgestellte allgemeine Lehre vom Bau der Vegetationspunkte höherer Pflanzen.

Ich will mit Nägeli beginnen. Nach seiner ersteren Arbeit¹⁾ besteht der äusserste Theil der Stammspitze aus isodiametrischen, mit Protoplasma dicht erfüllten, in Theilung begriffenen Zellen. In diesem trüben Gewebe, dem Urmeristem, treten hellere Partien auf, die angefüllt sind mit einem mehr hyalinen Inhalt, und aus verlängerten Elementen bestehen; diese bilden die Anlagen der Gefässbündel. — Bei den Dicotyledonen ist es ein Kreis von Cambiumsträngen, der ausgeschieden wird. Von diesen verschmelzen die näher beisammen liegenden, während die weiter von einander entfernten durch Meristem getrennt bleiben; seltner ist ihre völlige Vereinigung zu einem Ringe. Aus dem Meristem zwischen den Bündeln entwickeln sich später die grossen Markstrahlen, die man daher auch als Markverbindungen bezeichnen kann. — Die zuerst entstehenden und am stärksten sich ausbildenden Stränge sind bei allen Gefässpflanzen gemeinsame, die stamm- und blatteigen kommen gewöhnlich erst später hinzu. Diese Regel gilt überall, wo die Blätter Fibrovasalstränge enthalten; eine Ausnahme machen jedoch die Marsiliaceen und Polypodium, ferner Myriophyllum, Hippuris, Callitriche, bei denen ausser den gemeinsamen schon von Anfang an auch stammeigene Stränge vorkommen.

1) Beiträge zur wissenschaftlichen Botanik, Heft I, pag. 6, 11 u. s. w.

In seiner späteren Veröffentlichung¹⁾ hat Nägeli seine Ansicht etwas geändert. Es heisst hier (pag. 2): „In der Stammspitze aller Dicotyledonen werden in dem parenchymatischen Bildungsgewebe (Urmeristem) Cambiumstränge sichtbar, aus denen die in die Blätter ausbiegenden gemeinsamen Gefässstränge sich entwickeln. Diese Cambiumstränge sind zuerst isolirt, nachher werden sie durch den Cambiumring verbunden. Die Gestalt des letzteren hängt von der Stellung der ersteren ab.“ Für die Dicotyledonen ist es charakteristisch, dass ein Cambiumstrang das Bestreben hat, sich rechts und links mit andern Strängen zu vereinigen, und einen Ring zu bilden. Beim gewöhnlichen Dicotyledonentypus werden alle Stränge des Querschnittes zu einem einzigen Ringe vereinigt.

Von der Darstellung Nägeli's wesentlich verschieden ist die von Sanio gegebene.²⁾ Nach ihm entstehen die Bündel in einem Ringe kleinzelligen Gewebes, den er als „Verdickungsring“ bezeichnet. Die Bildung dieses Ringes beginnt nicht gleichzeitig, sondern unter den jeweilig jüngsten Blättern zuerst, von wo aus sie seitwärts weiter greift, bis ein continuirlich geschlossener Ring hergestellt ist. An den Stellen, wo die Entstehung des Ringes eingeleitet wurde, entstehen dann in ihm die ersten Cambiumbündel, d. h. diejenigen; welche später in die Blätter ausbiegen, und zwar ist das relative Alter derselben ein verschiedenes; in einem Falle, z. B. bei *Evonymus latifolius*, entstehen sie an den bezeichneten Stellen früher, als der Ring geschlossen ist; im andern, z. B. bei *Ephedra monostachya* beginnt ihre Bildung erst dann, wenn der Ring vollständig geschlossen ist.

Der wesentlichste Unterschied zwischen den Darstellungen der beiden Forscher besteht also darin, dass Nägeli die Cambiumstränge als das Primäre, den sie vereinigenden Ring als das Secundäre bezeichnet, während Sanio gerade umgekehrt den Ring zuerst, und in ihm die Bündel entstehen lässt. — Es ist klar, dass in den Fällen, wo die Bündel in dem Ringe eher entstehen, als er geschlossen ist, und wo an den betreffenden Stellen nur je ein Bündel gebildet wird, — ferner, wo die Zellen des Verdickungsringes eine bedeutende Grösse haben und sich nur wenig von den angrenzenden parenchymatischen Elementen unterscheiden,

1) Dickenwachsthum des Stengels und Anordnung der Gefässstränge bei den Sapindaceen. Beiträge zur wissenschaftlichen Botanik, Heft IV.

2) Botanische Zeitung, Jahrgang 1863, pag. 357 etc.

die Frage nur mit grosser Schwierigkeit zu entscheiden ist. Die Differenzen bleiben aber bestehen, und schärfen sich noch mehr zu in den Fällen, wo, wie nach Sanio bei *Ephedra monostachya* unter den jüngsten Blättern je zwei Bündel in dem Ringe gebildet werden.

Allein Sanio ist in der Zergliederung des Vegetationspunktes noch weiter gegangen. Bei seinen ausserordentlich genauen Untersuchungen fand er, dass, noch ehe die Anlage des Verdickungsringes beginnt, schon zwei deutlich unterschiedene Gewebelagen erkennbar sind: eine innere, grosszelligere, mit dunklem Inhalt erfüllte, die er als Urmark bezeichnet, und eine äussere, dünnwandigere, in lebhafterer Theilung begriffene, die er Aussenschicht nennt. Aus dem inneren Theile der letzteren geht dann weiterhin der Verdickungsring hervor, während der äussere die Rinde bildet, und zugleich den Blättern den Ursprung giebt. Der Verdickungsring besteht wohl in den meisten Fällen aus zwei Zelllagen.

Zum Theil mit Nägeli übereinstimmend, zum Theil gänzlich von ihm abweichend, äussert sich Frank über die Entstehung der Gefässbündel in der Stammspitze.¹⁾ Nach ihm (l. c. pag. 178 und 179) entstehen bei *Taxus baccata* die Cambiumbündel isolirt unter den jüngsten Blättern, in welche sie dann hineinwachsen; allein sie bilden, wie radiale Längsschnitte lehren, Zweige der schon vorhandenen älteren, tiefer liegenden Blattspurstränge, wachsen also nicht, wie Nägeli und auch Sanio wollen, von ihrer Entstehungsstelle aus im Blatt hinauf und im Stamm hinab, sondern stets von unten nach oben. Die Frank'sche Ansicht würde mit der früher von Schacht geäusserten übereinstimmen, wenn der letztere seine Cambiumstränge nicht im Verdickungsringe entstehen liesse, der nach Frank nicht vorhanden ist. — Wie dieser angiebt und auch aus seiner Figur 25 auf Taf. V erhellt, ist auch bei *Taxus* schon zur Zeit der Anlage der ersten Bündel eine centrale Zellgruppe mit grösseren Elementen, das Urmark Sanio's, von einer kleinzelligeren Aussenschicht deutlich unterscheidbar. — Die Entstehung der Gefässbündel bei *Quercus* stimmt im Wesentlichen mit der von *Taxus* überein.

Im Anschluss an einige Beobachtungen von Sanio hat später Hanstein eine allgemeine Theorie über die Anordnung und Genesis

1) A. B. Frank. Ein Beitrag zur Kenntniss der Gefässbündel. *Botan. Zeitung* 1864, pag. 149 etc. und pag. 377 etc.

der Gewebe in den Vegetationspunkten höherer Pflanzen aufgestellt.¹⁾ Nach dieser überzieht die äusserste Zelllage continuirlich den ganzen Vegetationskegel; sie theilt sich nur durch radial gerichtete Wände, und stellt später die Epidermis her; diese Schicht wird als Dermatogen unterschieden. Auf sie folgt nach innen eine, nach den verschiedenen Pflanzen auch verschiedene, Anzahl ebenfalls sich ununterbrochen fortsetzender Mantellagen, welche den Bildungsheerd für die primäre Rinde darstellen, und als Periblem bezeichnet werden. Von diesem umschlossen folgt nun die dritte, centrale Zellmasse, das Plerom, welches zu innerst das Mark und darauf folgend das Procambium herstellt. Während die Gipfelzellen aller drei Gewebesysteme in vielen Fällen sich in nichts von ihren weiter nach unten oder aussen folgenden Schwesterzellen unterscheiden, zeichnen sich in anderen eine oder mehrere derselben durch bedeutendere Grösse aus, und können als Initialen des betreffenden Gewebes bezeichnet werden. Nie aber vollziehen diese die Function echter Scheitelzellen, sondern sind in jeder Beziehung ihren Schwesterzellen gleichwerthig.

Zwischen dieser und der von Sanio gegebenen Darstellung findet sich eine wesentliche Differenz, welche darin besteht, dass nach dem letzteren der Verdickungsring aus dem innersten Theile der Aussenschicht, nach Hanstein dagegen mit dem Mark aus dem Plerom hervorgeht.

Gegen die Richtigkeit der letzteren Annahme ist schon von Russow²⁾, der sich in allen wesentlichen Punkten an Sanio schliesst, das Bedenken erhoben worden, dass danach der untere, im Stamm hinab-, und der obere im Blatt hinaufwachsende Theil der Blattspurstränge, welcher dem Epiblastem Hanstein's seine Entstehung verdankt, als aus morphologisch differenten Dingen zusammengesetzt zu betrachten seien. Wie besonders seine Untersuchungen an *Equisetum* zeigen, ist diese Anschauung in der That nicht haltbar, und ich werde ebenfalls später Thatsachen anführen, mit welchen sie nicht in Uebereinstimmung steht.

Während sich sowohl durch Hanstein's eigene, wie durch Anderer spätere Untersuchungen die Beobachtungen immer mehr gehäuft haben, welche den Phanerogamen ein Wachstum durch

1) Die Scheitelzellgruppe im Vegetationspunkt der Phanerogamen. Bes. abgedr. a. d. Festschrift der Niederrhein. Gesellschaft für Natur- und Heilkunde zum 50jähr. Jubiläum der Univ. Bonn.

2) Russow, Vergleichende Untersuchungen etc. pag. 182.

den der Gefässkryptogamen analog gebaute Scheitelzellen absprechen, und dafür eine Lage gleichwerthiger, den ganzen Vegetationskegel überziehender Zellen, das Dermatogen, substituiren, sind in neuester Zeit in Bezug auf eine scharfe Sonderung von Plerom und Periblem, wie sie zwar nicht vom Urheber der ganzen Lehre, wohl aber von Andren angenommen wird, Einwände gemacht worden. Gestützt auf seine zahlreichen Untersuchungen, kommt Warming¹⁾ zu dem Ergebniss, dass beide Gewebepartieen allmählig in einander übergehen und eine genaue Absetzung derselben gegen einander nicht vorhanden ist. — Es war dies einer derjenigen Punkte, auf welchen auch ich bei meinen Untersuchungen ein Augenmerk richtete; das Resultat, welches sich hierbei ergab, ist dem von Warming gefundenen völlig conform.

Nach dieser historischen Uebersicht gehe ich zur Darstellung meiner eigenen Untersuchungen über.

Nur aus zwei der früher beschriebenen Gruppen stand mir jugendliches Material in ausreichendem Maasse zur Verfügung, nämlich aus der der zweiflügligen und der der rundgliedrigen Formen. Von den letzteren war es besonders Rh. Saglionis, deren lange Sprosse ein günstiges Object darboten; von den ersteren waren es Rh. crispata und Rh. rhombea. Ungleich geeigneter aber als die letzteren erwies sich Lepismium radicans, dessen Stammspitze daher am eingehendsten untersucht wurde. Mit dem letzteren soll begonnen werden.

Lepismium radicans.

Wie schon früher erwähnt, stehen die Blätter der meisten Sprosse dieser Pflanze nach $\frac{1}{2}$, bei einer geringeren Anzahl nach $\frac{1}{3}$ Stellung, und in seltneren Fällen in 4 Zeilen. — Von Gliedern der letzten Art standen mir zur entwicklungsgeschichtlichen Untersuchung keine zur Verfügung; alles im Nachfolgenden Gesagte bezieht sich auf solche mit $\frac{1}{2}$ oder $\frac{1}{3}$ Stellung der Blätter. Doch glaube ich mit Sicherheit annehmen zu dürfen, dass die bei diesen gefundenen Verhältnisse sich ohne weiteres auf jene übertragen lassen. — Da die Blätter in geraden Zeilen am Stamm stehen, und keine Drehungen in der Stammspitze stattfinden, so ist der morphologische Ort der jüngsten Blätter ein stets fest bestimmter; sie stehen um 180° bei $\frac{1}{2}$ (Taf. XLI, Fig. 17), und um 120° bei $\frac{1}{3}$ Stellung von einander entfernt, ein wichtiger Umstand, der bei

1) Recherches sur la ramification des Phanérogames. Résumé français p. IV, u. V.

der Untersuchung der Stammspitze schwer in die Wagschale fällt. — Dabei sind, wie ebenfalls schon früher mitgeteilt wurde, je zwei resp. drei Blattanlagen einander genähert, im frühesten Zustande fast wirtelartig, während sie später immer mehr auseinander-rücken, und nicht selten im Alter völlig nach alternirender $\frac{1}{2}$ Stellung stehen.

Bislang wurde der Längsverlauf der Gefässstränge fast ganz ausser Acht gelassen. Da derselbe aber leitende Gesichtspunkte abgiebt für die Deutung der complicirten Bilder, welche die Stammspitze darbietet, so erscheint es zweckmässig, denselben zu erörtern, bevor zu jener geschritten wird.

Um über die genannten Verhältnisse Klarheit zu erlangen, trägt man von einem Stück des ausgebildeten Sprosses Epidermis und Rinde in der Mitte bis auf den Holzkörper, an den Flügeln bis auf die Rindenbündelschicht auf beiden Seiten ab. Nach gelindem Kochen in verdünnter Kalilauge gewährt das so hergestellte Präparat ein übersichtliches Bild von dem Verlauf der Gefässbündel in der Rinde sowohl wie im Holzkörper (vergl. Taf. XLI, Fig. 15, und dazu die Querschnittszeichnung Fig. 14 auf gleicher Tafel).

Zunächst gewahrt man, dass das aus einem Blatt in die Rinde tretende Bündel sich hier alsbald verzweigt, und zwar nicht nur in Richtung des Medianschnittes, sondern auch in dem dazu senkrechten, was übrigens aus den Querschnitten später noch genauer erhellen wird. (In der Zeichnung ist nur die eine nach oben liegende Reihe der Stränge dargestellt worden.) Trotz der meist mehrfachen Verästelung lassen sich aber doch die ursprünglichen Blattspurstränge stets sicher verfolgen, sowohl wegen ihres directen Verlaufs, als auch besonders wegen der meist etwas bedeutenderen Grösse, durch welche sie sich von den von ihnen abgegebenen Aesten unterscheiden. — Folgt man ihrem Laufe, so findet man, dass sie nicht, wie vielleicht zu erwarten wäre, direct in den innern Holzkörper einbiegen, sondern schwach geneigt gegen denselben in der Rinde verlaufen, und erst auf der Höhe des nächst unteren Blattes in ihn eintreten. — Es ist somit zunächst die Thatsache constatirt, dass die aus dem Blatt in die Rinde tretenden Spurstränge in dem zu ersterem gehörenden Internodium Rindenbündel darstellen und erst im folgenden Internodium zu Bündeln des eigentlichen Holzkörpers werden. — Die Stränge, welche sich von den eben besprochenen Hauptbündeln in der Rinde abzweigen,

bilden hier ein vielfach verzweigtes und anastomosirendes Geflecht. Manche derselben haben auf kurze Strecken einen horizontalen Verlauf; ebenso finden sich häufig horizontale Anastomosen zwischen senkrecht oder geneigt verlaufenden Strängen. Die Grösse derselben ist sehr verschieden. — Manchmal verläuft ein stärkeres Bündel dicht am Rande des Flügels demselben parallel, ohne dass hierin aber eine Gesetzmässigkeit bestände.

Allein nicht alle Rindenbündel sind Blattspurstränge oder deren Aeste. Einige, bei unserer Pflanze freilich nur wenige, gehören dem auf der Basis des Blattes befindlichen Achselspross an. Dieselben erreichen unter dem noch ruhenden Achselspross nie eine bedeutende Entwicklung, zeigen aber ein bemerkenswerthes Verhalten. Während sich nämlich die mehr nach unten gelegenen an die Stränge anschliessen, welche dem zu dem Achselspross gehörenden Blatte entstammen, legen sich die oberen an die Blattspurstränge, welche, vom nächstoberen Blatt herabkommend, hier in den Holzkörper treten; die in der Mitte befindlichen biegen häufig nach kurzem Schrägverlauf selbständig in den letzteren ein; dasselbe kann, wenn auch seltner, von Aesten geschehen, welche sich von dem Hauptblattspurstrange abgezweigt haben, ja es kann dieses Eintreten mitten im Internodium vorkommen. — Betrachten wir nun den Verlauf der Bündel des normalen Holzkörpers. Jede Hälfte des Ovals führt in den meisten Fällen 5 bis 7, seltner 8 oder noch mehr Stränge. Die mittleren von diesen lassen sich meist auf weite Strecken, durch mehrere Internodien hinab, verfolgen, ohne dass sie seitwärts mit einander verschmelzen. Ihr Verlauf ist gewöhnlich ein tangential senkrechter; in anderen Fällen sind sie leicht hin und her gebogen. — Hin und wieder zweigen sich von den stärkeren Strängen dünnere ab, die sich an die stärkeren benachbarten legen und diese mit jenen verbinden. Dann kann sich ein Hauptstrang selbst theilen, und zwei gleich grosse Aeste hergeben, die entweder beide mit den benachbarten Bündeln verschmelzen, oder deren einer sich nur seitlich anlegt, während der andere isolirt seinen Lauf fortsetzt, oder die endlich beide selbständig nach unten verlaufen. Es kann auch vorkommen, dass zwei aus der Theilung eines Stranges hervorgegangene Bündel nach Bildung einer längeren oder kürzeren Masche sich selbst wieder mit einander vereinigen, ohne Anastomosen mit den Nachbarsträngen gebildet zu haben. — In der Nähe des Eintritts der Blattspurstränge gewahrt man keine auffallende Veränderungen. Die an den Enden

des Ovals neu eintretenden Bündel können auf weitere Strecken isolirt am Rande des Körpers hinab verlaufen, oder sich schon früh mit den nächst liegenden vereinigen. Auf das Verhalten der übrigen, mehr nach innen liegenden Bündel hat der Eintritt der Blattspurstränge keinen Einfluss.

Gestützt auf die zahlreichen Untersuchungen von Hanstein und Nägeli gehen wir von der Annahme aus, dass die Blattspurstränge im Stamm der Dicotyledonen eine bestimmte gesetzmässige Anordnung haben, dass in ihrem Theilen und Aneinanderlegen feste Beziehungen bestehen. — Mit dieser Voraussetzung lässt sich aber das eben mitgetheilte Resultat der Untersuchung des fertigen Zustandes unserer Pflanze, — einer Untersuchung, die sich an Arten mit stärkeren Gliedern, z. B. *Rh. Swartziana*, viel leichter ausführen lässt, — nicht in Einklang bringen. Der Verlauf jener Stränge bietet vielmehr ein Bild der vollständigsten Regellosigkeit dar, deren Erklärung auf zweierlei Weise möglich ist. Entweder wird sie, — und dann halten wir an der obigen Annahme fest, — erst durch nachträgliches Wachsthum, zumal durch Einfügung stammeigener, secundärer Stränge hervorgebracht, ist also der Anlage nach nicht vorhanden; oder sie ist — und dann weichen wir von der herrschenden Anschauung ab — schon in der Entwicklung begründet, die Blattspurstränge zeigen kein streng gesetzmässiges Verhalten in ihrem Verlauf, und die stärkeren Stränge auf den grösseren Seiten des Holzkörper-Ovals sind vielleicht stammeigene.

Auf diese Fragen kann ausschliesslich die Entwicklungsgeschichte Antwort ertheilen.

Die Gestalt des Vegetationspunktes von *Lep. radicans* erhellt aus den Abbildungen Fig. 1 auf Taf. XXXI, Fig. 1 auf Taf. XLIII und Fig. 17 auf Taf. XLI. Der Gipfel desselben ragt nur wenig über das jüngste Blatt hervor; über diesem ist seine Form, von oben gesehen, nahezu kreisrund.

Das Zellnetz des Scheitels wurde auf zarten Schnitten mehrfach genau untersucht. Eine bestimmte Gruppierung der Elemente um eine grössere centrale Zelle, derart, dass man diese als Scheitelzelle zu betrachten hätte, liess sich nie erkennen (Taf. XLIII, Fig. 2). Freilich fand sich fast stets im Mittelpunkte eine Zelle von etwas grösserem Umfang, c in der cit. Figur, doch war dieser sicher nie der Werth einer Scheitelzelle zuzusprechen. In dem dargestellten Falle ist das links unter c liegende Element nahezu

ebenso gross, und wohl als Schwesterzelle, sicher aber nicht als Segment in dem geläufigen Sinne zu betrachten. Ebenso wenig gilt das letztere von den übrigen um c gelagerten Elementen. Ein Blick auf die ganze Fläche lehrt aber, dass die sämtlichen Zellen der Mitte die weiter nach aussen folgenden an Grösse übertreffen, und somit als Initialen des Dermatogens zu bezeichnen sind.

Hinsichtlich des berührten Punktes stimmt der Längsschnitt durch die Vegetationsspitze mit deren Flächenansicht vollkommen überein. Auf dem medianen sowohl, wie auf dem lateralen überzieht die äusserste Zelllage kontinuierlich den ganzen Scheitel. Keines ihrer Elemente greift mit scharfer Spitze in das unter ihr liegende Gewebe, und keines zeigt tangentialé Theilung (Taf. XLIII, Fig. 1).

An dem Präparat, welches der bezeichneten Abbildung zu Grunde lag, war die Anordnung der Zellen sehr regelmässig; in anderen Fällen kamen leichte Abweichungen vor. So war mehrfach in der Mitte des Scheitels ein grösseres Element zu beobachten, welches etwas tiefer in die äusserste Periblemreihe ragte, als die benachbarten Zellen; doch war das vorspringende Ende stumpf abgeflacht, nicht keilförmig zugespitzt. — Weiter wurden zwei Fälle wahrgenommen, in denen Form und Lagerung der an der einen Seite der etwas grösseren Gipfelzelle gelegenen Dermatogen- und der unter dieser befindlichen Periblemzelle den Anschein darboten, als stammen beide Elemente aus einem Segment der Initial- als Scheitelzelle. — Doch waren dies nur Ausnahmefälle, denen in Anbetracht der vorhin besprochenen Flächenansichten wenig Bedeutung beizulegen ist.

Von diesen Vorkommnissen abgesehen stimmen meine Beobachtungen über die äusserste Zellschicht mit den Angaben Hanstein's hinsichtlich der allgemeinen Bedeutung derselben bei den Phanerogamen vollkommen überein. Die ganze Lage theilt sich durch allseitig gerichtete Radialwände¹⁾, und geht nach unten ununterbrochen in die Epidermis über, welche also im Dermatogen ihren Bildungsheerd hat.

Die auf das letztere nach innen folgende Zelllage, die äusserste

1) Zweifelhaft ist es mir geblieben, ob nicht in den Dermatogen- oder schon jugendlichen Epidermiszellen in den scharfen Winkeln, welche die jungen Blätter mit dem Stamm bilden, tangentialé Wände auftreten. Die Anordnung jener Zellen gewährte jedenfalls mehrfach den Anschein, als kämen Tangentialtheilungen vor.

Periblemschicht Hanstein's, lässt sich in den meisten Fällen gleicherweise als continuirliche Mantellage über den ganzen Vegetationspunkt verfolgen; doch treten hin und wieder schon tangentiale Wände auf, welche die genaue Anordnung der Zellschicht stören. In noch höherem Maasse gilt dies für die zweite Periblemlage; doch lässt auch sie sich fast stets noch als Continuum über den Kegel verfolgen. Die nun folgende dritte Schicht endlich ist wegen der vielfach auftretenden tangential gerichteten Wände als eigentliche Mantellage nicht mehr zu betrachten. —

Ueber die inneren Vorgänge im Vegetationspunkte unserer Pflanze geben Längsschnitte, wie später genauer erhellen wird, nur höchst ungenügende Auskunft; man ist hier in erster Linie auf zarte Querschnitte angewiesen. Erst wenn man sich vermittelt dieser eine klare Vorstellung der complicirten inneren Verhältnisse verschafft hat, kann man jene zu Hülfe ziehen. Sie dienen dann nicht nur zur Controllirung und Bestätigung der auf andrem Wege gefundenen Thatsachen, sondern ergänzen auch hinsichtlich der Punkte, welche auf Querschnitten nur schwer oder gar nicht zu lösen sind.

Dem entsprechend sollen nun zunächst die Bilder, welche successive Querschnitte durch die Stammspitze darbieten, genauer erörtert werden.

Der jüngste Schnitt ist nicht genau kreisrund, sondern auf den Blattseiten schwach abgeflacht, und zwar auf der einen Seite etwas stärker, als auf der andern. Wie sich aus dem Vergleich mit dem folgenden Schnitt ergibt, liegt die abgeflachtere Seite über der Ansatzstelle des jüngsten Blattes. Es lassen sich zwei differente Gewebepartieen erkennen, eine mittlere, etwas grosszelligere, deren Elemente dunkleren Inhalt führen, und sich durch Wände theilen, welche nach allen Richtungen orientirt sind; und eine äussere, jene rings umgebende, die aus Zellen besteht, welche durchschnittlich kleiner sind, etwas helleren Inhalt besitzen und sich lebhaft, zumal durch tangential gerichtete Wände theilen. Die dem Mittelpunkte des Stammes naheliegenden Zellen der Innenschicht haben eine schon gleichmässiger polyedrische Gestalt angenommen. — Die Dermatogen- und äusserste Periblemlage verlaufen ununterbrochen um die Peripherie des Zellnetzes; nur treten in der letzteren hin und wieder Tangentialwände auf. Zahlreicher noch finden sich diese in der zweiten nach innen folgenden Zellschicht, sodass sie als eigentliche Mantellage kaum noch betrachtet werden

kann. — Zwischen der centralen und der sie umgebenden Zellpartie ist eine scharfe Grenze nicht zu ziehen, sondern der Uebergang von der einen zur andern ein ganz allmäliger. Von den innersten, am weitesten ausgebildeten Zellen der Innenschicht bis zu den ersten Zellreihen der Aussenschicht stufen sich die Grössenverhältnisse allmäligen ab. Ob ein ähnlicher Uebergang auch hinsichtlich des Inhaltes der Zellen stattfindet, wage ich nicht zu entscheiden. Es gewährte zwar mehrfach den Anschein, allein derartige Bestimmungen sind höchst unsicher und ich will deshalb diesen Punkt dahin gestellt sein lassen. — Eine ähnliche erste Gewebesonderung, wie die beschriebene, hat Sanio beobachtet bei *Ephedra monostachya*, *Menispermum*, *Carpinus* u. s. w. Er bezeichnet die innere grosszelligere Partie als „Urmark“, die peripherische als „Aussenschicht.“

Auf dem nun folgenden Schnitt (Taf. XLIV, Fig. 1) trifft man das erste Blatt, welches sich als seitliche Ausbreitung auf dem Querschnitt zu erkennen giebt. Gleichzeitig gewährt man auf der Blattseite in den inneren Zellen der Aussenschicht eine kleinzellige Gewebegruppe, die tangential etwas verlängert ist, und deren Elemente, 6—7 an der Zahl, offenbar durch eben stattgehabte Theilung entstanden sind. Dies ist die erste Anlage des normalen Gefässbündelringes und, wie sich weiter ergeben wird, auch des Rindenbündelsystems. Das Gewebe des jugendlichen Blattes geht ununterbrochen in das der Aussenschicht des Stammes über; die Dermatogen- und äusserste Periblemschicht zieht sich continuirlich darüber hinweg. Das ganze innere Gewebe des Blattes ist in lebhafter Tangentialtheilung begriffen, ein Ausdruck des hier stattfindenden raschen Wachsthums in radialer Richtung.

Der nächst tiefere Querschnitt trifft wegen der beinahe wirtelartigen Stellung der Blätter bei $\frac{1}{2}$ Stellung derselben neben dem untern Theile der jüngsten auch den obern Theil der zweiten, und bei $\frac{1}{3}$ Stellung auch den der dritten Blattanlage. Hier bietet das Ganze einen auffallenden Anblick dar, der für einen Schnitt mit drei Blattanlagen genauer erörtert werden soll.

Wie angedeutet hat derselbe die drei auf fast gleicher Höhe stehenden jüngsten Blattanlagen getroffen; (Taf. XLV, Fig. 1, a ist die jüngste, b die zweit-, c die drittjüngste; a ist auf einer relativ tieferen, b auf einer etwas höheren, und c gerade unter der oberen Ansatzstelle durchschnitten). Die Veränderungen, welche sich auf dem Schnitte an den drei aufeinander folgenden Blättern darbieten,

kann man also nicht als die genau auf einander folgenden Altersstadien betrachten. Dies wäre dann der Fall, wenn die Blätter in relativ gleicher Höhe getroffen wären, was offenbar nur auf successiven Schnitten möglich ist. Nichtsdestoweniger können wir aber, wie gerade die tiefer geführten Querschnitte lehren, die auf unserm Präparat sich darbietenden Veränderungen als die auf einander folgenden Entwicklungsstadien derselben Anlage auffassen.

Aus der Gesamtanordnung des Zellnetzes lässt sich mit Sicherheit schliessen, dass auch hier die Einleitung zu der Zelltheilung, welche im weiteren Verlaufe den Gefässbündelring bildet, mit einigen wenigen Zellen unter Blatt a begonnen hat, welche wie in dem vorhin beschriebenen Falle eine kleine tangential gestreckte Gruppe bildeten. Auf unserm Schnitt hat sich diese nun nach beiden Seiten flügelartig verbreitert, und ist mit zwei seitwärts liegenden, den Stammseiten α und β nahezu parallel laufenden ähnlichen Gewebestreifen in Verbindung getreten. Dabei hat sich die ursprünglich kleine Zellgruppe auch in radialer Richtung vergrössert, und eine Mächtigkeit von meist drei Zelllagen erreicht. In den beiden einwärts gebogenen Flügeln dagegen, d. h. in der Richtung, in welcher der neue Theilungsmodus sich bewegt, nimmt die Zahl der Schichten wieder ab, und sinkt schliesslich an den Stellen, wo die Vereinigung mit den beiden seitwärts liegenden Streifen erfolgt, auf je eine Lage herab, um sich in den letztern selbst wieder auf zwei zu erheben. — Betrachten wir nun das zweitjüngste Blatt b, das eine fast halbkreisförmige Gestalt hat, und dessen Ansatzstellen auf der einen Seite durch einen kleinen Flügel, auf der andern durch eine leichte Einkerbung gekennzeichnet sind. Im Zellnetz desselben, gleichweit entfernt von den beiden Ansatzstellen, sehen wir eine aus etwa 6—7 Elementen bestehende Zellgruppe, (die Grenzen derselben sind nicht genau bezeichnet), welche neben dem übrigen Gewebe des Blattes von dem des Stammes durch Zellschichten getrennt ist, welche in lebhafter Theilung durch Wände begriffen sind, die eine zum Blattmittelpunkte tangentiale Richtung haben, und eine stammeinwärts gekehrte schwach bogenförmig gekrümmte Zone darstellen. — Alles von Blatt b Gesagte gilt auch für Blatt c, nur dass dieses schon weiter entwickelt ist, und die kleinzellige Gewebegruppe, welche der Grösse des Blattes entsprechend hier aus einer vermehrten Zahl von Elementen besteht, mehr im Mittelpunkte führt. Die

bogenförmig an der Grenze von Stamm und Blatt verlaufende Theilungsschicht fällt hier ebenfalls, und zwar in erhöhtem Maasse in's Auge. — Zu dem Zellnetz des Stammes zurückkehrend, gewahren wir im Innern, etwa 5 Zelllagen von der Peripherie entfernt, parallel der Seite γ einen ähnlichen Streifen kleinzelligen Gewebes, wie er parallel den Seiten α und β gefunden wurde. Derselbe ist durchgängig mindestens zwei, stellenweis drei Zelllagen stark. Von der ähnlichen Zone unter α ist er durch drei grössere parenchymatische Zellen getrennt; auf der andern Seite von dem Streifen unter β ungefähr ebenso weit, doch sind hier die trennenden Zellen in Theilung durch radial gerichtete Wände begriffen. An letzterer Stelle neigen die Streifen mehr zu einander hin, während sie unter dem Blatt b weiter auseinanderstehen, gleichsam geöffnet erscheinen. — Die äusserste Zelllage, die junge Epidermis abgerechnet, ist die Rinde auf den Seiten α , β und γ zwischen 4 und 6, meist 5 Zelllagen stark, die in lebhafter Theilung durch vorwiegend tangentiale Wände begriffen sind. — Das Mark führt seine grösseren Zellen an der Seite der beiden entwickelteren Blätter. Nach dem jüngsten hin, in der Spitze des ungefähr gleichschenkligen Dreiecks, welches die drei kleinzelligen Gewebestreifen mit einander bilden, werden seine Elemente etwas kleiner, und man gewahrt hier schon einige tangential gerichtete junge Wände, welche eben denselben Process der Abtrennung des zum Blatt a gehörenden Theiles der kleinzelligen Gewebzone zu wiederholen beginnen, welcher unter den beiden älteren schon vollzogen ist.

Möge dieses Präparat damit vorläufig verlassen werden. Alles, was eben von einem dreizeiligen Spross gesagt wurde, gilt selbstverständlich auch für einen zweizeiligen. Der Unterschied besteht nur darin, dass anstatt der drei Blätter nur zwei einander gegenüberstehende, und dementsprechend auch nur zwei mit ihnen alternirende Streifen kleinzelligen Gewebes vorhanden sind. Der eine dieser Streifen ist in Fig. 2 auf Taf. XLV dargestellt; es ist aber hier schon beiderseits die Trennung von den zu den Blättern gehörigen Partien erfolgt. Im Uebrigen sind die Verhältnisse hier, wie die Abbildung lehrt, ganz wie vorhin.

Auf dem Schnitt¹⁾, welcher dem oben beschriebenen folgt, haben sich die Verhältnisse etwas geändert. Die Blattbasen sind

1) Eine Abbildung dieses Präparates konnte nicht beigelegt werden. Doch verweise ich auf die ein nur wenig älteres Stadium von einem zweizeiligen Spross darstellende Figur 1 auf Taf. XLVI.

mit dem Stamm vereinigt; der letztere hat eine stumpf dreikantige Form angenommen, dessen Kanten nach dem relativen Alter der Blätter verschieden stark vorspringen. In den Mitten der beiden entwickelteren Kanten, parallel dem nach dem Mittelpunkte des Stammes gelegten Radius, gewahrt man je einen ziemlich gleichförmigen Gewebestreifen, der eine Breite von meist zwei Zelllagen hat. Die Elemente derselben zeichnen sich vor den benachbarten parenchymatischen Zellen dadurch aus, dass sie sich vorwiegend durch tangentielle Wände theilen und einen etwas helleren Inhalt führen. In jedem dieser Streifen findet sich eine Zellgruppe, bestehend aus 2 oder 3 sehr kleinen Elementen, welche die Fortsetzung der nach unten wachsenden Bündel bilden, die sich in den Blättern b und c des vorigen Schnittes fanden. Unter dem jüngsten Blatt ist hiervon noch nichts zu sehen. — Die früher einem verlängerten Dreieck gleichende, an der Basis beiderseits unterbrochene kleinzellige Gewebezone im Innern hat eine veränderte Gestalt angenommen. Alle drei Seiten sind nahezu gleich und schwach nach einwärts gekrümmt; das Gewebe an den Unterbrechungsstellen, durch zahlreichere Wände getheilt, erscheint jetzt ebenfalls kleinzellig, und verbindet nun, im Bogen verlaufend, die früher getrennten Partien, vergl. die entsprechenden Stellen in Fig. 1, Taf. XLVI. Doch ist zu bemerken, dass dieses Verbindungsgewebe meistens nicht völlig so kleinzellig wird, wie die seitlichen Lamellen, sondern sich durch wenig erheblichere Grösse davon unterscheidet. — Die Elemente des Markes nehmen eine gleichmässigere Form an; zwischen ihnen treten kleine Intercellularräume auf, ein Process, der innen beginnt und allmählig nach aussen vorschreitet. Die ganze Entwicklung des Markes geht überhaupt in centrifugaler Richtung vor sich, eine Thatsache, welche eine Bestätigung für die Angabe Nägeli's liefert, dass der genannte Entwicklungsgang des Markes der bei höhern Pflanzen allgemein herrschende sei. Doch hindert dies nicht, dass auch später noch in den innersten Markzellen junge Theilwände auftreten, im Gegentheil ist dies eine nicht selten zu beobachtende Thatsache.

Zu der Zeit nun, in welcher die Bildung der beschriebenen Ueberbrückungen vor sich geht, — doch lässt sich der Zeitpunkt nicht genau angeben, oft geschieht es etwas früher, oft etwas später, — und wo die den Seiten des Stammes parallel laufenden Streifen kleinzelligen Gewebes eine Mächtigkeit von durchschnittlich drei Zelllagen erreicht haben, beginnt in ihnen ein neuer

Theilungsprocess: es entstehen Procambiumbündel. An den betreffenden Stellen gewahrt man in dem äussersten Theile der Zone einige rasch auf einander folgende Wände, durch welche zwei oder drei sehr kleine Zellen hergestellt werden. Um diese treten alsbald weitere Theilungen auf, sodass ein kleinzelliger Gewebekörper entsteht, der die Gestalt eines Kreises, oder, was häufiger der Fall ist, einer Ellipse hat, deren grosse Achse dem Radius des Stammes parallel gerichtet ist. — Auf dem zuletzt beschriebenen Schnitt sind die ersten Anfänge dieser Bündel sichtbar; in Fig. 1 auf Taf. XLVI bei pp, sind dieselben schon etwas weiter entwickelt. — Sie entstehen bei den dreikantigen Sprossen an den mit den Blättern alternirenden Stammseiten zu je 3 oder 4; bei den mit zwei Flügeln versehenen zu 4 bis 6, je nachdem der Spross schwächer oder stärker ist. — Diese Bündel, deren Anlage eben verfolgt wurde, haben mit den Blättern keinen Zusammenhang, sondern sind stammeigen. Sie bilden später das eigentliche Gerüst des Stammes, und stellen die Anlagen der Bündel dar, welche sich früher auf dem Präparat des fertigen Zustandes mit den Blättern nicht in Verbindung bringen liessen. Die Entwicklungsgeschichte zeigt sonach, dass die zweite der oben aufgestellten Annahmen, nach welcher die Unregelmässigkeit in der Lagerung der Stränge der Anlage nach begründet sei, thatsächlich die richtige ist, und dass unser Fall eine Ausnahme von der sonst für die höhern Pflanzen ziemlich allgemein geltenden Regel bildet.

Wie aber verhält sich nun der erstentstandene unter dem Blatt gelegene Theil des kleinzelligen Gewebes? Während der Trennung desselben von den den Seiten des Stammes parallel laufenden Streifen verliert sich seine tangential verlängerte Form immer mehr. Während sie allmählig in eine rundliche übergeht, entstehen in ihrem Innern einige sehr kleine Elemente. In dieser Form stellt das Bündel die Anlage der Blattspurstränge und damit zugleich die sämtlicher Rindenbündel dar.

Es wird nicht überflüssig sein, auf die eben beschriebenen Vorgänge einen kurzen Rückblick zu werfen. Wie wir gesehen, geht die Entwicklung auf sehr kurzer Strecke mit grosser Schnelligkeit vor sich. Die aufeinander folgenden Blätter bilden sich, einmal angelegt, ungemein rasch aus, und demgemäss auch die mit ihnen in Verbindung stehenden inneren Partien der Stammspitze. — Die erste Gewebesonderung besteht in dem Auftreten einer innern, etwas grosszelligeren Partie, dem Urmark, und einer dasselbe um-

gebenden, kleinzelligeren, der Aussenschicht. Beide sind nicht scharf gegen einander abgesetzt, sondern zeigen einen allmäligen Uebergang. — Die nächste Differenzirung geht nun in der Aussenschicht vor sich, indem sie, und zwar unter dem jüngsten Blatt zuerst, in ihrem innern an das Mark grenzenden Theile in ein kleinzelliges Gewebe zerfällt. Das letztere bildet die Anlage des späteren Holzkörpers, während aus dem peripherischen Theile der Aussenschicht die Rinde hervorgeht. Diejenigen Theile der kleinzelligen Zone, welche unter den Blättern gelegen sind, werden schon früh von den den Seiten des Stammes angehörenden getrennt; jene liefern die Rindenbündel, diese die stammeigene Stränge des Holzkörpers.

Darin stimmt meine Untersuchung mit der Darstellung Sanio's überein, dass der Anlage der Procambiumbündel eine kleinzellige Gewebezone vorausgeht, in welcher erst die Bündel entstehen. Diese Zone, Sanio's „Verdickungsring“, ist das Primäre, die Procambiumbündel sind das Secundäre. — Auch darin stimme ich mit Sanio überein, dass der Verdickungsring aus der Aussenschicht, dem Periblem Hanstein's, hervorgeht. Dies könnte als ein Widerspruch erscheinen, da ich gesagt habe, dass zwischen Urmark und Aussenschicht keine scharfe Grenze bestehe, und es hiernach fraglich erscheinen möchte, ob der Ring nicht in der Uebergangszone seinen Ursprung nähme. Allerdings existirt jene Grenze nicht, doch lässt sich in den meisten Fällen bis auf eine Zellschicht angeben, wo die beiden Gewebe beginnen, und dann auch sicher verfolgen, dass der Ring seiner Entstehung nach der Aussenschicht angehört. Vergl. besonders Fig. 3 auf Taf. XLIII und Fig. 3 auf Taf. XLV, welche zwei auf einander folgende Schnitte darstellen.

Der Name „Verdickungsring“ ist, wie schon von Anderen hervorgehoben wurde, allerdings ein schlecht gewählter sowohl in Bezug auf die Function des damit bezeichneten Gewebes, als auch deshalb, weil in vielen Fällen, so auch hier, nie ein vollständiger Ring gebildet wird. Da aber die Bezeichnung sich einmal eingebürgert hat, und Missverständnisse über ihre Bedeutung nicht mehr stattfinden können, so mag sie immerhin beibehalten werden.

Was dagegen die Annahme Sanio's anbetrifft, der Verdickungsring gehe stets aus zwei Zellreihen hervor, so ist diese in ihrer Allgemeinheit sicher nicht richtig. Unter der grossen Zahl von Präparaten, welche ich auf diesen Punkt untersucht habe, fanden

sich Fälle, in denen der Ring fast überall zwei Zelllagen breit und ziemlich scharf gegen die angrenzenden Gewebe abgesetzt war, so in Fig. 1 auf Taf. XLV. In andern Fällen dagegen, und dies waren die zahlreicheren, war es äusserst schwer oder ganz unmöglich, an den Grenzzonen der verschiedenen Gewebeformen die Herkunft mancher Einzelelemente zu bestimmen. (Vergl. die Figg. 2 und 3 auf Taf. XLV, ferner Taf. XLVI, Fig. 3 und Taf. XLVIII, Fig. 1.) — Genau dasselbe gilt von den etwas älteren Stadien. Die Umgrenzung der Procambiumbündel finde ich meist derart, dass sich von manchen Elementen sowohl auf der Mark-, wie auf der Rindenseite nicht angeben lässt, ob sie dem Procambium oder dem anliegenden Grundgewebe angehören. (Taf. XLVI, Fig. 1, p und Taf. XLVIII, Fig. 2.) Wie ich zeigen werde, stimmen die Bilder, welche sich auf Längsschnitten ergeben, hiermit völlig überein.

Eine hierhergehörende Bemerkung findet sich auch bei Nägeli¹⁾. In der Schilderung der Entwicklungsvorgänge von *Paullinia* sagt er: „Zwischen Mark, Cambiumring und Rinde mangelt noch eine scharfe Begrenzung. Doch lässt sich die Ausdehnung dieser Gewebe meist bis auf eine Zellschicht genau angeben.“

Dass eine genaue Abgrenzung der verschiedenen Histogene unter einander nicht stattfindet, dafür sprechen auch noch andere Erscheinungen. In der Rinde der Rhipsalideen werden Stränge gebildet, welche rücksichtlich ihrer Zusammensetzung fast völlig mit den Bündeln des Normalkreises übereinstimmen. Die ersten dieser Rindenstränge entstehen schon sehr früh; die folgenden nach und nach dem Wachsthum der Flügel entsprechend. — Wenn nun eine Rindenzelle, und selbst eine solche, welche in ihrer Ausbildung schon weiter vorgeschritten ist, die Fähigkeit besitzt, durch Theilung in Bündelelemente überzugehen, so kann die Annahme, dass die Zellen der Rindenscheide zu einer Zeit, in welcher die Differenzen zwischen den verschiedenen Geweben noch viel weniger ausgebildet sind, von den anliegenden Elementen des Bündelgewebes scharf abgesetzt sei, nur auf Unwahrscheinlichkeit stossen. — Dasselbe Argument gilt für die Zellen der Markscheide, da bekanntlich im Marke vieler Pflanzen früher oder später Bündel entstehen, welche sich in ihrer Zusammensetzung gar nicht, oder nur unbedeutend von den Strängen des normalen Holzkörpers unterscheiden.

1) Dickenwachsthum des Stengels und Anordnung der Gefässtränge bei den Sapindaceen. — Beiträge zur wissenschaftl. Botanik, Heft IV, pag. 24.

Russow¹⁾ hat es versucht, dem Verdickungsringe Sanio's eine von der Auffassung dieses Autors verschiedene Bedeutung beizulegen. Er betrachtet den Ring nur als innerste Rindenschicht, und lässt den primären Markstrahlen die ältere Bezeichnung „Markverbindungen“. Diese Anschauung empfiehlt sich wohl für manche Fälle; allgemein gehalten ist sie dagegen nicht richtig. Denn diejenigen Theile des Verdickungsringes, welche in zahlreichen Fällen in primäre Markstrahlen übergehen, erzeugen bei andern Pflanzen direct Holz und Bast, bei noch andern verwandeln sich die schon angelegten primären Markstrahlen durch Theilung in Cambium, aus welchem dann ebenfalls Xylem und Phloem hervorgeht. Ginge man von den ersteren über die eben genannten zu den Fällen über, in welchen die Markstrahlen während der ganzen Dauer des Stammes erhalten bleiben, so würde man der Sanio'schen Auffassungsweise den Vorzug geben müssen. Allein ist man einmal zu der Ueberzeugung gelangt, dass alle morphologischen Schemata nur relative Bedeutung haben und an den Grenzen haltlos werden, so kann man die beiden Ansichten getrost neben einander bestehen lassen.

Bevor wir die Entwicklung der Gewebe auf dem Querschnitt weiter verfolgen, soll noch der Längsschnitt eine kurze Berücksichtigung erfahren.

Zunächst ist klar, dass Median- und Lateralschnitt gänzlich verschiedene Bilder ergeben müssen. Dieser zeigt die unbegrenzt von unten nach oben wachsenden stammeignen Bündel, jener die allmälige Entwicklung des Blattes und die Veränderungen, welche mit seinen Strängen vor sich gehen.

Fassen wir zunächst den Medianschnitt in's Auge. Die Orientirung in dem Zellnetz, welches derselbe darbietet, ist mit Schwierigkeiten verbunden, und eine richtige Deutung der verschiedenen Parteen desselben ohne voraufgehende Untersuchung der Querschnitte kaum möglich. — Es wurde schon erwähnt, dass die dritte Periblemlage meist nicht genau mehr als solche zu verfolgen ist, und in noch viel höherem Grade gilt dies von den weiter nach innen folgenden. Ungefähr 6—8 Zelllagen unter dem Gipfel (das Dermatogen mitgerechnet), lässt sich die erste Andeutung des Markes an den regelmässiger auftretenden Horizontalwänden erkennen. Plerominitiale, die nach Hanstein bei vielen

1) Russow, Vergleichende Untersuchungen etc. pag. 179.

andern Pflanzen vorkommen, sind hier nicht vorhanden. — Unter dem jüngsten Blatt, das sich als Wucherung des Periblems darstellt, welche vom Dermatogen gleichmässig überzogen ist, gewahrt man im Innern einige verlängerte Elemente, bei a, welche nach den auf den Querschnitten gewonnenen Erfahrungen als erste Andeutung des Verdickungsringes aufzufassen sind. Mit den weiter unten folgenden, deutlich als Procambium erkennbaren Strängen stehen sie in keinerlei Zusammenhang. — Die Lagerung des Procambiumstranges, welcher dem schon weiter entwickelten dritten Blatt angehört, ergibt sich aus der genannten Figur, bei b. Die Stärke dieses Bündels ist sehr verschieden. Während es in dem dargestellten Falle nur kurz ist, reicht es in andern Fällen weiter hinab; in einem Falle liess es sich bis nahe über die obere Ansatzstelle des nächst unteren Blattes verfolgen. In dem auf der andern Stammseite gelegenen, in der Zeichnung nicht ausgeführten, zweiten Blatte sind die Verhältnisse ähnlich, nur reicht das zugehörige Bündel meist nicht soweit hinab, als im dritten. Das ganze Gewebe der jungen Blattanlagen ist in lebhafter Theilung begriffen. An ihren Basen, ungefähr von den Ansatzstellen der nächst unteren Blätter ausgehend, gewahrt man eine Gewebzone, welche schräg nach unten und einwärts verläuft und bis fast ans Mark reicht. Die Zellen dieser Zone sind in reger Theilung durch Wände begriffen, welche der Richtung des ganzen Stranges parallel laufen. Durch diese erhält das Ganze einen procambiumartigen Charakter und kann leicht zu Täuschungen Veranlassung geben. Diese Stränge stellen jene bogenförmig verlaufenden Zellzonen dar, welche sich auf dem Querschnitt an der Grenze von Blatt und Stamm fanden, und den zu ersterem gehörenden Theil des Verdickungsringes von den des Stammes trennten. Auf dem Querschnitt durch die zahlreichen tangential gerichteten Wände von verbreiteter Gestalt, aber mit bestimmt parenchymatischem Charakter, erscheinen sie auf dem Längsschnitt verlängert, und bieten manchmal vollständig den Anblick von Procambiumsträngen dar.

Wenn einmal angelegt, geht die Entwicklung der jungen Blätter mit ausserordentlicher Schnelligkeit vor sich (Taf. XXXI, Fig. 1). Während das erste Blatt eben als kleiner Höcker sichtbar ist, ragen das zweite und dritte schon über den Vegetationspunkt hinweg. Anfänglich sind alle Elemente des jungen Blattes ziemlich gleichgross, und in gleichmässiger Vermehrung begriffen. Dann beginnen die äussersten Elemente des freien Blatttheiles

sich stärker zu vergrössern und spärlicher zu theilen, ein Process, der allmählig von der Spitze nach der Basis fortschreitet. Im vierten Blatt treten in der Spitze schon grosse Saftzellen auf; das Bündel wächst nach oben sehr rasch, während seine Entwicklung in dem mit dem Stamm verwachsenen Theile ungleich langsamer vor sich geht. Im fünften Blatt führt das Gefässbündel schon Spiralzellen. (Taf. XLIII, Fig. 4; der Schnitt hat das Bündel nicht genau in der Mediane, sondern etwas seitwärts davon getroffen.) Ihre Bildung beginnt stets wenig über der oberen Ansatzstelle des Blattes, und schreitet von hier aus sehr rasch nach oben, höchst langsam dagegen nach unten fort. Auf die Verschiedenheit der Elemente im äusseren und inneren Blatttheile komme ich später zurück.

Bot der Medianschnitt der richtigen Deutung seiner Gewebe manche Schwierigkeit dar, so gestalten sich die Verhältnisse einfacher auf dem Lateralschnitt. In Folge des regelmässigen Verlaufs der stammeignen Stränge von unten nach oben, und ihres unbegrenzten Wachstums in der Stammspitze bieten die bezüglichen Präparate ein übersichtliches Bild dar. Sie eignen sich besonders zur Untersuchung des Ursprungs, der letzten Endigung des Cambialgewebes in der Stammspitze. Allerdings ist die Beurtheilung der äussersten Elemente des letztern sehr prekär, allein der Umstand, dass man vom deutlich erkennbaren Procambiumgewebe ausgehen kann, erleichtert die Unterscheidung erheblich. Auf zahlreichen, theils sehr zarten Schnitten finde ich, dass das Mark, soweit es mit einiger Sicherheit zu erkennen ist, etwa zwei Zelllagen höher hinaufreicht, als die Elemente des Verdickungsringes. Der letztere endet, wie es scheint, manchmal in einer Zelle, in andern Fällen in zweien. Während es im einen Falle unzweifelhaft ist, dass die aus der Theilung einer höchst gelegenen Mutterzelle hervorgegangenen Tochterelemente beide noch deutlich im Bereich der Breite des Ringes liegen, scheint im andern das eine der Rinde, das andere dem Ringe anzugehören. Alle die Zweifel, welche sich hinsichtlich der Herkunft eines Grenzelementes bei Betrachtung der Querschnitte erhoben, wiederholen sich auch hier. — Ebenso begegnet man später noch, wenn die Bündel schon etwas weitere Entwicklung erreicht haben, Fällen, in denen es unmöglich ist, die Zugehörigkeit der einzelnen Zelle festzustellen. In dem in Fig. 4 auf Taf. XLV dargestellten Falle ist eine Grenzzelle eben durch eine junge Wand, *m*, in zwei Tochterelemente zerfallen,

deren inneres hyalinen Inhalt führt und sicher dem Bündelgewebe angehört, während das äussere ebenso unzweifelhaft im Bereich der Rindenzellen liegt.

Knüpfen wir hieran noch einige Bemerkungen über die Form der jungen verlängerten Zellen. Die anfänglich entstehenden sind nur relativ länger, als die angrenzenden Elemente des Urmarkes und der Rinde, indem die Theilung durch Längswände sehr rasch und zwar vor einer jedesmaligen Vergrösserung der betreffenden Zellen vor sich geht. Dann erst beginnt das Längenwachsthum des im Querschnitt sehr kleinzelligen Gewebes. Die nun folgenden Längswände haben neben vorwiegend longitudinaler, d. h. der Axe des Stammes paralleler, sehr verschiedene Richtung. Oft sind sie schräg, nur wenig von der longitudinalen abweichend, oft stärker geneigt, oft ganz schief bis zur horizontalen Querwand. Die Form der Zellen ist dementsprechend sehr verschieden. Manche sind lang, andre kurz; manche haben parallelogrammatische Form mit geraden Querwänden, andre sind einseitig zugespitzt; u. s. w. Oft unterbleibt in einem Element die Theilung längere Zeit, während das Wachsthum nicht stillsteht. In diesem Falle übertrifft es die Nachbarzellen an Grösse, während in andern Fällen durch erhöhte Theilung ein Sinken unter das gewöhnliche Grössenmaass herbeigeführt werden kann.

Kehren wir nunmehr zu unsern längstverlassenen successiven Querschnitten zurück, und untersuchen wir zunächst die Entwicklung der stammeigenen Stränge. Wie erwähnt, beginnt ihre Bildung mit zwei oder drei kleinen Zellen, welche im äussern Theile des Verdickungsringes liegen, und um welche sich rasch weitere Theilungen gruppieren. Der jugendliche Körper hat anfänglich eine rundliche oder elliptische Gestalt. Die nun folgenden Theilungen im Innern desselben sind unregelmässig, die in den äusseren peripherischen Theilen auftretenden dagegen annähernd oder genau an das Bündel gelegten Tangenten parallel gerichtet (Taf. XLVI, Fig. 1, p). Während sich die Zahl der Elemente des nach innen gelegenen Theiles des Bündels nur mässig vermehrt, beginnt in seinem äusseren Theile ein lebhafter Theilungsprocess. Diejenigen Zellen des Bündels, welche zwischen den kleinen Elementen in seinem Innern und der Rinde liegen, theilen sich in rascher Folge. Durch diesen Vorgang nimmt der jugendliche Strang einen immer mehr verlängert ellipsoidischen Umriss an, und die kleinzellige Gruppe im Innern wird aus ihrer ursprünglichen Lage im

einen Brennpunkte der Ellipse immer mehr nach dem Mittelpunkte und später meist noch darüber hinaus gerückt (Taf. XLIV, Fig. 4, w). — Schon sehr früh beginnen zuerst eines, oder gleich zwei oder drei Elemente dieser Gruppe, ihre Wände zu verdicken, w; sie stellen den Weichbast, die Protophloemzellen Russow's, dar, während durch die lebhafteste Theilung in dem ausserhalb derselben gelegenen Theile des Bündels der echte Bast hergestellt wird, dessen Wandverdickung aber vorläufig noch nicht stattfindet. — Während der beschriebenen Vorgänge im Phloemtheile des jungen Bündels gehen die Theilungen im innern Theile ungleich langsamer vor sich. Die hier gelegenen Zellen vergrössern sich allmählig, und erscheinen desshalb bald als die grössten Elemente des jungen Stranges (Taf. XLIV, Fig. 5). Erst verhältnissmässig spät, wenn der Weichbast schon eine beträchtliche Entwicklung erlangt hat, und in Folge der regen Theilung im echten Bast nach der Mitte oder darüber hinaus verschoben ist, entsteht die erste Spiraltracheide, s, welche meist durch eine Zelllage vom Mark getrennt ist. Gleichzeitig gewahrt man zwischen dem Weichbast und der Spiralzelle eine oder einige tangential gerichtete Wände, die Anlage des echten Cambiums im Gefässbündel. — Auffallend ist besonders die sehr späte Entstehung der ersten Spiraltracheide, für die übrigens schon Sanio bei *Carpinus Betulus* einen analogen Fall beschrieben hat.

Verfolgt man die Zone der stammeignen Stränge von oben nach unten, so sieht man meistens, besonders bei kräftigen Sprossen, zwischen den erst- und ziemlich gleichzeitig angelegten Bündeln noch neue entstehen. Die ersten Elemente, welche die Bildung derselben einleiten, gewahrt man im äussern Theile des Zwischengewebes. Um diese treten rasch weitere Theilungen auf; es entstehen Weichbast, Bast und Spiraltracheiden in derselben Folge, wie bei den erstangelegten Strängen, von denen sie sich überhaupt in nichts unterscheiden. — Ferner beobachtet man hin und wieder eine Vereinigung von zwei Strängen zu einem einzigen, und endlich eine Spaltung eines Bündels in zwei Schenkel. Doch ist zu bemerken, dass der letztere Vorgang in unserm Falle stets auf den ersteren zurückzuführen ist. Da die stammeignen Stränge unbegrenzt von unten nach oben wachsen, nicht aber zugleich auch in umgekehrter Richtung, so muss das, was auf von oben nach unten geführten successiven Querschnitten als Spaltung erscheint, in dem in Wirklichkeit stattfindenden Wachsthum von der Basis

nach der Spitze hin eine Vereinigung sein. — Die eben beschriebenen Thatsachen genügen, um das am fertigen Gliede unsrer Pflanze von dem Verlauf der stammeignen Stränge gewonnene Bild zu erklären.

Es wäre nun das Verhalten derjenigen Theile des Verdickungsringes zu betrachten, welche zwischen den in ihm entstandenen Bündeln gelegen sind. Indem sich die letzteren rasch entwickeln, werden in jenen die Theilungen immer träger, während sich ihre Zellen allmählig vergrössern. Die Ausdehnung der letzteren erfolgt anfänglich mehr in der Richtung des Radius des Stammes, sodass sie parallel demselben gestreckt erscheinen. Später dagegen dehnen sie sich auch in tangentialer Richtung aus. Sie erlangen auf diese Weise häufig die Grösse der aussen und innen angrenzenden Mark- und Rindenzellen, und die einzelnen Bündel liegen dann gänzlich isolirt. Erst wenn diese in ihrer Entwicklung bedeutend vorge-schritten sind, — ein bestimmter Zeitpunkt lässt sich nicht angeben, — beginnt in den vergrösserten Elementen des einstigen Ringes ein neuer Theilungsprocess. Es treten nämlich in den, dem Cambium der Stränge zunächst gelegenen Zellen zarte, tangential gerichtete Wände auf, ein Vorgang, der manchmal ziemlich gleichzeitig an allen Bündeln beginnt, und nach den Mitten des Zwischengewebes von beiden Seiten fortschreitend, allmählig eine ununterbrochene Theilschicht herstellt. (Vergl. Fig. 6 auf Taf. XLVIII bei c. Die Abbildung wurde nach einem Präparat von Rh. Saglionis hergestellt.) Dies ist der echte Cambiumring, der fortan allein die Vermehrung des Holzkörpers übernimmt. Je nach der Kräftigkeit der Sprosse ist aber sowohl die Zeit des Auftretens der ersten einleitenden Theilungen im Zwischengewebe, als besonders auch die Zeitdauer, welche zwischen dem Erscheinen jener und der Ausbildung zu einem continuirlichen Ganzen verfliesst, sehr verschieden. — Die ganze Entwicklung des Cambiumringes stimmt mit den von Mohl, Sanio u. A. gegebenen Darstellungen völlig überein.¹⁾

Inzwischen beginnt auch die Verholzung des Bastes, aber, ebenso wie die Bildung des Cambiumringes, zu verhältnissmässig sehr verschiedenen Zeiten. Der Process hebt auf der Aussenseite an und schreitet in centripetaler Richtung nach innen fort. Das

1) Vergleiche auch die instructive Abbildung von *Ricinus communis* bei Sachs. Lehrbuch, III. Aufl. pag. 98.

ganze Bastbündel ist auf der Aussenseite von halbkreisförmigem Umriss, auf der Innenseite dagegen von einer schwach einwärts gebogenen oder auch geraden Linie begrenzt, und von dem Weichbast meist durch eine Zelllage getrennt, deren Wände unverdickt sind.

In einer gewissen Beziehung zur Verholzung des Bastes steht die Bildung des Libriforms im Holztheil der Bündel. Es wird niemals das letztere erzeugt, wenn nicht zuvor die Wände des ersteren verholzt sind. Die Aufeinanderfolge sämtlicher ausgebildeten Elemente des Bündels gestaltet sich also folgender Maassen. Zuerst tritt Weichbast auf, dann folgt die erste Spiralzelle im Holztheil; alsdann verholzt der Bast und nun erst bildet sich Libriform.

Nachdem wir die Entwicklung der stammeignen Stränge bis hierher verfolgt, soll auch den Bündeln der Rinde eine genauere Beachtung zu Theil werden.

Die erste Anlage des Blattspurstranges hat einen rundlichen Umriss, allein bei ihrer weiteren Entwicklung verbreitert sie sich rasch in tangentialer Richtung, und lässt bald eine Zusammensetzung aus zwei Theilen erkennen. In der Mitte besteht der Strang aus einigen kleinen Elementen, während die äusseren grösser sind, und ununterbrochen in die umgebenden parenchymatischen Zellen übergehen. Etwa im fünften Blatt bilden sich, wie schon erwähnt, die ersten Spiralzellen. Wenig über der oberen Ansatzstelle des Blattes zweigen sich von dem Hauptstrange je einer nach rechts und links ab, sodass das äusserlich sichtbare Blatt im fertigen Zustande meist von drei Gefässbündeln durchzogen wird, einem mittleren und zwei nach den Seiten verlaufenden. Doch gilt dies nicht als strenge Regel; es kommt z. B. auch vor, dass die Bildung des einen seitlichen Bündels gänzlich unterbleibt, während in andern Fällen eine Blattseite zwei Stränge führt. — Unterhalb der Vereinigungsstelle der drei Bündel des Blattes hat der Strang eine mächtige Entwicklung. Seine elementare Zusammensetzung ist hier folgende. Die Mitte nehmen, wie erwähnt, einige kleine Spiraltracheiden ein; zu ihnen gesellen sich alsbald noch weitere mit grösserem Lumen, die aber, wie der Längsschnitt lehrt, immer noch prosenchymatisch verlängert sind. Die nun folgenden werden immer weiter, aber auch immer kürzer, bis sie schliesslich hinsichtlich der Grösse vollkommen den angrenzenden Parenchymzellen gleichen. In diesem Zustande stellen sie eigentümliche,

parenchymatisch geformte Elemente dar, deren Wände mit engen spiral- oder ringförmigen Verdickungen versehen sind. (Taf. XLIII, Figg. 8, 9, 10 und Fig. 5 bei a; in der letztgenannten Zelle treten die Wandverdickungen eben auf¹⁾.) Diese Zellen trifft man vorläufig nur im Basalthoil des äusserlich sichtbaren Blattes, und zwar entstehen sie hier erst dann, wenn das Längenwachsthum des Blattes erloschen ist. Die genannten Elemente, welche sich übrigens nur auf den Seiten des Stranges finden, die vom Medianschnitt getroffen werden, also auf der dem Stamm zugekehrten Seite des Bündels und auf der entgegengesetzten, zeigen klar, dass das Xylem nicht immer scharf gegen das angrenzende Grundgewebe abgesetzt zu sein braucht, sondern ganz allmählig in dasselbe übergehen kann. — In der mit der oben genannten sich kreuzenden Richtung hat der Strang auf jeder Seite eine Gruppe sehr kleiner Weichbastzellen, deren Lagerung den Beweis liefert, dass der ganze Strang als ein aus zwei Bündeln zusammengesetzter zu betrachten ist. Die beschriebene Zusammensetzung gilt aber nur für eine kurze Strecke; sie reicht nur bis zur Höhe der oberen Ansatzstelle des Blattes, und ist ihrer Ausbildung nach meist schon vollendet, wenn in den Bündeln der Rinde, oder der mit dem Stamm verwachsenen Basis des Blattes die Bildung der ersten Spiraltracheiden eben beginnt.

Bei seinem Uebertritt in die Rinde trennen sich die beiden Theile des zusammengesetzten Stranges entweder sofort vollständig, oder sie bleiben mit ihren Holztheilen noch auf kürzere oder längere Strecke vereinigt, um sich später aber doch zu trennen. In den jüngsten Internodien stellen sich die nach unten wachsenden Verlängerungen des Blattbündels als zarte hyaline Stränge kleinzelligen Gewebes dar, welche hinsichtlich ihrer Stärke den stamm-eigenen Strängen beträchtlich nachstehen (Taf. XLVI, Fig. 1, b,b). In dem dargestellten Falle führt die eine Stammseite nur einen etwas verbreiterten Strang, während auf der andern Seite schon zwei Bündel deutlich erkennbar sind. Gleich bei ihrem Eintritt in den Stamm beschreiben sie meist einen stärker stammeinwärts gekrümmten Bogen, Taf. XLIII, Fig. 4, und wachsen dann in schwach nach innen geneigter Richtung in der Rinde hinab. Etwas auf der Höhe des nächstuntern Blattes nähern sie sich dem Holz-

1) In Bezug auf analoge Verhältnisse verweise ich auf Frank's Darstellung des Blattbaues von *Taxus* und *Quercus*. Vergl. Botan. Zeitung 1864, pag. 167 u. 399; Figg. 17 u. 18 auf Taf. V, Figg. 21 u. 22 auf Taf. IV.

körper und treten dann erst ganz allmählig in denselben ein. — Schon früh zweigen sich von ihnen weitere Bündel ab. Die ersten derselben bilden sich gleich unter der Eintrittsstelle der Stränge und verlaufen durch den äussern Theil der Flügel; sie sind manchmal an ihrer grösseren Stärke auch in späteren Alterszuständen noch erkennbar. Diese wie die Hauptstränge geben noch weitere Bündel ab, die sich alsbald wieder verzweigen. Auf diese Weise entsteht das Bündelnetz, welches die Flügel unsrer Pflanze im fertigen Zustande erfüllt. Die ganze Zone, in welcher die Bündel entstehen, hat einen eigenthümlichen Charakter. Sie besteht aus zwei oder drei radial geordneten Reihen von Zellen, welche in lebhafter Theilung durch tangential gerichtete Wände begriffen sind, keine Intercellularräume führen, und einen hellen protoplasma-reichen Inhalt besitzen. Später, wenn sämtliche Bündel angelegt sind, verlieren sich diese Eigenschaften. — In fast allen Fällen erkennt man aber später noch die eigentlichen Blattspurstränge an ihrer erheblicheren Stärke, und an ihrem leicht zu verfolgenden Verlauf; seltner haben die nachträglich gebildeten Bündel völlig gleichen Umfang mit den erstangelegten. — Anfänglich geht die Neubildung von Bündeln nur von oben nach unten vor sich; ob dies aber auch dann noch geschieht, wenn schon eine grössere Zahl von Strängen vorhanden ist, vermag ich nicht zu sagen. Mit Sicherheit habe ich beobachtet, dass die Bildung der Spiralzellen in jungen Strängen von schon vorhandenen aus von unten nach oben vor sich gehen kann. Es wäre wohl möglich, dass manche der letztentstehenden Stränge von unten nach oben wüchsen, bis sie, auf höher gelegene stossend, sich mit diesen vereinigten; doch habe ich diesen Gegenstand nicht genauer verfolgt. Schleiden, der nach seiner Abbildung offenbar die Entstehung der secundären Stränge von *Opuntia monacantha* verfolgt hat, giebt an, ihre Entwicklung gehe von unten nach oben vor sich.

Schon gleich nach seiner Anlage werden unter dem jungen auf der Blattbasis gelegenen Achselspross ebenfalls Bündel gebildet. Anfänglich gewahrt man nur einen zarten Strang verlängerter Zellen, der fast in horizontaler Richtung nach dem Holzkörper verläuft, dann seinen Lauf nach unten und einwärts richtet, und meist schon auf halber Höhe des zugehörigen Internodiums in den Holzkörper tritt. Doch gilt dies nicht als strenge Regel. Es kann das Bündel vielmehr auch weiter nach unten verlaufen, und sich mit einem der aus dem Blatt stammenden Rindenstränge vereinigen. —

Zu dem ersten gesellen sich bald noch weitere Bündel, die aber in ihrem Verhalten noch grössere Unregelmässigkeit zeigen, als das erste. Eines oder einige dieser später entstandenen legen sich entweder selbst an die von oben kommenden Spurstämme oder setzen sich durch kleine Bündel mit ihnen in Verbindung.

Es erübrigt nun noch, einen Blick auf die Ausbildung der Rindenbündel zu werfen. Die Zeitdifferenz, welche zwischen dem Auftreten der ersten Protophloemzellen und der ersten Spiraltreiden vorhanden ist, findet hier nicht statt. Die letzteren entstehen in den Rindenbündeln vielmehr vor den Weichbastzellen. Die ersten Spiralzellen haben ein enges Lumen und meist beträchtliche Länge; alle fassen mit schiefen Querwänden übereinander (Taf. XLIII, Fig. 12). Anfänglich sind die spiraligen Verdickungen dicht übereinander gelegen; später, wenn die Internodien sich strecken, dehnen sie sich immer mehr aus, und erscheinen schliesslich weit abgerollt. Die nachträglich, zu einer Zeit, in welcher das Längenwachsthum der Sprosse geringer geworden ist, und besonders in den horizontalen oder geneigten Ueberbrückungen entstehenden haben ein weiteres Lumen und sind kürzer. An den Vereinigungsstellen der Bündel begegnet man hin und wieder auch jenen parenchymatischen Elementen mit spiral- und ringförmiger Wandverdickung, welche oben bei Besprechung des Stranges in der Blattbasis beschrieben wurden. — Der Weichbasttheil ist in den Rindenbündeln der Anlage nach erheblich kleiner, als in den stammeignen Strängen. Je nach dem mit verschiedener Intensität stattfindenden Längenwachsthum sind auch seine Elemente sehr ungleich lang. Fig. 7 auf Taf. XLIII zeigt den Uebergang der kurzen, weiten Protophloemzellen in längere englichtigere bei der Vereinigung eines schräg verlaufenden mit einem senkrecht gerichteten Bündel. — Der echte Bast erfährt bei den Rindenbündeln unsrer Pflanze eine kräftige Entwicklung; doch sind seine Elemente von den der stammeignen Stränge meist durch etwas geringere Grösse unterschieden. — Libriform wird, wie schon früher erwähnt wurde, im Holztheil nicht gebildet.

Der hauptsächlichste Unterschied zwischen der Entwicklung der stammeignen und der Rindenbündel besteht also darin, dass in jenen die Weichbastzellen ungleich früher angelegt werden, als die Spiralzellen, während in diesen der Unterschied in der Zeit der Anlage zu Gunsten der Spiralzellen ausfällt. Zu einer Zeit, wo die Bildung der letzteren schon so weit nach abwärts fort-

geschritten ist, dass man sie schon in den unteren Enden derselben, da wo sie in den Holzkörper eintreten, gewahrt, finden sich in den stammeignen Strängen noch keine, trotzdem diese hinsichtlich ihrer Grösse und der Zahl der Weichbastzellen erheblich stärker ausgebildet sind, als jene. Daher kommt es, dass in einer gewissen Höhe auf dem Querschnitt des Stammes sämtliche Bündel des Normalkreises noch ohne Spiralzellen sind, während sich diese schon in den stärkeren Rindensträngen vorfinden; dass ferner später die kleineren Bündel an den Enden des Ovals zuerst Spiraltracheiden führen, und dass, wenn solche inzwischen auch in den stammeignen Strängen aufgetreten sind, die in den kleineren Endbündeln, den gemeinsamen, doch ein weiteres Lumen haben, als jene.

Der Eintritt der Rindenbündel in den Holzkörper geschieht nie plötzlich, sondern meist ganz allmählig. Vor dem Eintritt vereinigen sich gewöhnlich mit den ursprünglichen Hauptsträngen die kleineren auswärts, und meist auch die einwärts derselben gelegenen Bündel. In der Regel tritt nun von den beiden einander gegenüberliegenden Bündeln auf jede Seite des Ovals einer; manchmal hängen beide mit ihren Holztheilen noch zusammen, in andern Fällen sind sie schon getrennt, oder trennen sich erst beim Eintritt. Es kommt auch vor, dass sich die Rindenstränge vor ihrem Eintritt nicht vereinigen; in diesem Falle können auf jede Seite des Ovals zwei Stränge treten, oder auf die eine Seite zwei und auf die andere nur einer, u. dgl. m. — Nach ihrem Uebertritt in den Holzkörper verlaufen sie zunächst meistens senkrecht nach abwärts. Dadurch, dass sie eine kleine Drehung beschreiben, in Folge deren die Basttheile einander mehr zugekehrt werden, geben sie dem Oval im Internodium ein geschlossenes Ansehen. Beim Eintritt neuer Stränge machen sie dagegen eine der früheren entgegengesetzte Drehung und öffnen dadurch den Holzkörper. Den neu eintretenden Bündeln weichen sie meistens aus, indem sie sich entweder sofort mit tiefer einwärts gelegenen Strängen vereinigen, oder erst noch auf längere Strecke hinablaufen, um dann erst mit jenen zu verschmelzen. Es kommt aber auch vor, dass eines der neu eintretenden Bündel sich sofort mit dem nächstliegenden, vom oberen Blatt herrührenden Strange vereinigt. In dieser Beziehung herrscht eine grosse Mannigfaltigkeit, und die Einzelheiten, welche hier vorkommen, zu beschreiben, würde Seiten erfordern. Die am meisten nach innen gelegenen gemeinsamen Stränge treten auch

mit den stammeignen in Verbindung; doch kommt es vor, dass beide auf weite Strecke neben einander verlaufen, ohne Vereinigungen einzugehen. — Auf Querschnitten durch jugendliche Alterszustände erkennt man die gemeinsamen Stränge meist immer an ihrem geringeren Umfang. Später dagegen erhalten sie durch die Verschmelzung mehrerer eine beträchtlichere Grösse, und da ausserdem, sobald sie in den Holzkörper getreten sind, in ihnen die Libriformbildung beginnt, so ist in vielen Fällen auf dem Querschnitt des fertigen Stammes ein Unterschied zwischen stammeignen und gemeinsamen Strängen im Holzkörper nicht zu erkennen.

Diejenigen Bündel, welche unter dem Achselspross ihren Ursprung nehmen, bleiben klein, so lange derselbe im Ruhezustande beharrt. Geht er aber in Entwicklung über, so wachsen sie rasch und bilden einen eignen kleinen Holzkörper, Verhältnisse, die sich übrigens bei den grösseren Rhipsalis-Arten leichter untersuchen lassen. Die Elemente, welche die secundären Theile des Xylems dieser Bündel zusammensetzen, sind sehr mannigfaltig. Die innersten sind Tracheiden, deren Wände mit Reihen von behöften Tüpfeln besetzt sind; daran schliessen sich kürzere tonnenförmige mit treppenartiger Wandverdickung und diese gehen allmählig über in Zellen von völlig parenchymatischer Form mit einem ähnlichen Bau der Wand (Taf. XLIII, Fig. 11, nach einer Zelle von *Rh. Swartziana* entworfen).

Da der Entwicklung des Markes schon früher gedacht wurde, so bleibt uns nur noch übrig, die Ausbildung der Rinde zu verfolgen. Anfänglich überall in gleichartiger Vermehrung, hört die Theilung, zumal durch tangentielle Wände, in den innersten, an den Bündelring grenzenden Zellen auf. Die betreffenden Elemente vergrössern sich und zwischen ihnen entstehen Intercellularräume, ein Process, der sich allmählig nach aussen fortpflanzt, in der zweiten oder dritten Schicht unter dem Hypoderma am längsten anhält und hier endlich erlischt. Das Hypoderma dagegen verhält sich ähnlich, wie die Epidermis, und hört schon früh auf, sich durch Tangentialwände zu theilen; doch treten vereinzelt derartige Wände auch noch in späteren Zuständen auf. — Hiervon abgesehen ist die Entwicklung der Rinde eine centrifugale, was sich sowohl bei *Lepismium radicans*, wie bei allen Rhipsalideen leicht verfolgen lässt (Taf. XLVI, Fig. 1; Taf. XLVII, Fig. 1, Taf. XLVIII, Fig. 4 u. s. w.). Die beschriebenen Fälle lehren, dass es keines-

wegs, wie Nägeli¹⁾) annimmt, allgemeine Regel ist, dass die Rinde centripetale Ausbildung erfährt, sondern dass auch der umgekehrte Entwicklungsgang stattfinden kann.

Ich glaube, dass im Vorstehenden ein ziemlich getreues Bild des Baues und der Entwicklungsvorgänge unserer Pflanze enthalten ist. — Was besonders das Interesse in Anspruch nimmt, ist die verschiedenartige Entstehungsweise der stammeigenen und der gemeinsamen Stränge. Wie mehrerwähnt wachsen jene unbegrenzt nach oben, diese von der Basis des Blattes aus sehr rasch in demselben hinauf, langsamer dagegen in der Rinde hinab. In der Stammspitze finden sich demnach zweierlei Wachstumsmoden, ein auf- und ein abwärts gerichteter. — Diese eigenthümlichen Wachstumsverhältnisse stehen offenbar mit der abweichenden morphologischen Form des Stammes in Zusammenhang. Ist die Descendenztheorie richtig, und bestätigt sich ferner der oben ausgeführte Entwicklungsgang der Arten unserer Gruppe, so stammen *Lepismium radicans* und alle Arten mit ähnlich gebauten Sprossen von Pflanzen ab, die aller Wahrscheinlichkeit nach im Bau dem allgemeinen Dicotyledonentypus folgten, bei welchem die primären Blattspurstränge die stärksten Bündel darstellen und in ihrem Verlaufen, ihrem Theilen und Vereinigen ein annähernd bestimmtes geometrisches Verhältniss zeigen. Es würde in müssige Speculation ausarten, wollte ich es versuchen, einen möglicher Weise stattgehabten Vorgang auszumalen, nach welchem die allmälige Veränderung des anatomischen Baues einer solchen Pflanze in den der unsrigen erfolgt wäre. Eines aber lässt sich mit ziemlicher Gewissheit schliessen. Wie früher schon bemerkt, halte ich es für möglich oder gar wahrscheinlich, dass die alaten Formen der Rhipsalideen auf dem Wege der natürlichen Zuchtwahl entstanden sind. Ist diese Anschauung richtig, so folgt aus den beschriebenen Verhältnissen, dass selbst die wichtigsten vererbten morphologischen Eigenthümlichkeiten, wie der sonst so regelmässige Verlauf der Blattspurstränge, aufgegeben werden, wenn Nützlichkeitsrücksichten an der Pflanze es erfordern. In solchen Fällen ist die anatomische Structur eines Organs nur das Abbild seiner physiologischen Functionen, und es erklärt sich von diesem Gesichtspunkte aus der Bau der hier besprochenen Sprossformen verhältnissmässig einfach.

1) Nägeli, Beiträge zur wissenschaftlichen Botanik. Heft IV, pag. 36.

Die bei der Untersuchung von *Lepismium radicans* gewonnenen Anschauungen lassen sich fast unverändert auf alle Arten mit blattartigen Gliedern ausdehnen. Ich will gleich hinzufügen dass dasselbe für eine Anzahl von *Phyllocactus*-Arten gilt, über die ich vielleicht eine eingehendere Untersuchung nachfolgen lasse. — Von *Rhipsalis Swartziana* und *Rh. carnosa* stand mir leider kein junges Material zur Verfügung, was in Bezug auf letztere Pflanze um so mehr zu bedauern war, als sie die einzige ist, welche auf den blattlosen Seiten des Stammes Rindenbündel führt. — Die meist geringen Abweichungen dagegen, welche die Sprosse von *Rh. crispata* und *Rh. rhombea* darbieten, sollen noch eine kurze Besprechung finden.

Rhipsalis crispata und *Rh. rhombea*.

Beide Pflanzen zeichnen sich zunächst durch einen eigenthümlichen, und sonst in unserm Genus, ausser vielleicht bei der mir unbekanntem *Rh. ramulosa*, nicht wiederkehrenden Bau des Vegetationspunktes aus. Sie haben nämlich eine quer über den sehr verbreiterten Gipfel verlaufende Furche (Taf. XLVIII, Fig. 3); die jedesmal von dem jüngsten Blatt bis zum gegenüberliegenden zweitjüngsten reicht. In dieser Furche ist, wie ich mich auf Flächen- und auf Längsschnitten wiederholt zu überzeugen Gelegenheit hatte, eine Scheitelzelle nicht vorhanden. Das erste Auftreten des Verdickungsringes unter den Blättern zu verfolgen, ist mir hier nicht gelungen. Dagegen wurden die mit den Blättern alternirenden Streifen desselben, in welchen die stammeignen Stränge entstehen, mehrfach beobachtet (Taf. XLVIII, Fig. 1). Diejenigen Theile des Ringes, welche den Blättern gehören, waren stets schon von den Seiten getrennt, und hatten, dem starken Breitenwachsthum des Stammes entsprechend, eine geneigte Lage. Das Mark ist im queren Durchmesser anfangs nur sehr wenigzellig, mehr als doppelt so gross in Richtung des Medianschnittes. Der Verdickungsring ist bei beiden Pflanzen grosszelliger, als bei *Lepismium radicans*; eine scharfe Grenze zwischen ihm und dem angrenzenden Gewebe zu ziehen ist hier ebenso wenig möglich wie dort. Die stammeignen Bündel entstehen in analoger Weise, wie bei jener Pflanze. Die Theilungen, welche die Entwicklung derselben einleiten, gruppiren sich auch hier um eine oder zwei bestimmte Zellen;

doch ist die Gestalt des jungen Bündels hier eine ziemlich runde (Taf. XLVIII, Fig. 2), während sie dort meist elliptisch war.

Die erste Weichbastzelle verdickt ihre Wand schon sehr früh, und ebenso bemerkt man schon in den jüngsten Stadien zwischen den Zellen des Markes und der Rinde kleine Intercellularräume. Die aus dem Blatt kommenden ersten Stränge entwickeln sich rascher; man findet sie daher schon an den Enden des Ovals zu einer Zeit, in welcher sie bei *Lepismium radicans* noch nicht so weit gelangt sind. In Fig. 2 auf Taf. XLVIII stammen die zwei kleinen Stränge rechts oben und das eine auf der linken Seite gelegene aus dem einen Blatt; die auf der gegenüber liegenden Seite befindlichen hatten noch eine zu schräge Lage und konnten deshalb nicht gezeichnet werden. — In den Rindenflügeln wird, entsprechend der grössern Ausdehnung derselben, eine viel höhere Zahl von Bündeln erzeugt, als bei jener Pflanze. Die aus dem Blatt in die Rinde übertretenden Bündel verzweigen sich hier sofort; ein Theil der Stränge vereinigt sich mit den untern der dem Achselspross angehörenden Bündel, eine Gruppe, welche in geneigter Richtung gegen den Holzkörper verlaufend, etwas über oder auf gleicher Höhe des nächst unteren Blattes in denselben eintritt. Die sich von den Blattbündeln im äussern Theile der Rinde abzweigenden Stränge bilden hier ein dichtes Netz, das über dem nächsten Blatt meist in mehreren, etwas stärkeren Strängen endigt, die sich entweder allein, oder in Gemeinschaft mit den Bündeln des zum unteren Blatt gehörenden Achselsprosses in den Holzkörper eintreten. Oft, und dies ist wohl der häufigere Fall, geschieht beides, indem die höher gelegenen Bündel für sich eintreten, während die untern sich mit den des Achselsprosses vereinigen. Es kommt auch nicht selten vor, dass kleinere Rindenstränge sich mitten im Internodium in den Holzkörper begeben.

Das eben Gesagte gilt zunächst nur für die kurzen Sprosse dieser Pflanzen. — Die Entwicklung der langen Glieder ist aber im Wesentlichen gleich, nur erreicht das Mark meist grössere Dimensionen, und ebenso die Rinde in Richtung des Lateralschnittes. Wie früher erwähnt, ist auch die Zahl der stammeignen Stränge in den langen Sprossen meistens erheblicher, als in den kurzen blattartigen Gliedern. Die weiteren Verhältnisse, die Entwicklung der Bündel, die Bildung von Bast- und Holztheil, des Cambiumringes, stimmen mit den bei *Lepismium radicans* beobachteten überein.

Rhipsalis Saglionis.

Alles im Nachfolgenden Gesagte bezieht sich auf die rasch wachsenden langen Sprosse dieser Pflanze, welche sich der Untersuchung als die geeignetsten Objecte darboten.

Wegen der Form der Sprosse und der damit in Verbindung stehenden complicirteren Blattstellung sind die Verhältnisse hier wesentlich verschieden von den der vorhin beschriebenen Pflanzen. Der wichtigste Unterschied macht sich zunächst darin geltend, dass die Blattspurstränge nach ihrem Eintritt in die Rinde hier nur einen kurzen Schrägverlauf beschreiben, und dann sofort in den Holzkörper treten. Mit ihnen vereinigen sich die Bündel des Achselsprosses (Taf. XLI, Fig. 6). Diejenigen Stränge, welche in der Rinde hinab durch das Internodium verlaufen, sind secundäre Bündel, welche sich von dem primären Blattspurstränge abgezweigt haben. Die Zahl der Rindenstränge ist hier eine bedeutend geringere; meist finden sich unter jedem Blatt zwei, drei oder nur einer, seltner vier.

Nach diesen nothwendiger Weise vor auszuschickenden Bemerkungen über den fertigen Bau gehe ich zur Entwicklungsgeschichte über.

Die den Scheitel der Sprosse einnehmende Zellgruppe wurde mehrfach beobachtet. Fig. 2 auf Taf. XLVI giebt ein möglichst getreues Bild derselben. Auch hier sind die innersten Zellen etwas grösser, als die mehr nach aussen gelegenen. Die Theilung geht in allen Zellen sehr lebhaft vor sich. Bestimmte Richtungen der neu auftretenden Wände sind nicht zu erkennen; überhaupt gelang es mir nicht, in der Lagerung der Zellen des Vegetationspunktes Beziehungen zu den an verschiedenen Orten desselben stattfindenden Neubildungen wahrzunehmen.

Die Untersuchung der Differenzirung der innern Gewebe des Vegetationspunktes kämpft mit grossen Schwierigkeiten. Zwischen dem in Fig. 2 auf Taf. XLIV dargestellten Zustande und dem, in welchem schon ein Ring mit kleinen Bündeln vorhanden ist, konnte ich Zwischenstadien nicht erhalten. Die Entwicklung geht hier mit ungemeiner Schnelligkeit vor sich. Vor dem ersten Auftreten des Ringes findet auch hier eine Sonderung des Urmeristems in ein inneres grosszelliges und ein äusseres mit kleineren Elementen statt. Aus der Aussenschicht entstehen durch lebhaftes Theilung

die Blatthöcker, deren einer in der genannten Figur abgebildet ist. Das ganze Gewebe der peripherischen Zone ist in reger Theilung besonders durch Tangentialwände begriffen. Eine scharfe Grenze zwischen ihr und dem Innengewebe anzugeben, ist auch hier nicht möglich. Mehrfach wurden Zustände beobachtet, wo die Zellen der Aussenschicht von aussen nach innen an Grösse abnehmen; in andern Fällen war dies nicht zu erkennen. Die Mächtigkeit der letzteren beträgt an den mit den Blattanlagen alternirenden Stellen mit Einschluss des Dermatogens etwa fünf Zelllagen; die des Markes im ganzen Durchmesser etwa sieben bis acht. — Der nun folgende Zustand führt schon kleine, wenigzellige Bündelanlagen, welche durch einen Ring von meist zwei Zelllagen Dicke verbunden sind. Was von beiden das Primäre ist, der Ring oder die Bündel, habe ich bei dieser Pflanze nicht entscheiden können. Sicher ist, dass die ersten Bündel unter den jüngsten Blättern entstehen. Sie entwickeln sich meistens von vornherein am stärksten und verhalten sich insofern anders, als die Stränge der Blätter von *Lepismium radicans*. Die stammeignen Bündel, welche dort den Hauptbestandtheil des Holzkörpers ausmachen, treten hier in den Hintergrund; sie sind secundär und entstehen zwischen den primären in die Blätter ausbiegenden Strängen. — Alle diese Verhältnisse zeigen, dass ein Analogieschluss von den frühesten Zuständen in der Entwicklung jener Pflanze auf die von *Rh. Saglionis* nicht gestattet ist.

Die weitere Entwicklung der verschiedenen Gewebepartieen ist nun im Wesentlichen dieselbe, welche dort beobachtet wurde, und braucht deshalb nicht eingehender besprochen zu werden. Auch hier entstehen die Weichbastzellen erheblich früher, als die Spiralzellen im Holztheil. In Fig. 13 auf Taf. XLII ist das Gewebe junger Bündel dargestellt. Dasselbe ist nie ganz gleichartig, sondern besteht immer aus grösseren und kleineren Elementen, welche regellos neben einander gelagert sind. Ein völlig homogenes jugendliches Gewebe, wie man es oft abgebildet findet, habe ich bei den von mir untersuchten Pflanzen nie beobachtet. — Die Entstehung des Bastes geht in derselben Weise vor sich, wie bei *Lepismium radicans*. Dasselbe gilt für das Auftreten des Cambiumringes. In Fig. 6 auf Taf. XLVIII treten oben in den grosszelligen Elementen des zwischen den Bündeln gelegenen Gewebes die ersten zarten tangential gerichteten Wände auf, welche die Cambialzonen der Bündel mit einander verbinden, und dadurch

einen ununterbrochenen Ring herstellen. — Auch Mark und Rinde befolgen denselben Entwicklungsgang, welchen wir bei den früher genannten Pflanzen fanden.

Genauere Beachtung verdienen noch die Rindenstränge. Wie schon bemerkt wurde, zweigen sich dieselben von dem Blattspursrang nicht weit unter seinem Eintritt in die Rinde ab, und wachsen von da aus nach unten. Oft kann man beobachten, dass solch ein Bündel mit seinen ersten Theilungen in einer Rindenzelle endigt (Taf. XLII, Fig. 12, wo erst zwei Wände aufgetreten sind). In andern Fällen geschehen die ersten Theilungen gleich in zwei oder drei Zellen. Die ersten Elemente des jungen Bündels theilen sich nun rasch weiter (Taf. XLII, Fig. 10 und 11); neue Rindenzellen werden in den Process hineingezogen, bis der junge Strang einen beträchtlicheren Umfang erreicht hat. Dann beginnt die Bildung der Spiral- und Protophloemzellen. Hierbei beobachtet man nicht selten Fälle, in welchen die erste Spiralmembran genau in der Mitte des Bündels liegt (Taf. XLII, Fig. 9). Dies ist ein Zeichen, dass etwas tiefer eine Trennung des Bündels in zwei Schenkel vor sich gehen wird. Das Bild fällt weniger auf, wenn der Strang schon eine etwas mehr verbreiterte Gestalt hat, oder wenn schon auf zwei gegenüberliegenden Seiten desselben Weichbastzellen vorhanden sind.

Zur allgemeinen Orientirung über die Anordnung der Gewebe im jugendlichen Stamm von *Rh. Saglionis* mag Fig. 1 auf Taf. XLVII dienen, deren zugehöriges Präparat einer kräftigen Sprossspitze entnommen ist. — Da, wo die äusseren Blattspuren am Stamm am weitesten vorspringen, sind die Rindenbündel in ihrem oberen Theile, dem am weitesten entwickelten, getroffen; an den Stellen dagegen, wo die Blattspuren äusserlich nur wenig oder gar nicht sichtbar sind, findet man die Rindenbündel in einem jugendlicheren Zustande, d. i. in ihrem nach unten wachsenden jüngeren Theile durchschnitten. Hinsichtlich der Zahl der jedesmal zusammenliegenden Rindenstränge lässt sich keine Regelmässigkeit erkennen. Zwei derselben d, d, stellen schon zwei Stränge dar, welche aber noch mit ihren Holztheilen zusammenhängen; alle übrigen liegen einzeln. Auch der Entwicklungsgang der Rinde folgt aus unsrer Figur. Sie hat eine Mächtigkeit von etwa 8—10 Zelllagen, deren innerste schon Elemente mit grösserem Lumen und spärlicheren Theilungen führen. Das Mark ist bereits weiter entwickelt, und seiner Anlage nach ziemlich fertig; es hat auf dem Querdurchmesser

etwa 10—11 Zellen. — Die jungen Stränge des Holzkörpers sind von verschiedener Stärke und verschiedener Ausbildung hinsichtlich der sie zusammensetzenden Elemente. Die direkt von den Blättern kommenden führen sämtlich Spiraltracheiden, gleichviel ob sie einen grösseren oder geringeren Umfang besitzen. Dies hängt mit der Thatsache zusammen, dass die Bildung der Spiraltracheiden in dem Blattspurstränge etwas tiefer, als in der Basis des äusserlich sichtbaren Blattes beginnt, und sich von da an rasch im Stamm ab-, im Blatt aufwärts fortsetzt. Rücksichtlich des Orts der zuerst sichtbaren Spiralzellen eines jungen Stranges weicht also *Rh. Saglionis* etwas ab von *Lepismium radicans*. Dort entstehen die ersten derselben am Grunde der vorragenden Blattschuppe, hier etwas tiefer, etwa auf der Höhe des jungen Achselsprosses.

Sind die Blattspurstränge in Bezug auf ausgebildete Elemente die am weitesten vorgeschrittenen, so gilt dies jedoch keineswegs von der Grösse der Bündel überhaupt; es herrschen hierin vielmehr die grössten Verschiedenheiten. Man sieht häufig grosse, schon weit entwickelte Stränge, welche eine grössere Anzahl von Weichbastzellen, aber noch keine Spiraltracheiden führen, während die eben aus der Rinde eintretenden, manchmal erheblich kleineren, schon beiderlei Elemente besitzen.

Im Anschluss an das eben Gesagte will ich gleich die für alle Formen mit runden Sprossen geltende Bemerkung hinzufügen, dass es mir trotz aller auf diesen Gegenstand verwandten Mühe nicht gelungen ist, eine bestimmte Beziehung zwischen Blattstellung und Gefässbündelverlauf aufzufinden. Einmal ist, wie früher erwähnt, die Blattstellung zuweilen völlig unbestimmbar. Die Methode der Beobachtung successiver Querschnitte wird durch die schon gleich unterhalb des Vegetationspunktes eintretende Longitudinalverschiebung bedeutend erschwert, und führte bei mir nicht zum Ziele. Bei Halbierung der Stammspitze mit nachherigem Erwärmen in Kali kommt ausser dem letzterwähnten Umstande noch die Thatsache in Betracht, dass der Durchmesser des Holzkörpers im Vergleich zu dem des ganzen Stammes nur klein ist, und die Stammhälfte deshalb kein übersichtliches Bild des Verlaufs der einzelnen Stränge darbietet. — Im Ganzen glaube ich aus meinen Untersuchungen schliessen zu dürfen, dass eine gewisser Maassen geometrische Anordnung der Blattspurstränge nicht vorhanden ist, sondern ihr Verlauf, ihre Theilung und Vereinigung in unregelmässiger Weise vor sich geht. Da es aber möglich wäre, dass

die Untersuchung glücklich gewählter schwächerer Exemplare mit einfacher Blattstellung das Räthsel lösen könnte, so will ich die Frage vorläufig offen lassen und weiterer Beobachtung vorbehalten. — Von zahlreichen Einzelheiten, welche die Untersuchung ergab, sei nur die erwähnt, dass Fälle vorkommen, in denen sich ein von oben kommender Blattspurstrang an den des nächsten senkrecht unter ihm stehenden Blattes legt, und somit eine Ausnahme von der durch Nägeli aufgestellten allgemeinen Regel bildet. In anderen, und zwar den zahlreicheren Fällen weichen sich die Stränge der unter einander stehenden Blätter seitlich aus.

In Bezug auf das Bündel im Blatt von *Rh. Saglionis* ist noch zu bemerken, dass es nur auf kurze Strecke in demselben hinaufreicht, oder auch schon ganz dicht über oder an der Blattbasis endet.

Dem Vorstehenden will ich noch einige Bemerkungen über den Verlauf der Bündel in den kurzen Sprossen beifügen. Die übersichtlichsten Bilder erhält man, wenn man aus Gliedern mit alternirender $\frac{1}{2}$ Stellung eine mässig dicke Mittellamelle schneidet und in Kali erwärmt. Fig. 5 auf Taf. XLI stellt ein so gewonnenes Bild dar, das keiner weiteren Erläuterung bedarf. Dasselbe Schema hat, was ich gleich hinzufügen will, auch Gültigkeit für den Verlauf der Bündel in den kurzen Gliedern von *Rh. mesembryanthoides*. — Ueber das Verhalten der Stränge des normalen Holzkörpers lässt sich durch Halbiren der Stammspitze und Erwärmen derselben in Kali wegen des dichten Zusammenliegens der Bündel keine Klarheit gewinnen; man ist hier allein auf successive Querschnitte angewiesen. Diese stellen aber den Verlauf der Bündel als sehr unregelmässig und ungleichartig in verschiedenen Sprossen dar. So kommt es z. B. vor, dass man bei einer bestimmten Blattstellung auf einer Höhe des Gliedes 5 Stränge findet, etwas tiefer aber nur vier oder drei, oder auch gar sechs, ohne dass sich aber hierin irgend welche Gesetzmässigkeit erkennen liesse, oder dass die Glieder sich auch nur annähernd gleich darin verhielten. Dabei ist der Umfang der einzelnen Bündel ebenso verschieden. In einem Falle folgte grössere regelmässig auf kleinere; im andern sind ein, zwei oder drei auf einer Seite liegende Bündel bedeutend grösser, als die der andern, u. dgl. m. Alle diese Thatsachen führen zu der bestimmten Annahme, dass im Verlauf dieser Stränge keinerlei Gesetzmässigkeit besteht, eine Annahme, welche die früher ausgesprochene Vermuthung, dass dasselbe für die Blattspurstränge der langen Sprosse gelte, nur unterstützen kann.

Auf einen Gegenstand will ich hier noch besonders aufmerksam machen. Bei der Untersuchung der Stammspitzen aller rundgliedrigen Species von *Rhipsalis* trifft man sehr häufig solche, welche eben ihr Spitzenwachsthum eingestellt haben, und in Hinsicht auf Entwicklung der Gewebe leicht zu Täuschungen Veranlassung geben können. Gelingt es, den Scheitel von oben zu Gesicht zu bekommen, so erkennt man sofort, dass das Wachsthum abgeschlossen ist; geht der Scheitel aber verloren, so sieht man auf den zunächst folgenden Querschnitten sehr kleine Procambiumstränge, welche in die Blattanlagen ausbiegen, und erst tiefer unten durch einen Ring kleinzelligen Gewebes vereinigt werden. Solche Bilder können sehr leicht Veranlassung geben, die Bündel als das primär, den Ring als das secundär Entstandene aufzufassen. Doch wird man vor solcher Täuschung bewahrt sowohl dadurch, dass die jungen Bündel meist immer schon je eine Weichbastzelle führen, als auch durch den Umstand, dass die jüngsten Blattanlagen, weil sie nicht mehr durch das Wachsthum des Vegetationspunktes nach aussen gedrängt werden, dichter beisammen liegen, und deshalb auch ihre Bündel einen kleineren Kreis bilden, der sich dann aber weiter unten plötzlich stark erweitert. Die Beachtung dieser Punkte, so wie auch des meistens schon derber gewordenen Gewebes, bewahren vor falscher Deutung. Der wahre Sachverhalt in der im Wachsthum begriffenen Stammspitze ist im Obigen dargelegt worden; das häufige Vorkommen von Sprossen mit eben erloschenem Spitzenwachsthum liess aber die zuletzt gemachte Bemerkung nothwendig erscheinen.

Rhipsalis pendula.

Unter dem in Kew-Garden erhaltenen Material, das in Alkohol aufbewahrt worden, fand sich nur ein langer Spross, dessen Spitze im Wachsthum begriffen war. Die an dieser beobachteten Verhältnisse glaube ich nicht mit Stillschweigen übergehen zu sollen.

Auch hier wurde die Scheitelzellgruppe frei gelegt (Taf. XLIV, Fig. 3). Den Mittelpunkt derselben bildet die etwas nach rechts gelegene Zellgruppe, bei a, die man hier ebenfalls als Initialen bezeichnen kann. Das ganze Gewebe der Oberfläche ist in sehr lebhafter Theilung begriffen. Bestimmte Beziehungen hinsichtlich der Richtung der neu auftretenden Wände zu den am Vegetationspunkte erzeugten Neubildungen lassen sich auch hier nicht erkennen.

— Der jüngste Querschnitt durch das innere Gewebe des Vegetationspunktes zeigt zu innerst eine Gruppe grösserer Zellen, das Urmark, dessen Elemente aber noch nicht die charakteristische polyedrische Form der späteren Markzellen angenommen haben. Diese Gruppe ist umgeben von einer kleinzelligeren Aussenschicht, welche in rascher Theilung begriffen ist. Die Stärke dieser Schicht ist verhältnissmässig bedeutend; sie beträgt an den zwischen den vorspringenden Blattwülsten befindlichen Stellen 6—7 Zelllagen, in den Blattanlagen natürlich beträchtlich mehr. In dem Gewebe der letzteren sieht man, und zwar, darauf muss besonders hingewiesen werden, nicht am Mark, sondern etwa drei Zelllagen davon entfernt, Gruppen kleinzelligen Gewebes, die Anfänge des Verdickungsringes. Auf dem nun folgenden Präparate hat das Mark die Zahl seiner Elemente vermehrt, und diese selbst haben eine mehr polyedrische Gestalt angenommen. Die eben genannten Gruppen kleinerer Zellen in der Aussenschicht haben sich einwärts nach zwei Seiten bogenförmig verlängert, so zwar, dass die beiden bogenförmigen Lamellen, deren Concavität nach aussen gerichtet ist, bis dicht an's Mark reichen und hier mit den von den benachbarten Blättern kommenden verschmelzen. Die ganze Masse kleinzelligen Gewebes bildet so einen eigenthümlichen, mit Buchten versehenen Ring. Auf den folgenden Schnitten zeigen sich in den innern, an das Mark grenzenden Theilen des Ringes die ersten Procambiumbündel meist in einer Zahl von drei, und ebenso formt sich der äussere zum Blatt wachsende Theil zum Bündel um, welches, anfangs etwas kleiner, als die im innern Theile liegenden stammeignen, bald darauf keinen Grössenunterschied mehr erkennen lässt. An ihm entstehen dann, wie bei *Rh. Saglionis*, die im Internodium nach unten wachsenden Rindenbündel.

Ich wiederhole, dass die eben gemachten Angaben sich auf die Untersuchung von nur einer Stammspitze beziehen. Die Lagerung der ersten Anfänge des Verdickungsringes erregt Bedenken. Es wäre möglich, dass der höher gelegene Schnitt, auf welchem der zum jüngsten Blatt gehörige Theil des Verdickungsringes noch im innersten Theile der Aussenschicht, dicht am Mark, lag, verloren gegangen, und dass der vorhin beschriebene Zustand schon ein weiter entwickelter wäre. In diesem Falle würden sich die Verhältnisse hier analog gestalten, wie bei *Lepismium radicans*, und beide, wahrscheinlich mit ihnen auch alle übrigen Fälle, sich unter einen einheitlichen Gesichtspunkt bringen lassen. Es wären

dann die stammeignen, in den an das Mark grenzenden Buchten des Verdickungsringes entstehenden Stränge, welche, wenn sie hier auch nicht die Bedeutung erlangen, die sie dort besitzen, doch das Analogon der stammeignen Stränge in den Sprossen der Arten mit zweiflügligen Gliedern darstellen, und beide auf den ersten Blick so fern stehende Verhältnisse mit einander vereinigen. — Soviel ergibt sich aus der angeführten Untersuchung mit Sicherheit, dass der Ring hier wie dort als das Primäre, die Stränge dagegen als das Secundäre zu betrachten sind.

Ueber die weitere Entwicklung der Bündel brauchen hier keine Einzelheiten wiederholt zu werden; sie verläuft in allen wesentlichen Stadien so, wie sie für die früher genannten Arten beschrieben wurde. Nur kommt es hier häufiger als anderswo vor, dass die, wie erwähnt, meist zu je drei zusammenliegenden stammeignen Stränge anfangs durch so breite Streifen von Zwischengewebe verbunden sind, dass man sie kaum als getrennt erkennen würde, wenn nicht die kleinen Gruppen von Protophloemzellen als Anhaltspunkte vorhanden wären. Später isoliren sich aber die Bündel immer mehr, bis sie schliesslich wieder durch den Cambiumring verbunden werden. — Mark und Rinde befolgen dasselbe Wachsthum, welches früher beschrieben wurde. Für das der Rinde ist Fig. 4 auf Taf. XLVIII beigegeben worden. In dieser nähern sich die Zellen der innern Rinde schon ihrer definitiven Form, und theilen sich nur selten in der Nähe der Rindenbündel, während die lebhafteste Theilung in der vierten Zelllage von aussen, bei t, stattfindet. Dem Dickenwachsthum des Stammes entsprechend sind hier fast sämtliche junge Wände tangential gerichtet; radiale kommen nur spärlich vor.

Bemerkenswerth ist noch die Thatsache, dass bei *Rh. pendula* das eigentliche Blattbündel nicht bis in den äussern Theil der kleinen Schuppe hinaufreicht, sondern manchmal nur auf ganz kurze Strecke in die Basis desselben verläuft, oder auch manchmal gar nicht in das Blatt tritt. In solchen Fällen beginnt der Blattspurstrang etwa in der Höhe des Achselsprosses auf der Blattbasis, läuft von hier aus in mässig gekrümmtem Bogen nach innen und tritt dann in den Normalkreis.

Einen höchst auffallenden Anblick bieten oftmals die Verhältnisse der Verholzung der Elemente in den Rindenbündeln an den Stellen dar, wo die letztern sich von einander trennen oder mit einander vereinigen, oder wo sie sich von den Blattspur-

strängen abzweigen. Derartige Fälle finden sich bei allen Arten, besonders aber bei den mit runden Sprossen, und bilden hier manchmal die sonderbarsten Configurationen. In hervorragender Weise findet dies dann Statt, wenn zwei oder mehrere Bündel sich ganz allmählig trennen, und das eine derselben oder beide während der Trennung eine Drehung beschreiben. So kommt es dann, dass dieselben schliesslich nur noch mit ihren Basttheilen zusammenhängen und einander gleichsam zu fliehen scheinen. Am häufigsten findet man diese Vorkommnisse, wenn die Blattspursstränge noch kurz vor ihrem Eintritt in den Holzkörper Rindenbündel abgeben, deren Elemente dann meist die eigenthümlichste gegenseitige Lagerung haben. Vor mir liegt ein solches Präparat, auf welchem sich von dem in den Normalkreis übertretenden Bündel ein nur wenig kleineres nach entgegengesetzter Richtung trennt und nur noch im Basttheil damit zusammenhängt. Dem letzteren Bündel mit dem Holztheil zugekehrt liegt ein weiterer kleiner Rindenstrang, und dieser ist endlich mit noch einem weiter nach aussen gelegenen im Basttheil vereinigt. — Derartige Bilder, welche man, wie erwähnt, vielfach trifft, erklären sich aus der Regellosigkeit hinsichtlich der Richtung, in welcher die Verholzung der Elemente in den jungen Bündeln vor sich geht.

Lepismium sarmentaceum.

An dem sehr kleinen Exemplar dieser Pflanze, das meiner Untersuchung zur Verfügung stand, fand sich nur eine kurze wachsende Spitze. Es gelang mir nicht, an dieser den innern Bau des Vegetationspunktes vollständig zu entziffern, doch lehrten einzelne Zustände, dass die Entwicklung der Bündel in einer der früher beschriebenen ähnlichen Weise vor sich geht (vergl. Taf. XLVI, Figg. 3 u. 4). — Der Gegenstand, auf welchen ich mein Hauptaugenmerk gerichtet hatte, war die Entstehung der Baststränge in der Peripherie des Stammes; allein hier lieferte die Untersuchung kein völlig befriedigendes Resultat. In der ganzen jungen Spitze, welche etwa zwei Millim. Länge hatte, fand sich nämlich noch keine Anlage eines peripherischen Bastbündels. Ist die Entstehung der letzteren damit auch nicht direct verfolgt, so ergibt sich doch soviel mit Sicherheit, dass dieselben erst sehr spät entstehen, und unzweifelhaft dem Grundgewebe angehören. Uebrigens folgte das letztere schon mit ziemlicher Gewissheit aus dem früher be-

schriebenen Längsverlauf der Stränge, vor Allem aus der Tatsache, dass sie nicht selten oben und unten blind endigen. — Die Entstehung dieser Stränge ist also wesentlich verschieden von der des echten Bastes der Fibrovasalstränge unserer Pflanzen, dessen Entwicklung früher bei *Lepismium radicans* genauer erörtert wurde. Während die peripherischen Bastbündel von *Lepismium sarmentaceum* dem Grundgewebe entstammen, gehören jene ebenso unzweifelhaft dem Fasciculargewebe an.

Bekanntlich hat Russow¹⁾ in neuerer Zeit den Versuch gemacht, sämtliche früher mit dem Namen „echte Bastzellen“, „primäre Bastzellen“ etc. bezeichneten Elemente dem Grundgewebe beizuzählen. Er stützt sich hierbei wesentlich auf die Methode der Vergleichung zahlreicher fertiger Zustände, und legt der Entwicklungsgeschichte weniger Bedeutung bei. Die letztere spricht sich nach ihm ebenso wenig für, als gegen seine Ansicht aus. Die Sclerenchymmassen entstehen zwar, mögen sie an Leitbündel grenzen oder nicht, gleichzeitig oder fast gleichzeitig mit den Procambiumbündeln; allein bedenkt man, dass Leitbündel- und Grundgewebe selbst der ersten Anlage nach dem gleichen Gewebe entstammen, „so hat die Annahme nichts Widersinniges, dass zwei bei ihrer Entstehung nicht scharf geschiedene Theile morphologisch und physiologisch verschiedenen Gewebesystemen angehören können.“²⁾

Dies kann man zugeben, nur ist zu bedenken, dass, wenn man soweit zurückgehen will, der Unterschied zwischen Fascicular- und Grundgewebe überhaupt aufhört, und dann die genannten Bastzellen schlechterdings zu keinem mehr zu zählen sind.

Allein diese Anschauung empfiehlt sich aus praktischen Gründen nicht. Will man den Unterschied zwischen Grund- und Fasciculargewebe — und es ist dies der hervorragendste, den wir in der Histologie haben — bestehen lassen, dann ist es allerdings in zahlreichen Fällen richtig, dass der Bast dem Grundgewebe angehört, in andern aber auch ebenso unzweifelhaft, dass er dem Fasciculargewebe beizuzählen ist. Und zwar wird dies bewiesen durch die Entwicklungsgeschichte, der bei der Entscheidung morphologischer Fragen stets der erste Platz einzuräumen ist. Ich habe früher die Entstehung des Bastes der Fibrovasalstränge genauer erörtert; nichts würde widernatürlicher erscheinen, als

1) Russow. Vergleichende Untersuchungen etc. pag. 167-175.

2) l. c. pag. 171.

wenn man die beiden der Anlage nach zusammen gehörenden Theile von einander trennen und den Bast zum Grundgewebe rechnen wollte (vergl. die Figg. 4 u. 5 auf Taf. XLIV). Da auf der andern Seite die Bastbündel in der Peripherie des Stammes von *Lepismium sarmentaceum* sicher secundär im Grundgewebe entstehen, so wiederholt sich auch hier die Richtigkeit des in der Morphologie in neuerer Zeit vielfach erörterten Satzes, dass äusserlich gleiche und denselben physiologischen Zwecken dienende Gebilde ihrem morphologischen Werthe nach ganz verschieden sein können. —

Die hauptsächlichsten Resultate, welche sich aus dem zweiten Theile der Arbeit ergeben haben, will ich noch kurz zusammenfassen.

Das Gefässbündelsystem der alaten Formen unter den *Rhipsalideen* besteht aus zwei Elementen: stammeignen und gemeinsamen Strängen. Jene bilden die Bündel an den beiden grösseren Seiten des Holzkörperovals; diese stellen in dem zu ihrem Blatt gehörenden Internodium Rindenstränge dar, und treten erst ungefähr in der Höhe des nächstfolgenden Blattes in den Holzkörper ein. Von ihnen zweigen sich die zahlreichen Stränge ab, welche das Bündelnetz in den Rindenflügeln des Stammes herstellen.

Die Sonderung der Gewebe in der Vegetationsspitze dieser Pflanzen geht in folgender Weise vor sich. Eine äusserste Zellschicht, das Dermatogen, überzieht gleichmässig den ganzen Vegetationspunkt, und stellt den Bildungsheerd der Epidermis dar. Auf die genannte Lage folgen einige innere, aus deren äusseren sich die Rinde aufbaut, das Periblem Hanstein's, während eine centrale Gewebemasse, das Plerom, dem Mark den Ursprung giebt. Zwischen beiden Geweben ist eine scharfe Grenze nicht zu ziehen, sondern sie gehen ununterbrochen in einander über. — Auf Querschnitten des entsprechenden Alters trifft man daher eine grosszelligere Innen- und eine in lebhafterer Theilung befindliche Aussenschicht, deren Elemente etwas kleiner sind.

Der Bildung der Gefässbündel geht eine kleinzellige Gewebeschicht voraus, welche in den innersten Zellen der Aussenschicht unter dem jüngsten Blatt ihren Ursprung nimmt, und sich von da aus einwärts beiderseits fortsetzt, um mit den blattlosen Seiten des Stammes parallel laufenden ähnlichen Streifen kleinzelligen Gewebes in Verbindung zu treten. In den letzteren entstehen die unbegrenzt von unten nach oben wachsenden stammeignen Stränge,

während in dem unter dem Blatt gelegenen Theile die gemeinsamen Bündel erzeugt werden. Durch rasche Theilung der Zellen einer bogenförmig verlaufenden Gewebzone, welche schon auftrat, als in dem Ringe kaum Bündel sichtbar waren, werden die gemeinsamen Bündel immer weiter von den stammeignen entfernt; sie wachsen dann rasch im Blatt hinauf, langsamer dagegen in der Rinde des zu ihnen gehörenden Internodiums hinab. Hier zweigen sich von ihnen die zahlreichen Stränge ab, welche die Rinde erfüllen.

Die Entwicklung und Ausbildung des Markes geht in centrifugaler Richtung vor sich, ebenso die der Rinde mit Ausnahme der äussersten Schichten, in denen die Tangentialtheilung schon früh erlischt; aus diesen geht das Hypoderma hervor.

In den stammeignen Strängen entstehen zuerst Protophloemzellen; später erst folgen die Spiraltracheiden. In den primären gemeinsamen Strängen findet das Umgekehrte statt, während in den secundär entstehenden Rindenbündeln die Entwicklungsfolge der genannten Elemente eine unregelmässige ist.

Nach Anlage der Bündel theilen sich die Zellen der zwischen denselben gelegenen Partien des Ringes nur träge, während sie sich immer mehr vergrössern. Nachdem so die Bündel mehr und mehr von einander entfernt sind, tritt schliesslich, von den Strängen aus beginnend, der Cambiumring auf, der dann alle wieder zu einem ununterbrochenen Ganzen vereinigt.

Bei den rundgliedrigen Formen der Rhipsalideen — genauer untersucht an den langen Sprossen von *Rh. Saglionis*, — durchlaufen die gemeinsamen Stränge nicht erst das ganze zu ihnen gehörige Internodium, sondern treten sofort in den Holzkörper ein; die Stränge, welche in der Rinde auftreten, haben sich nur secundär von ihnen abgezweigt.

Die erste Gewebesonderung in der Vegetationsspitze geht in ähnlicher Weise vor sich, wie bei den alaten Formen; auch hier lässt sich zunächst eine innere grosszelligere von einer äusseren kleinzelligeren unterscheiden. Dagegen erfolgt die Bildung der Procambiumbündel und des sie vereinigenden Ringes gleichzeitig. Die stammeignen Bündel bilden hier nicht das eigentliche Gerüst des Stammes, sondern sind secundärer Natur und weichen also darin von den gefügelten Formen ab. — In allen übrigen Punkten ist aber die Gewebeentwicklung die gleiche, wie dort.

Berlin, im Juli 1873.

Erklärung der Abbildungen.

Taf. XXXI.

Fig. 1. ($^{60}/_1$) *Lepismium radicans*. Medianer Längsschnitt durch die Stammspitze. ab jüngstes, cd zweit-, be drittjüngstes Blatt, u. s. w.

Fig. 2, ($^{312}/_1$) *Lep. radicans*. Anlage eines Achselsprosses auf der Basis des fünften Blattes.

Figg. 3 u. 4. ($^{312}/_1$) *Lep. radicans*. Erstere etwas weiter entwickelt, als vorige, mit Haaren auf der Aussenseite; letztere noch älter, mit Haaren auf der Aussen- und Innenseite.

Fig. 5. ($^{312}/_1$) Noch weiter entwickelter Zustand; links die Blatt-, rechts die Stammseite. b Basaltheil einer Borste; bei a Längstheilung einer Haarzelle; bei k die Korktheilung unter den Haaren.

Taf. XXXII.

Fig. 1. ($^{312}/_1$) *Lepismium radicans*. Eine tief unter Korkgewebe versteckte Achselsprossanlage, die ganz an den Stamm verschoben ist. Die dunkel gefärbten Partien deuten den äussern schon vielfach collabirten Kork an.

Fig. 2. ($^{312}/_1$) Ein unter Hüllgewebe versteckter, in Entwicklung begriffener Achselspross von *Lep. radicans*.

Figg. 3, 4 u. 5. ($^{312}/_1$) *Lep. radicans*. Entstehung des Hüllgewebes über dem Achselspross. In Fig. 3 rechts die Stamm-, links die Blattseite.

Fig. 6. ($^{312}/_1$) Sprossanlage auf der Basis des Blattes von *Rh. Saglionis*.

Taf. XXXIII.

Fig. 1. ($^{312}/_1$) *Lepismium radicans*. Junge Sprossanlage, unter Hüllgewebe ganz versteckt.

Figg. 2, 3, 4, 5, 6 u. 7. ($^{312}/_1$) *Rhipsalis Cassytha*. Allmähige Verschiebung des auf der Blattbasis entstandenen Achselsprosses in's Innere des Rindengewebes. Fig. 2 nach dem Längsschnitt einer Anlage gezeichnet, die nahe dem Scheitel des Muttersprosses gelegen war. In Fig. 6 ist der Vegetationspunkt noch nicht ganz von Hüllgewebe bedeckt, während in Fig. 7 die Einbällung nahezu vollständig vollzogen ist.

Fig. 8. ($^{43}/_1$) Längsschnitt durch die fertige Rinde von *Rh. Cassytha*. Bei a der scheinbar endogen entstandene Achselspross; b ein Rindenbündel; c die äussersten Bastzellen eines Gefässbündels des normalen Holzkörpers.

Fig. 9. ($^{312}/_1$) *Rh. Saglionis*. Vegetationspunkt des Achselsprosses mit Haaranlage im äussern Theile.

Taf. XXXIV.

Fig. 1. ($^{312}/_1$) Junge Sprossanlage auf dem Blattgrund von *Rhipsalis pendula*.

Fig. 2. ($^{160}/_1$) Dieselbe in einem weiteren Entwicklungsstadium.

Fig. 3. ($^{160}/_1$) *Rh. pendula*. Sprossanlage ganz an den Stamm verschoben. Bei b die an der Aussenseite gebildete Borste; rechts unten der Anfang des Blattes.

Fig. 4 u. 5. ($^{110}/_1$) Flächen- und Queransicht der Epidermis von *Pfeiffera cereiformis*.

Fig. 6 u. 7. ($^{110}/_1$) *Lepismium sarmentaceum*. Epidermis von der Fläche und im Querschnitt gesehen. Bei b die Bastzellgruppen.

Taf. XXXV.

Fig. 1. ($^{45}/_1$) *Rhipsalis paradoxa*. Alte Blattachsel mit endogen entstandener Blüthe; gg Gefässsstränge. Bei a das schon durch Kork vom lebendigen Gewebe getrennte Blatt; bei b eine Borste; *k Korkgewebe.

Fig. 2. ($^{100}/_1$) Blatt von *Rh. pendula*.

Fig. 3. ($^{270}/_1$) Spitze eines solchen Blattes stärker vergrößert.

Fig. 4 u. 5. ($^{110}/_1$) *Lepismium radicans*. Epidermis in der Flächen- und Queransicht.

Fig. 6. ($^{110}/_1$) *Lep. Knightii*. Epidermis von der Fläche gesehen.

Taf. XXXVI.

Fig. 1. ($^{110}/_1$) Querschnitt durch die Epidermis von *Lepismium Knightii*.

Fig. 2 u. 3. ($^{110}/_1$) *Rhipsalis paradoxa*. Epidermis in der Quer- und Flächenansicht.

Fig. 4 u. 5. ($^{110}/_1$) *Rh. pentaptera*. Die den vorigen entsprechenden Bilder.

Fig. 6, 7 u. 8. ($^{110}/_1$) *Rh. micrantha*. Fig. 6 Flächenansicht, Fig. 7 u. 8 Querschnitte. Bei a in 6 und 8 die anomalen Streifen. In Fig. 6 deutet die stärker gezogene Linie die Zusammensetzung des Streifens aus zwei Mutterzellreihen an.

Fig. 9. *Rh. rhombea*. Reihenförmig angeordnete Epidermismutterzellen von dem unteren fast runden Theil eines langen Sprosses genommen.

Fig. 10. ($^{110}/_1$) *Rh. rhombea*. Querschnitt durch die Epidermis. Bei d die vorragende halbmondförmige Zelle hinter der Schliesszelle.

Taf. XXXVII.

Fig. 1. ($^{110}/_1$) *Rh. rhombea*. Flächenansicht der Epidermis.

Fig. 2 u. 4. ($^{110}/_1$) *Rh. carnosa*. Flächenansicht und Querschnitt der Epidermis.

Fig. 3. ($^{110}/_1$) *Rh. crispata*. Epidermis von der Fläche gesehen.

Fig. 5. ($^{110}/_1$) *Rh. pachyptera*. Ein dem vorigen entsprechendes Bild.

Fig. 6. ($^{110}/_1$) *Rh. Swartziana*. Desgl.

Fig. 7 u. 8. ($^{110}/_1$) *Rh. floccosa*. Epidermis von der Fläche und im Querschnitt gesehen.

Fig. 9. ($^{110}/_1$) *Rh. funalis*. Epidermis im Längsschnitt.

Taf. XXXVIII.

Fig. 1 u. 2. ($^{110}/_1$) *Rh. funalis*. Epidermis. Flächenansicht und Querschnitt.

Fig. 3 u. 4. ($^{110}/_1$) *Rh. conferta*. Den vorigen entsprechende Bilder.

Fig. 5 u. 6. ($^{110}/_1$) *Rh. Cassytha*. Desgl.

Fig. 7. ($^{814}/_1$) *Rh. Cassytha*. Obere Zelllage des Collenchyms im Flächenschnitt.

Fig. 8 u. 10. ($^{110}/_1$) *Rh. Saglionis*. Epidermis der langen Sprosse.

Fig. 9 u. 11. ($^{110}/_1$) *Rh. Saglionis*. Epidermis der kurzen Sprosse.

Taf. XXXIX.

Fig. 1 u. 2. ($^{110}/_1$) *Rh. pendula*. Epidermis von der Fläche und im Querschnitt gesehen. Bei a in Fig. 1. Anlage zu einer Spaltöffnung, die aber nicht über die ersten einleitenden Theilungen hinausgekommen ist.

Fig. 3 u. 5. ($^{110}/_1$) *Rh. mesembryanthoides*. Epidermis der längeren Sprosse.

Fig. 4 u. 6. ($^{110}/_1$) *Rh. mesembr.* Epidermis der kurzen Glieder.

Fig. 7, 8, 9 u. 10. ($^{110}/_1$) *Rh. salicornioides*. 7 u. 10 Epidermis des dünnen unteren, 8 u. 9 des dickeren oberen Theiles am Spross.

Fig. 11. ($^{312}/_1$) *Rh. Cassytha*. Querschnitt durch Epidermis und Colleachym; in der äussern Lage des letzteren die Oxalatkristalle.

Taf. XL.

Fig. 1. ($^{312}/_1$) *Rh. Cassytha*. Entwicklung der Spaltöffnungen.

Fig. 2. ($^{312}/_1$) *Rh. Cassytha*. Etwas weiter vorgeschrittener Zustand.

Fig. 3. ($^{110}/_1$) Noch weiter entwickelt. In den Epidermiszellen die ersten Secundärtheilungen.

Fig. 4. ($^{312}/_1$) Querschnitt durch den jungen Apparat nach den ersten Theilungen.

Fig. 5. ($^{312}/_1$) *Lepismium radicans*. Längsgerichtete Anlage einer Spaltöffnung.

Fig. 6 u. 7. ($^{270}/_1$) *Rh. funalis*. Entwicklung der Spaltöffnung. In Fig. 6 Anlage derselben in der halben Breite der Mutterzelle.

Fig. 8 u. 9. ($^{270}/_1$) *Rh. micrantha*. Anlage der Spaltöffnungen. In Fig. 9 ist die gerade Wand die vierte in der Aufeinanderfolge der Theilungen.

Fig. 10. ($^{312}/_1$) Es sind schon fünf Theilungen erfolgt, ehe die gerade Wand aufgetreten ist.

Fig. 11. ($^{312}/_1$) *Rh. micrantha*. Jugendliche Epidermis mit dem darunter liegenden Hypoderma. Das letztere ist durch die punktirte Linie dargestellt; in seiner Mitte die Anlage der Athemböhle. In der Mutterzelle der Spaltöffnung sind vier der einander wechselnd angesetzten Wände entstanden.

Fig. 12. ($^{312}/_1$) *Rh. micrantha*. Junge Athemböhle.

Fig. 13. ($^{270}/_1$) *Rh. funalis*. Jugendliche Spaltöffnung. Die den Spalt herstellende Wand zeigt Faltung vor der Bildung des Spaltes.

Fig. 14. ($^{720}/_1$) *Rh. micrantha*. Die gerade Wand ist gleich nach ihrer Entstehung in ihrem mittleren Theile stärker verdickt.

Fig. 15, 16 u. 17. ($^{60}/_1$) *Rh. micrantha*. Fig. 15 Faltung der Wand im optischen Querschnitt gesehen. Fig. 16 optischer Querschnitt durch die punktirte Linie angedeutet; in der oberen Ansicht ist die Wand gerade und beginnt eben, den Spalt zu bilden. Fig. 17 stellt den im oberen Theile unsymmetrisch weiter entwickelten Spalt dar, der auf halber Höhe der Schliesszellen erst als kleines rhombisches Feldchen erscheint.

Fig. 18. ($^{190}/_1$) *Rh. funalis*. Entstehung der Tangential- und späteren Radialwände in der Epidermis. Bei a eine der den Wänden der Mutterzelle in auffallend spitzen Winkeln angesetzten jungen Wände.

Fig. 19, 20 u. 21. ($^{270}/_1$) *Rh. micrantha*. Bau des fertigen Spaltöffnungsapparates. Fig. 19 Flächenansicht; s der Spalt, a die inneren, b die äusseren Hörnchen. Die punktirte Linie stellt die Schliesszellen im optischen Längsschnitt dar. — Fig. 20 Querschnitt; Bezeichnung wie vorhin; bei c die inneren Hörnchen. — Fig. 21 Längsschnitt; unter der Schliesszelle die übrigens verschieden weit vorragende Hilfszelle.

Fig. 22. ($^{450/1}$) *Lepismium radicans*. Querschnitt durch den Spaltöffnungsapparat, nach Behandlung mit Chlorzinkjod gezeichnet. c die das Ganze überziehende, bis an die untere Grenze des Hypoderma reichende Cuticula; der innere Theil der Hörnchen, b, besteht aus dunkler gefärbter Cuticularmasse, die aussen und innen von einer scharf abgesetzten Cuticula umgeben ist (vergl. Text pag. 381). Unter a kleine Vorsprünge der Cuticula in die Cellulose. (Durch ein Versehen ist die a und die Vorsprünge verbindende punktirte Linie nicht angegeben; a bezieht sich auf die kleinen Vorsprünge zu beiden Seiten der Hörnchen.

Fig. 23, 24 u. 25. ($^{180/1}$) *Rh. micrantha*. Verkümmerte Spaltöffnungen aus den anomalen Streifen in der Epidermis. In Fig. 23 deutet das punktirte Oval die Athemböhle an. In Fig. 24 finden sich zwei auf den Spalt gerichtete Wände in den Hülfszellen, wie sie im normalen Zustande nicht auftreten. In Fig. 25 der früher beschriebene eigenthümliche Auswuchs der Wand.

Fig. 26 u. 27. ($^{270/1}$) *Rh. micrantha*. Junge Schliesszellen; Fig. 26 nach, Fig. 27 während des Collapsus. In letzterer Figur deutet die punktirte Linie die oberen Ansatzstellen der Wände an.

Fig. 28, 29, 30 u. 31. ($^{800/1}$) *Rh. micrantha*. Collabirte Schliesszellen. In Fig. 31 sind die Schliesszellen schon eingefallen, als die Bildung des Spaltes eben begann. In Fig. 28 ist der Spalt im äussern Theile schon weiter ausgebildet, während er auf halber Höhe der Schliesszellen noch sehr klein ist. Die Reste der Schliesszellwände und des Inhalts der Zellen stellen die den Spalt umgebende weissliche Masse dar. — In Fig. 30 bei c die Auswüchse der Spaltwände. — Fig. 29 der eigenthümliche, früher besprochene einseitige Auswuchs der geraden Wand.

Fig. 32. ($^{270/1}$) *Rh. micrantha*. Nicht zu völliger Ausbildung gelangte Spaltöffnung. Die punktirte Linie stellt die letzten Theilungen in der Epidermismutterzelle der Spaltöffnung, die stärker gezogenen das Hypoderma dar. Die sonst die Athemböhle herstellende Wand des letzteren hat hier anstatt derselben einen nach beiden Seiten vorspringenden Auswuchs gebildet.

Fig. 33. ($^{270/1}$) *Rh. micrantha* Collapsus der Schliesszellen einer Spaltöffnung.

Fig. 34. ($^{450/1}$) *Rh. carnosus*. Zellen der Epidermis, nach Behandlung mit Chlorzinkjod gezeichnet. Zu äusserst die Cuticula; dann folgen die Cuticularschichten a, zu innerst die Celluloselamelle b; bei c die Cuticularplättchen in der Innenwand.

Fig. 35. ($^{450/1}$) *Lepismium radicans*. Epidermiszellen. Bezeichnung wie vorhin. Bei c die partiellen knötchenartigen Cuticularisierungen.

Fig. 36. ($^{270/1}$) *Lep. radicans*. Querschnitt einer Epidermis, die mit Schwefelsäure behandelt wurde.

Fig. 37. ($^{450/1}$) *Lep. radicans*. Flächenansicht einer Epidermiszellwand nach Behandlung mit Schwefelsäure.

Fig. 38 u. 39. ($^{720/1}$) *Rh. funalis*. Ringförmig verlaufende ungleiche Verdickung der Parenchymwände. Fig. 38 in der Flächen-, Fig. 39 in der Querschnittsansicht.

Fig. 40 u. 41. (Wenig vergrössert.) *Rh. paradoxa*. Anordnung der Gefässbündel auf dem Querschnitt des Stammes.

Fig. 42. *Rh. pentaptera*. Desgl.

Fig. 43. *Rh. micrantha*. Desgl.

Taf. XLI.

Fig. 1 u. 2. (Etwa $\frac{13}{4}$) Rh. pendula. Anordnung der Gefäßstränge auf dem Stammquerschnitt Fig. 1 des kürzeren dünneren, Fig. 2 des stärkeren längeren Sprosses.

Fig. 3 u. 4. (Etwa $\frac{13}{4}$) Rh. Saglionis. Fig. 3 Querschnitt durch den langen, Fig. 4 durch den kurzen Spross.

Fig. 5 u. 6. Rh. Saglionis. Fig. 5 Längsschnitt eines kurzen Sprosses mit $\frac{1}{3}$ ($\frac{2}{6}$) Stellung; Fig. 6 Längsschnitt eines längeren Gliedes.

Fig. 7, 8 u. 9. Rh. rhombea. Fig. 7 u. 8 Stammquerschnitte; Fig. 9 Längsschnitt einer Rindenpartie, nach Kochen in Kalilauge gezeichnet, um die Anordnung der Rindenstränge zu zeigen. Die kurzen, wenig vorragenden Blättchen waren schon abgefallen.

Fig. 10 u. 11. Rh. salicornioides var. minor. Fig. 10 Querschnitt durch den oberen, Fig. 11 durch den unteren Theil des Sprosses; II die Safräume.

Fig. 12. (Etwa $\frac{13}{4}$) Rh. funalis. Anordnung der Gefäßbündel auf dem Querschnitt des Stammes.

Fig. 13. Lepismium sarmentaceum. Desgl. Parallel der Peripherie ein Kreis von Baststrängen.

Fig. 14 u. 15. Lep. radicans. Fig. 14. Anordnung der Gefäßbündel im Quer-, Fig. 15 im Längsschnitt des Stammes. (In ersterer Figur sind die Rindenbündel etwas zu gross dargestellt.)

Fig. 16. Rhipsalis carnosia. Lagerung der Gefäßbündel auf dem Querschnitt.

Fig. 17. Lepismium radicans. Querschnitt durch die Laubknospe.

Taf. XLII.

Fig. 1. ($\frac{312}{1}$) Rindenbündel von Rhipsalis funalis.

Fig. 2. " " " " pendula.

Fig. 3. " " " " Cassytha.

Fig. 4. " Zwei mit ihren Holzkörpern vereinigte Rindenbündel eines langen Sprosses von Rh. Saglionis.

Fig. 5. ($\frac{312}{1}$) Rindenbündel von Lepismium radicans.

Fig. 6. " " " Rhipsalis floccosa.

Fig. 7. " " eines kurzen Sprosses von Rh. Saglionis.

Fig. 8. " " " Lepismium sarmentaceum.

Fig. 9. ($\frac{450}{1}$) Querschnitt eines jungen Rindenbündels mit centraler Spiralzelle, bei a, von Rhipsalis Saglionis.

Fig. 10. ($\frac{450}{1}$) Aehnliches Bündel, aber jünger und ohne Spiralzelle.

Fig. 11. ($\frac{450}{1}$) Anlage eines jungen Rindenbündels derselben Pflanze, erst aus wenigen Zellen bestehend.

Fig. 12. ($\frac{450}{1}$) Jugendliche Rindenpartie aus dem Stamm von Rh. Saglionis. Die Bildung des Bündels ist hier erst durch zwei Wände eingeleitet, bei a.

Fig. 13. ($\frac{450}{1}$) Rh. Saglionis. Jugendliche Stränge des Holzkörpers nebst Rindenpartie.

Taf. XLIII.

Fig. 1. ($\frac{312}{1}$) Lepismium radicans. Stammscheitel im medianen Längsschnitt. Links die Anlage des jüngsten Blattes, darunter die des dritten. Bei a Auftreten des Verdickungsringes; bei b Anlage des Blattspurstranges.

Fig. 2. (⁴⁵⁰/₁) Scheitelzellgruppe von *Lep. radicans*, von oben gesehen.

Fig. 3. (²⁷⁰/₁) *Lep. radicans*. Scheidung des Urmeristems in Innen- und Aussenschicht.

Fig. 4. (³¹²/₁) Dieselbe Pflanze. Basaltheil des fünften Blattes mit Achsel spross.

Fig. 5. (⁴⁵⁰/₁) Unterer Theil eines jungen Blattes mit den ersten Spiralzellen. In der Zelle a beginnen eben die Verdickungen.

Fig. 6. (²⁷⁰/₁) Radialschnitt durch das Gewebe eines jungen Markstrahls.

Fig. 7. (⁴⁵⁰/₁) Junges geneigt verlaufendes Bündel in Vereinigung mit einem senkrecht gerichteten. Die Weichbastzellen des ersteren sind kürzer und weiter, die des letzteren länger und von engerem Lumen.

Fig. 8, 9 u. 10. (⁴⁵⁰/₁). Parenchymatische Zellen mit spiral-, und ringförmig verlaufender Wandverdickung aus dem unteren Theile des Blattes von *Lep. radicans*.

Fig. 11. Parenchymatische Zelle mit leiterförmiger Wandverdickung aus der Rinde von *Rh. Swartziana*.

Fig. 12. Spiraltracheiden aus einem stammeignen Stränge von *Lep. radicans*.

XLIV.

Fig. 1. (⁴⁵⁰/₁) *Lepismium radicans*. Querschnitt durch den Vegetationspunkt. Die Sonderung in Innen- und Aussenschicht hat begonnen; bei a Anlage des Verdickungsringes.

Fig. 2. (⁴⁵⁰/₁) *Rhypsalis Saglionis*. Dem vorigen ähnliches Bild, aber ohne die Einleitung zur Bildung des Verdickungsringes; i das Innengewebe, p die Aussenschicht.

Fig. 3. (⁴⁵⁰/₁) *Rhyps. pendula*. Scheitelzellgruppe von oben gesehen. Bei a der Mittelpunkt.

Fig. 4. (⁴⁵⁰/₁) *Lepismium radicans*. Junge stammeigne Bündel; w die ersten Weichbastzellen.

Fig. 5. (⁴⁵⁰/₁) Gleiches Bündel etwas weiter entwickelt. Bei s die erste Spiralzelle.

Taf. XLV.

Fig. 1. (⁴⁵⁰/₁) *Lepismium radicans*. Querschnitt durch den Vegetationspunkt der Stammspitze eines Sprosses mit $\frac{1}{3}$ Stellung der Blätter. a, b, c die Blattanlagen; α , β , γ die damit alternirenden Stammseiten. (Vergl. Text, pag.).

Fig. 2. (⁴⁵⁰/₁) *Lep. radicans*. Aehnliche aber etwas weiter entwickelte Partie eines Sprosses mit $\frac{1}{2}$ Stellung.

Fig. 3. (²⁷⁰/₁) *Lep. radicans*. Dem vorigen ähnliches Bild.

Fig. 4. (⁴⁵⁰/₁) „ „ Gewebe eines jungen Procambiumbündels im Längsschnitt nebst dem angrenzenden parenchymatischen Gewebe.

Taf. XLVI.

Fig. 1. (⁴⁵⁰/₁) *Lepismium radicans*. Querschnitt durch den Vegetationspunkt nach Anlage der stammeignen Stränge, p, p, und der primären Rindenstränge b. — Links unten ein einseitig vorspringender Flügel am Blatt, der in seinem Auftreten aber keine Regelmässigkeit zeigt.

Fig. 2. (⁴⁵⁰/₁) *Rh. Saglionis*. Scheitelzellgruppe des Vegetationspunktes, von oben gesehen.

Fig. 3 u. 4. *Lepismium sarmentaceum*. Fig. 3 Partie aus dem Verdickungsringe; Fig. 4 nach dem Auftreten der jungen Bündel.

XLVII.

Fig. 1. ($\frac{270}{1}$) *Rhipsalis Saglionis*. Querschnitt durch einen jungen rasch wachsenden Spross. (Vergl. Text.)

XLVIII.

Fig. 1 u. 2. ($\frac{450}{1}$) *Rhipsalis rhombea*. Fig. 1 Querschnitt durch den Verdickungsring; in Fig. 2 haben sich schon Bündel mit den ersten Weichbastzellen gebildet.

Fig. 3. ($\frac{270}{1}$) *Rh. rhombea*. Lateralschnitt durch den Vegetationspunkt, der von einer parallel dem Medianschnitt verlaufenden Furche durchzogen ist.

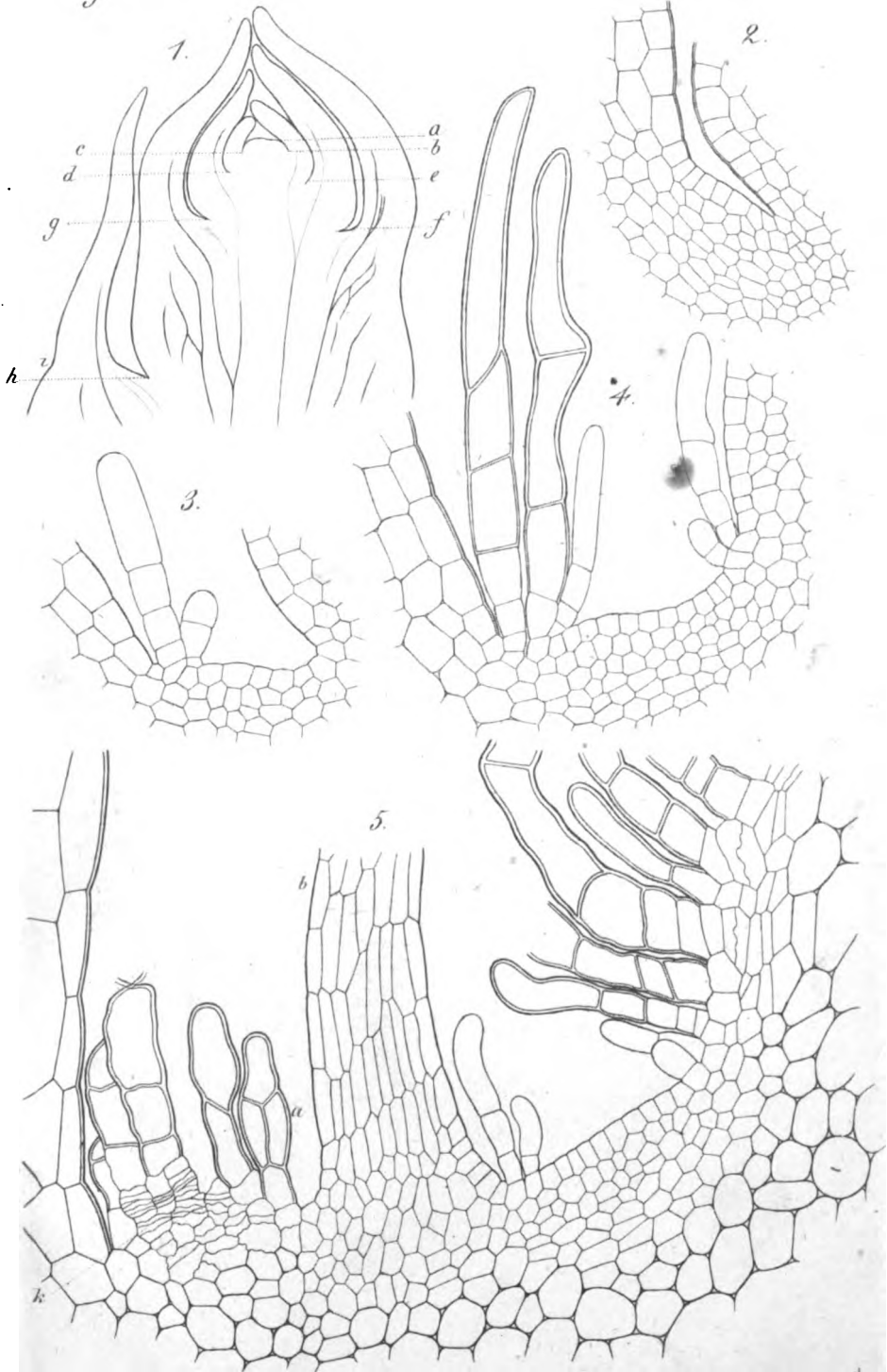
Fig. 4. ($\frac{270}{1}$) *Rh. pendula*. Rindenpartie aus einem langen Spross. Im peripherischen Theile der Rinde dauert das Wachsthum am längsten an.

Fig. 5. ($\frac{450}{1}$) *Rh. pendula*. Rindenbündel in drei Theile zerfallend. Das kleinere rechts ist schon isolirt; das links gelegene setzt seinen Lauf weiter unten in zwei Strängen fort, deren Holztheile einander zugekehrt sind. a Spiralzelle, b Weichbastzelle.

Fig. 6. ($\frac{270}{1}$) *Rh. Saglionis*. Auftreten des Cambiumringes zwischen den schon weiter entwickelten Bündeln des Holzkörpers im langen Spross.

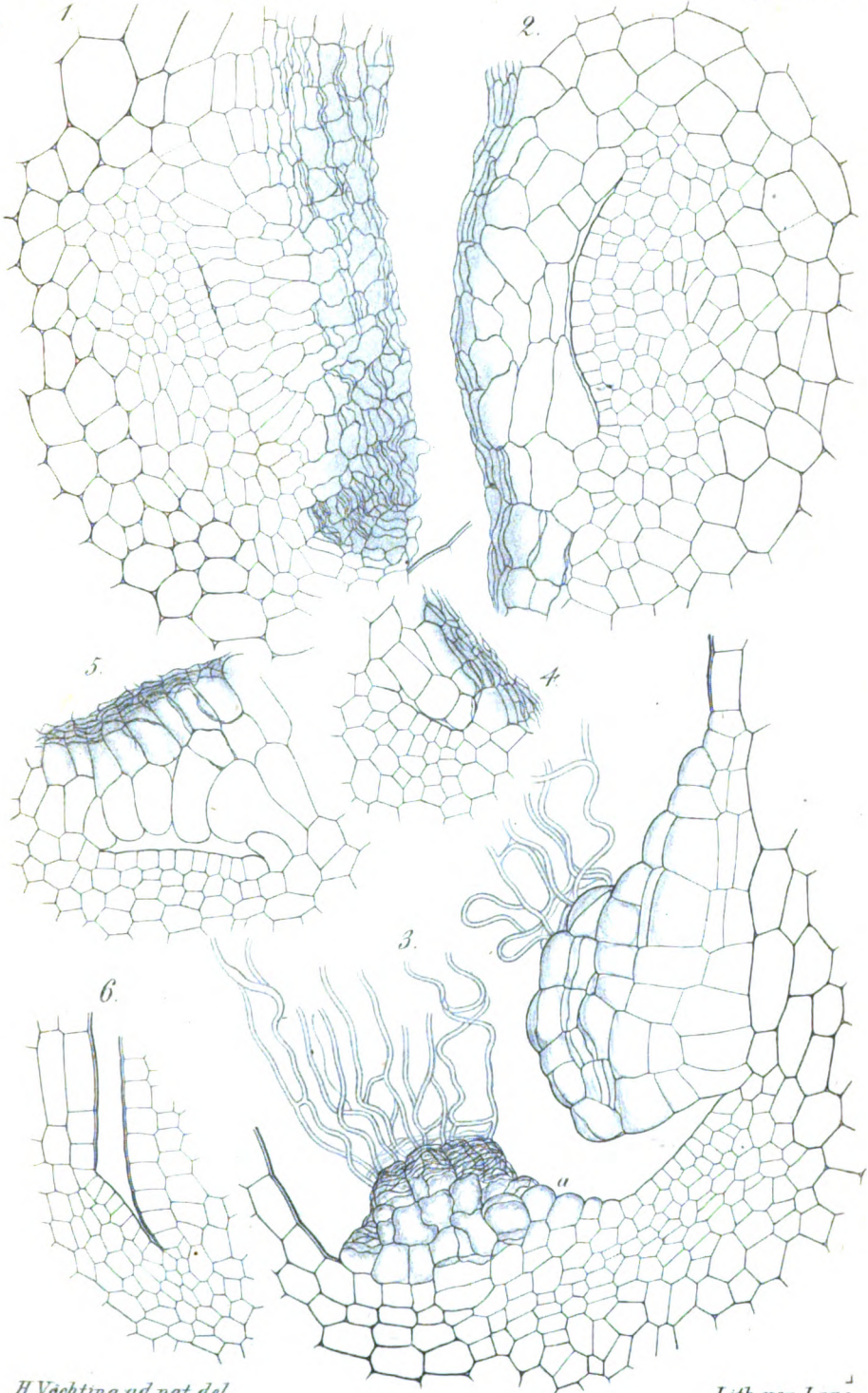
Sämmtliche Figuren sind entweder direct mit der Camera oder dem Prisma entworfen und ausgeführt, oder, wie die meisten der Stammquerschnitte auf Taf. XLI, nach grösseren Bildern im verkleinerten Maassstabe gezeichnet.

Es braucht wohl kaum erwähnt zu werden, dass die Subtilitäten, welche der Bau der fertigen Spaltöffnung der Rhipsalideen darbietet, in den bei 110facher Vergrösserung ausgeführten Zeichnungen der Epidermen nicht dargestellt werden konnten. Die Ueberfüllung von Linien, welche durch das Zeichnen der vielen Doppelcontouren entstanden wäre, würde die Bilder nur verundeutlicht haben.



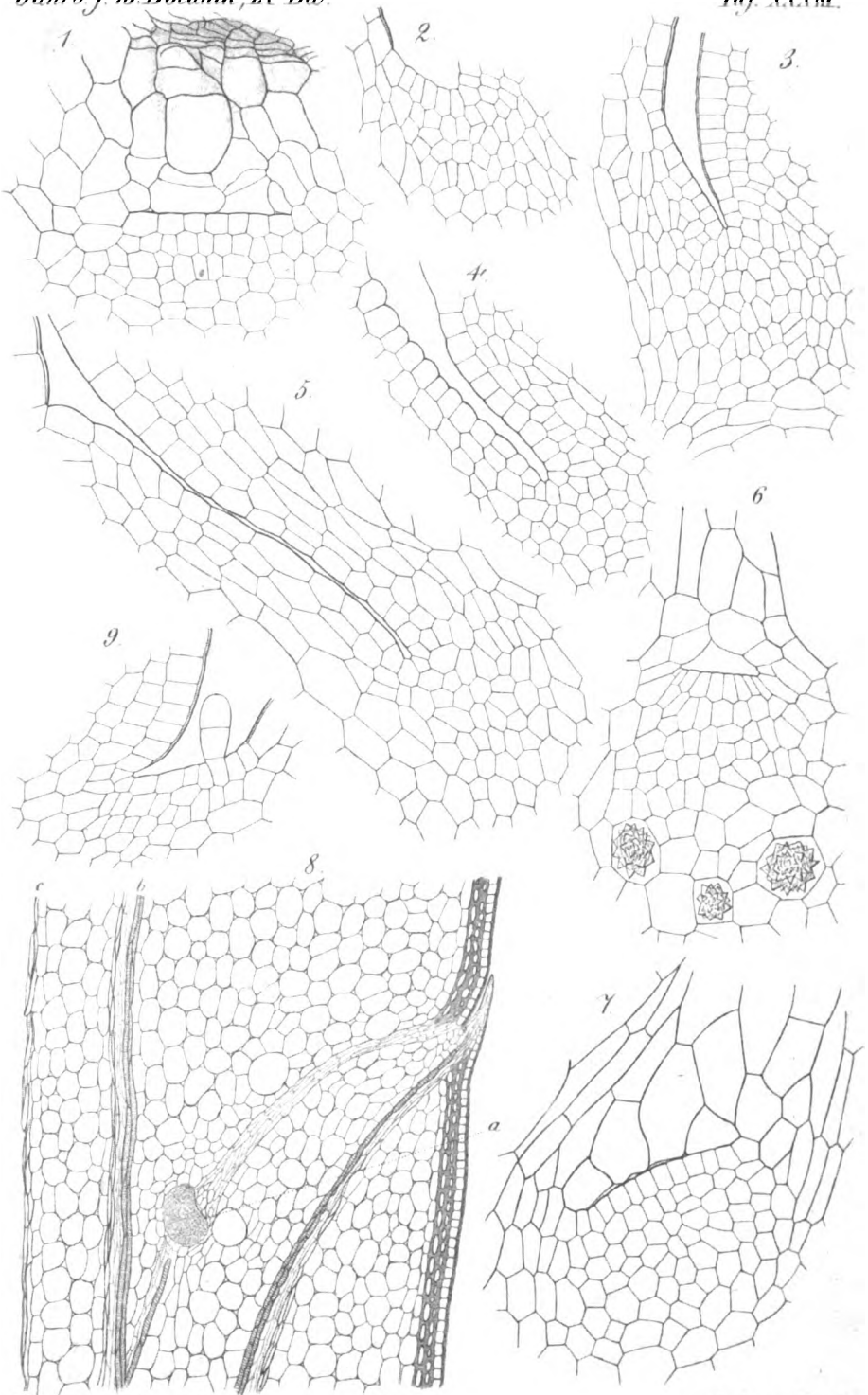
H Vöchting ad nat. del.

Lith von Laue.



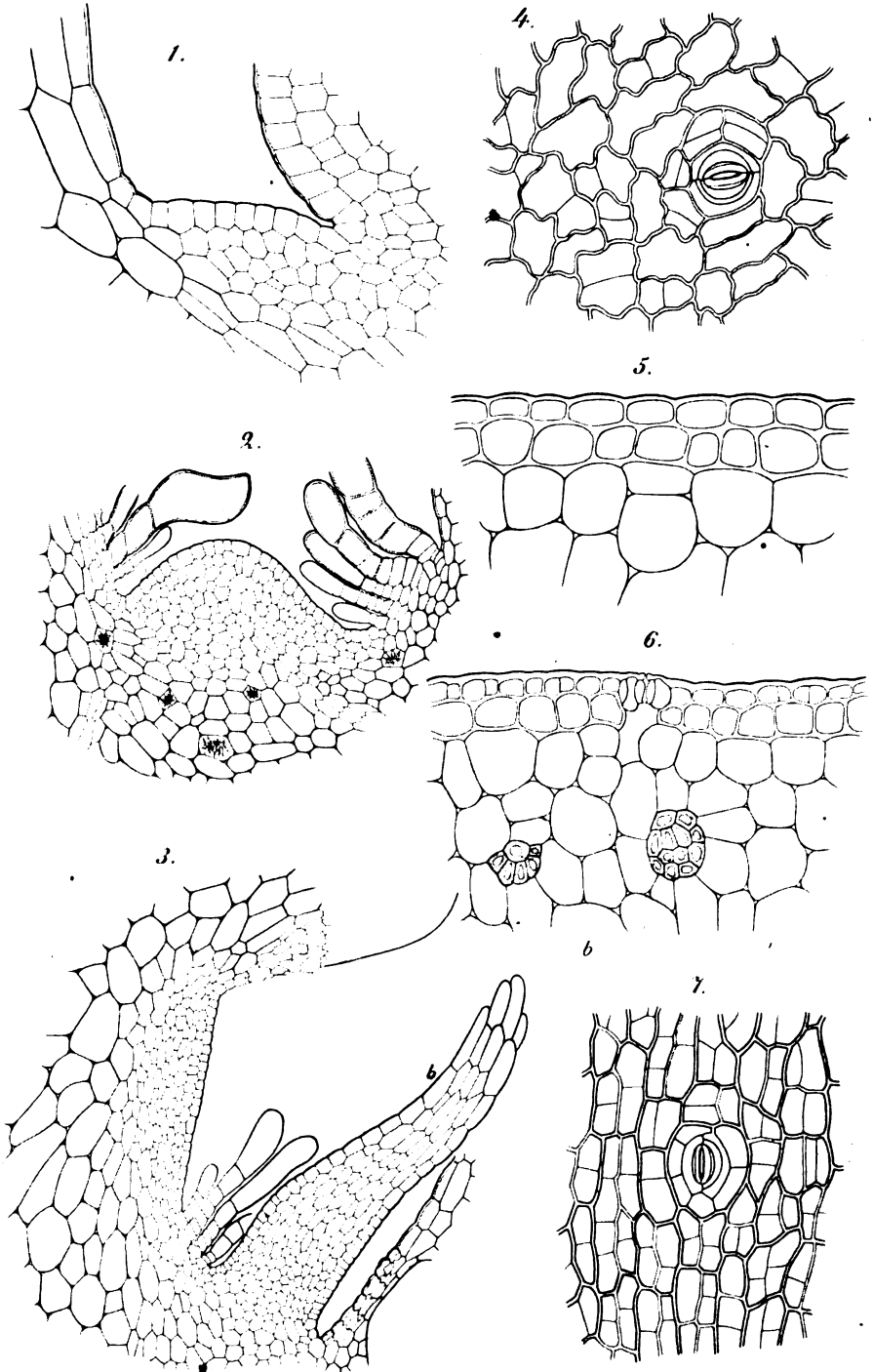
H. Vöchting ad nat. del.

Lith. von Laue.



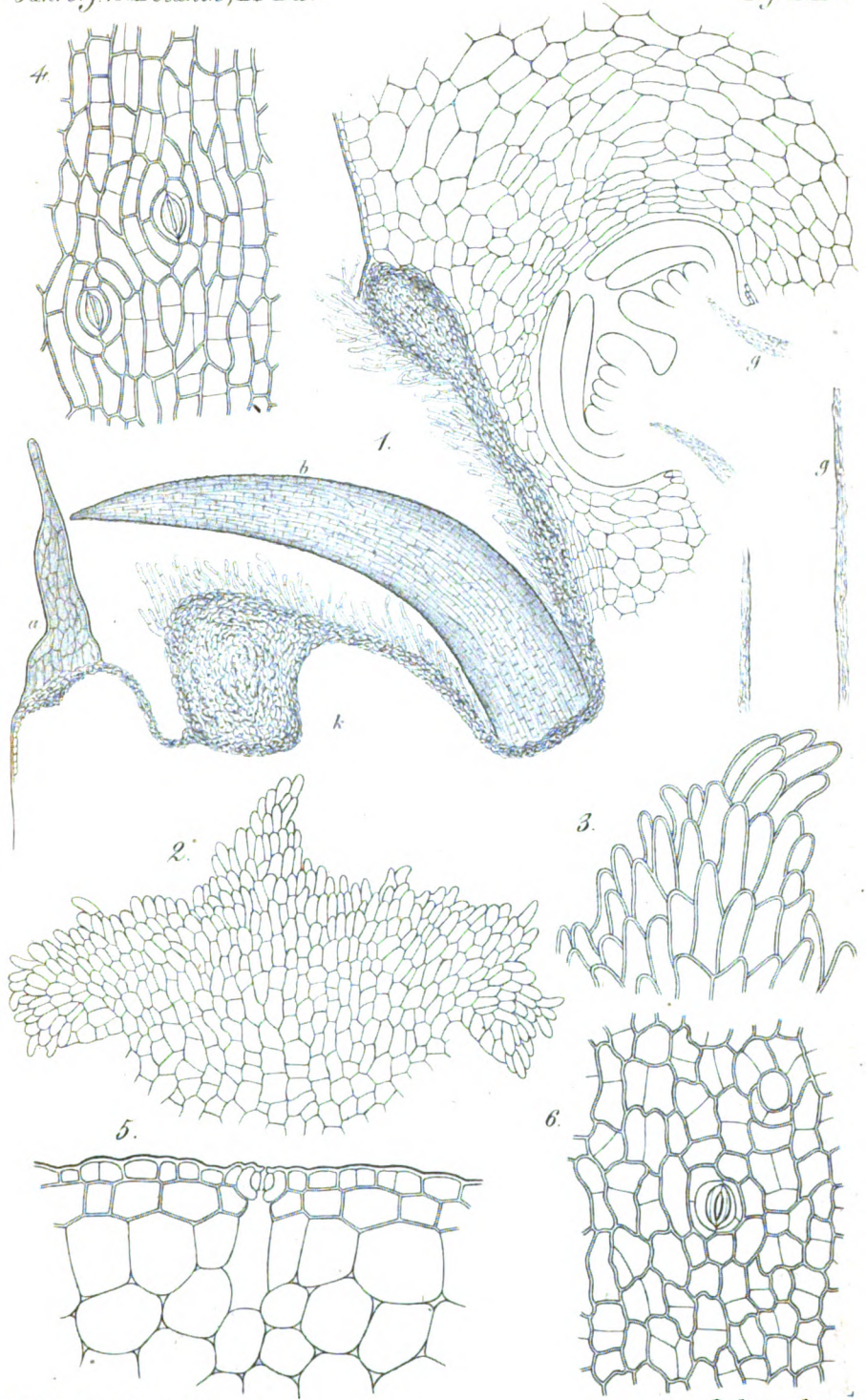
H. Vöchting ad nat. del.

Lith. von Lané.



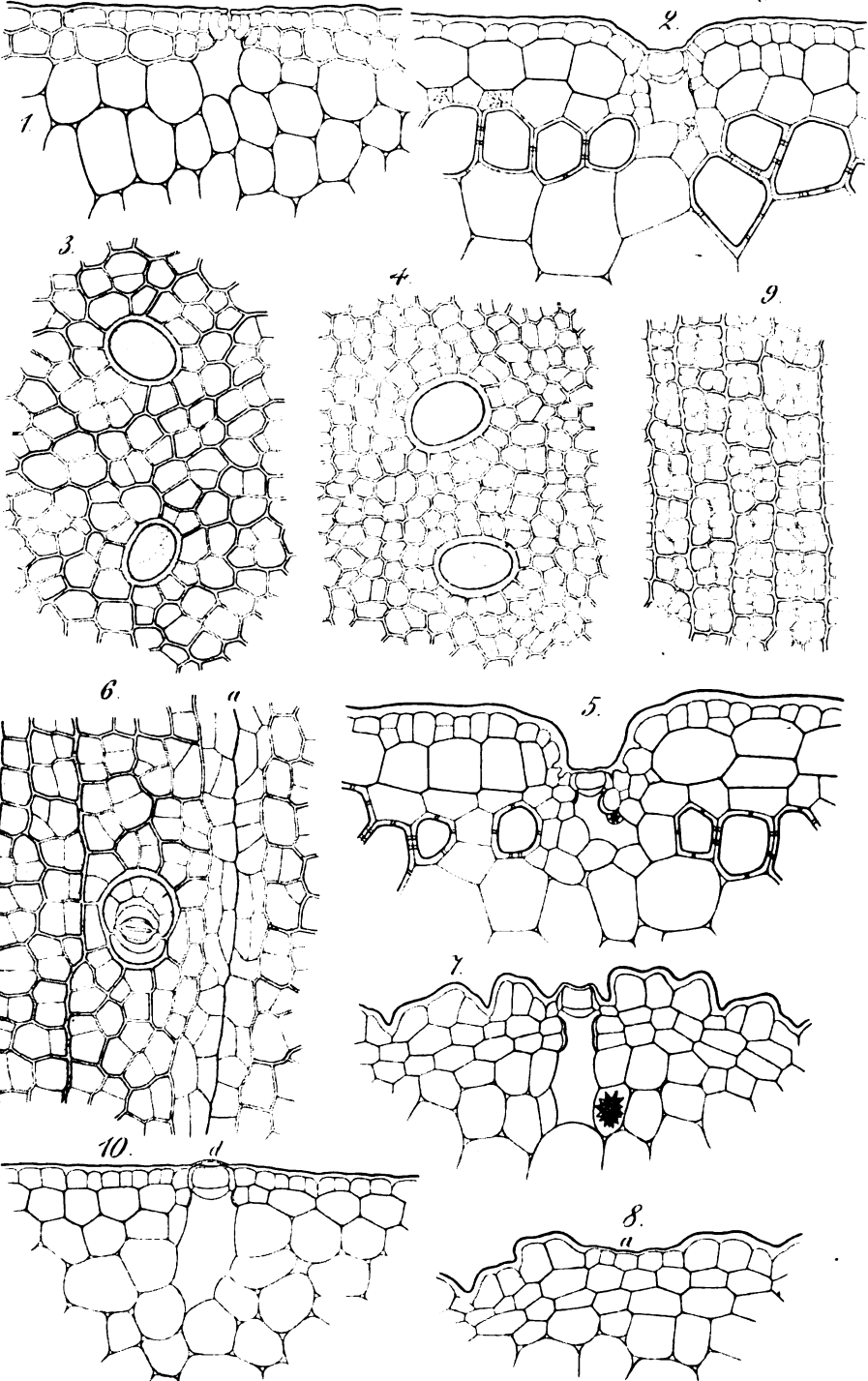
H. Vöchting aul nat. del.

Lith. von Lause.



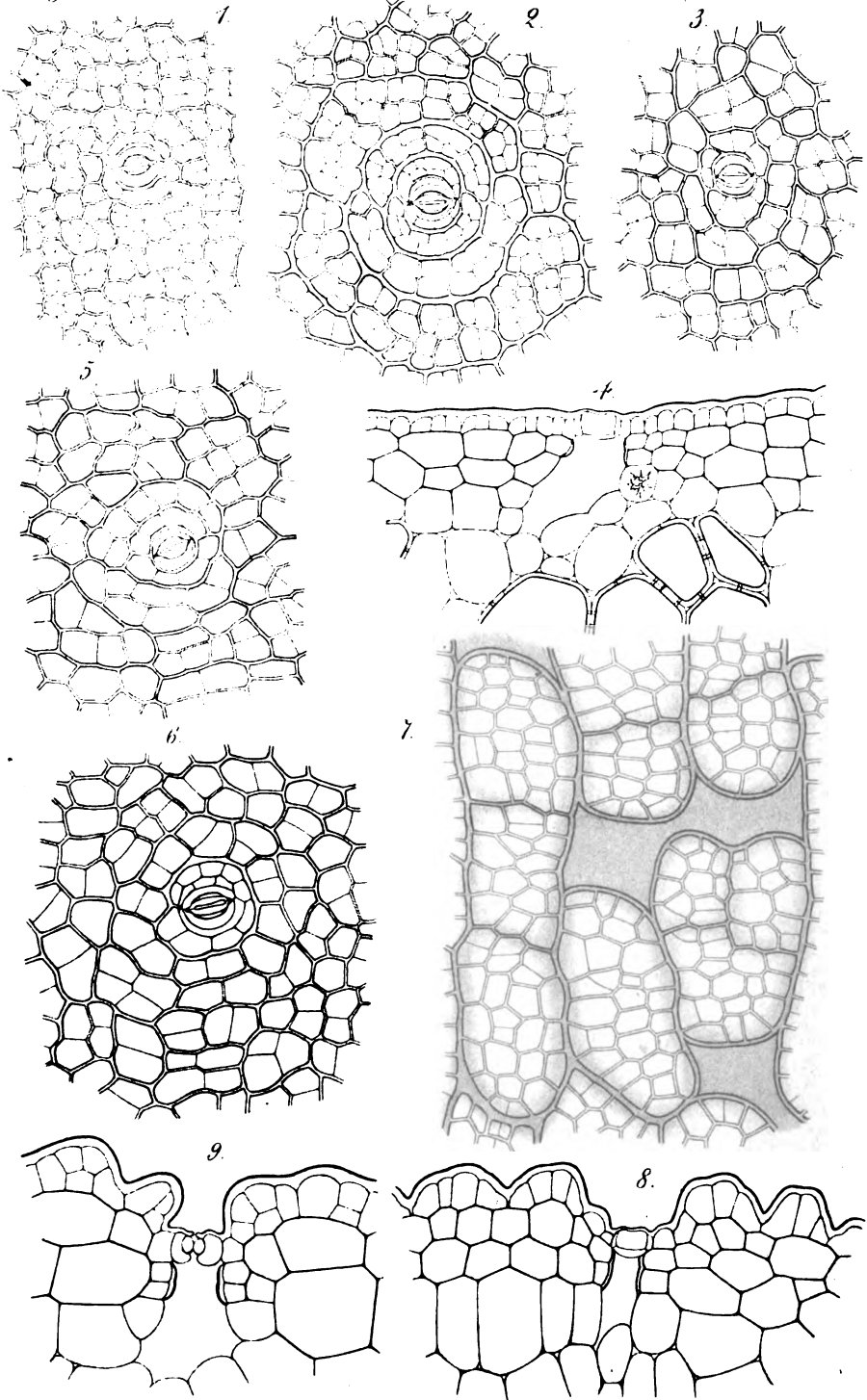
H Vöchting ad nat. del.

Lith. von Laue.



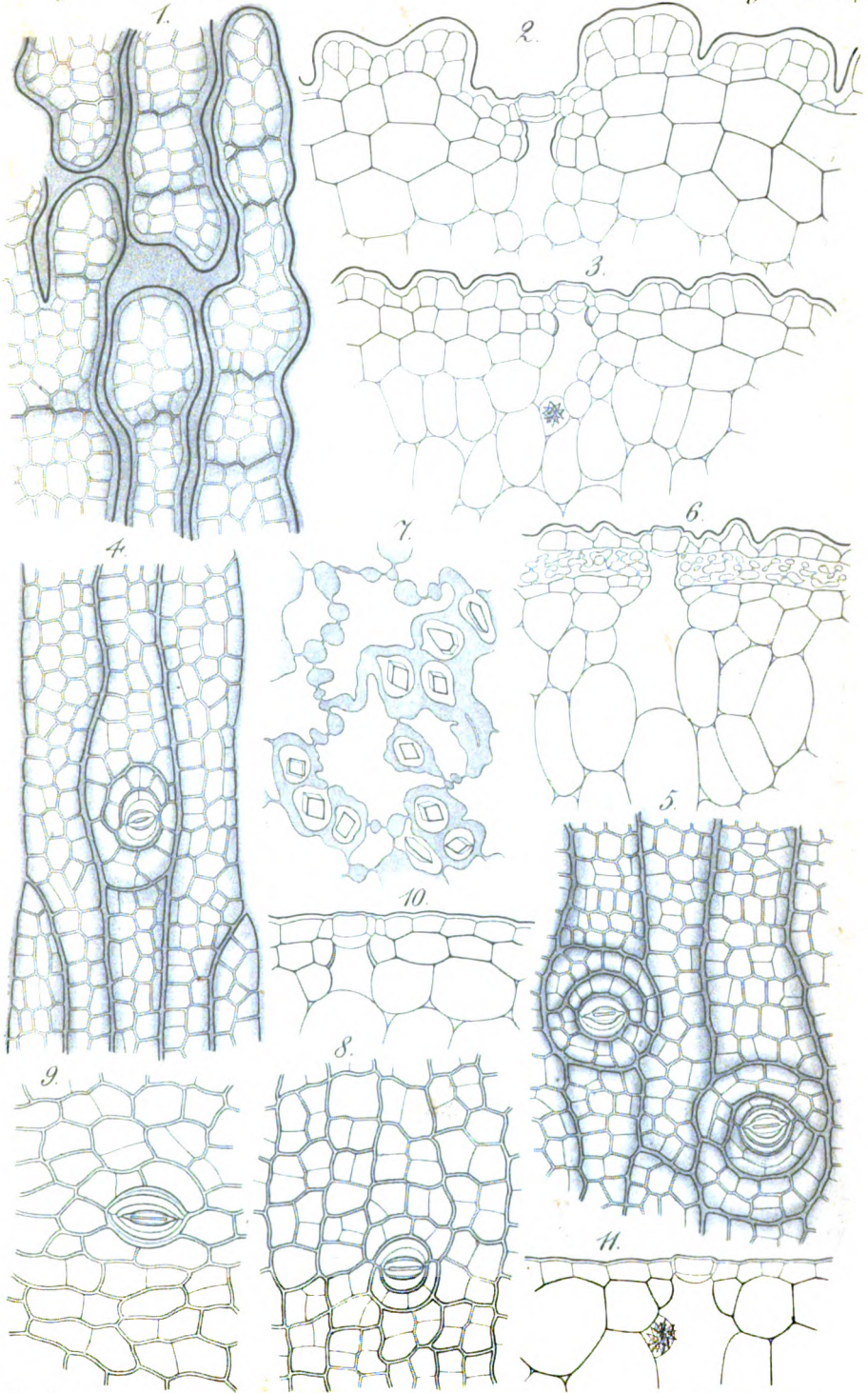
H. Vöchtling od nat. del.

Lith. von Lauer.



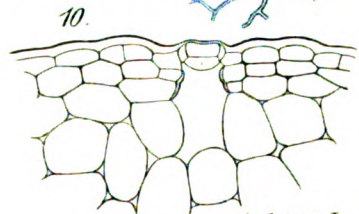
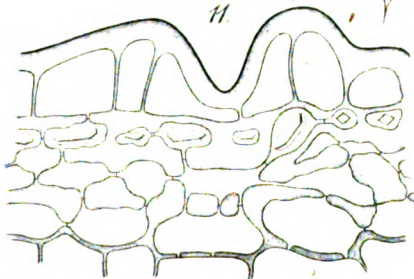
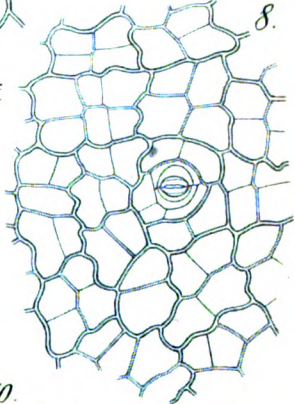
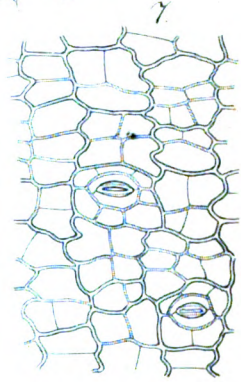
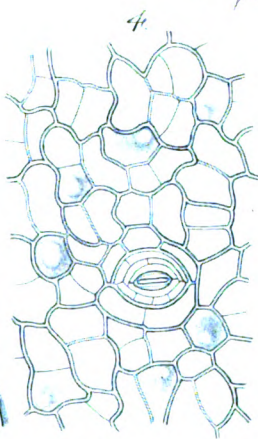
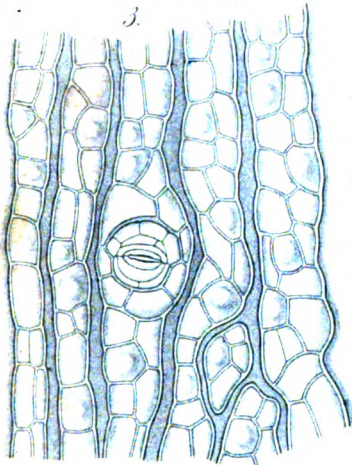
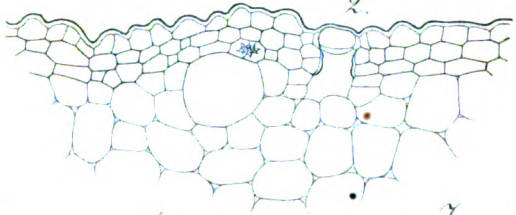
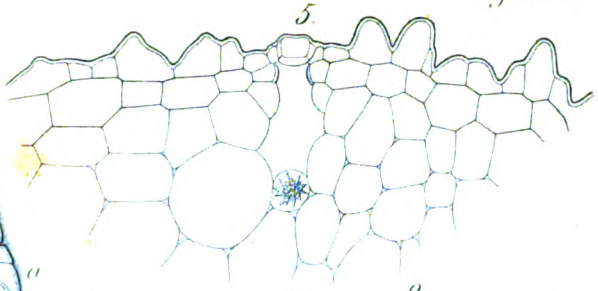
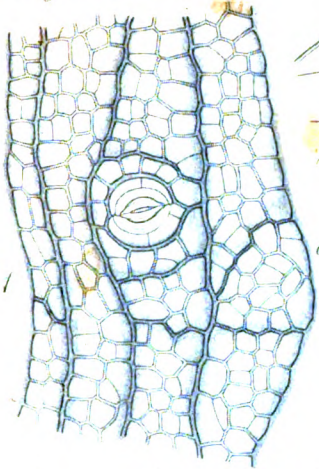
Psidium aculeatum

Loth. von Lave.



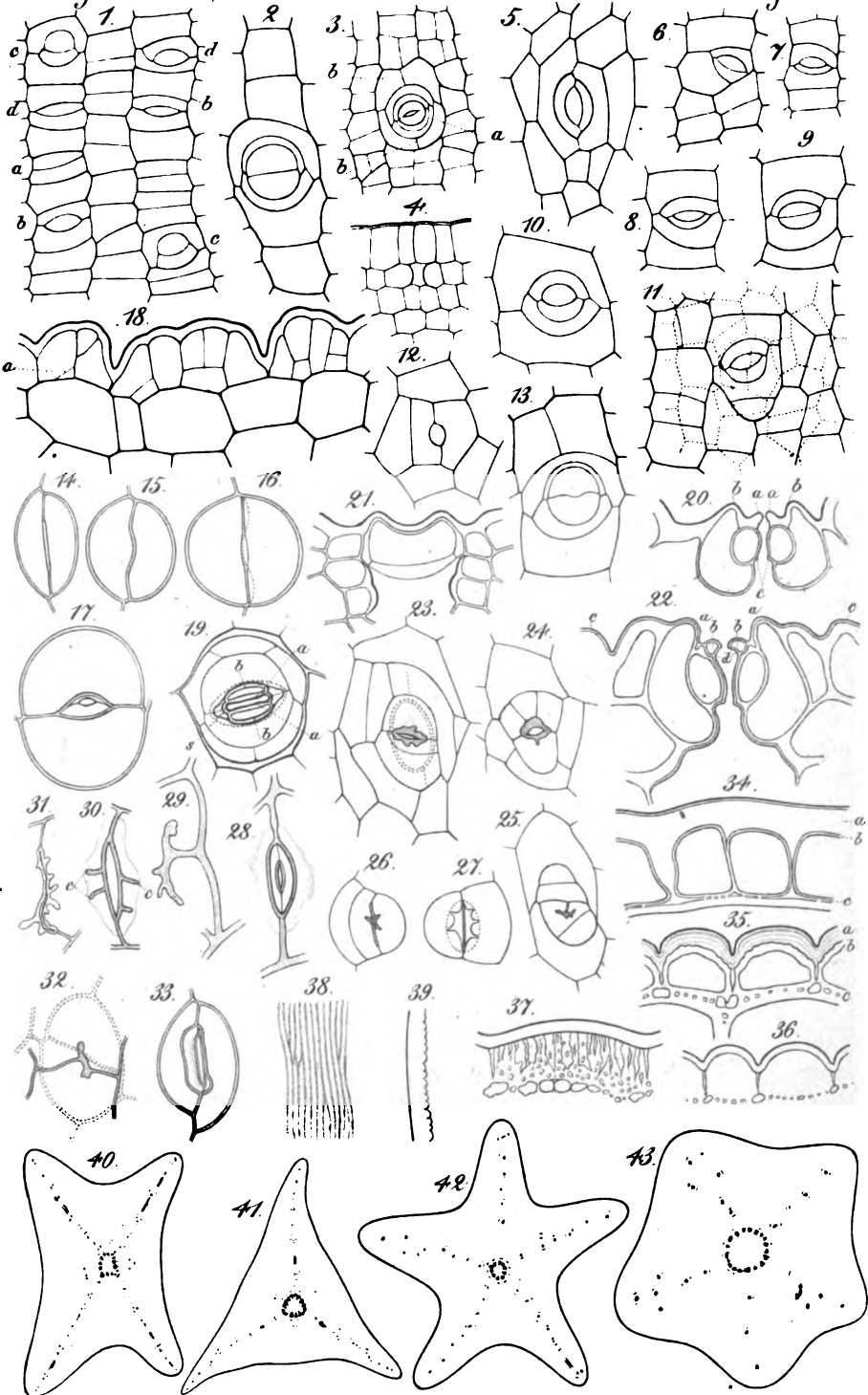
H. Vöchting ad nat. del.

Lith. von Laue.



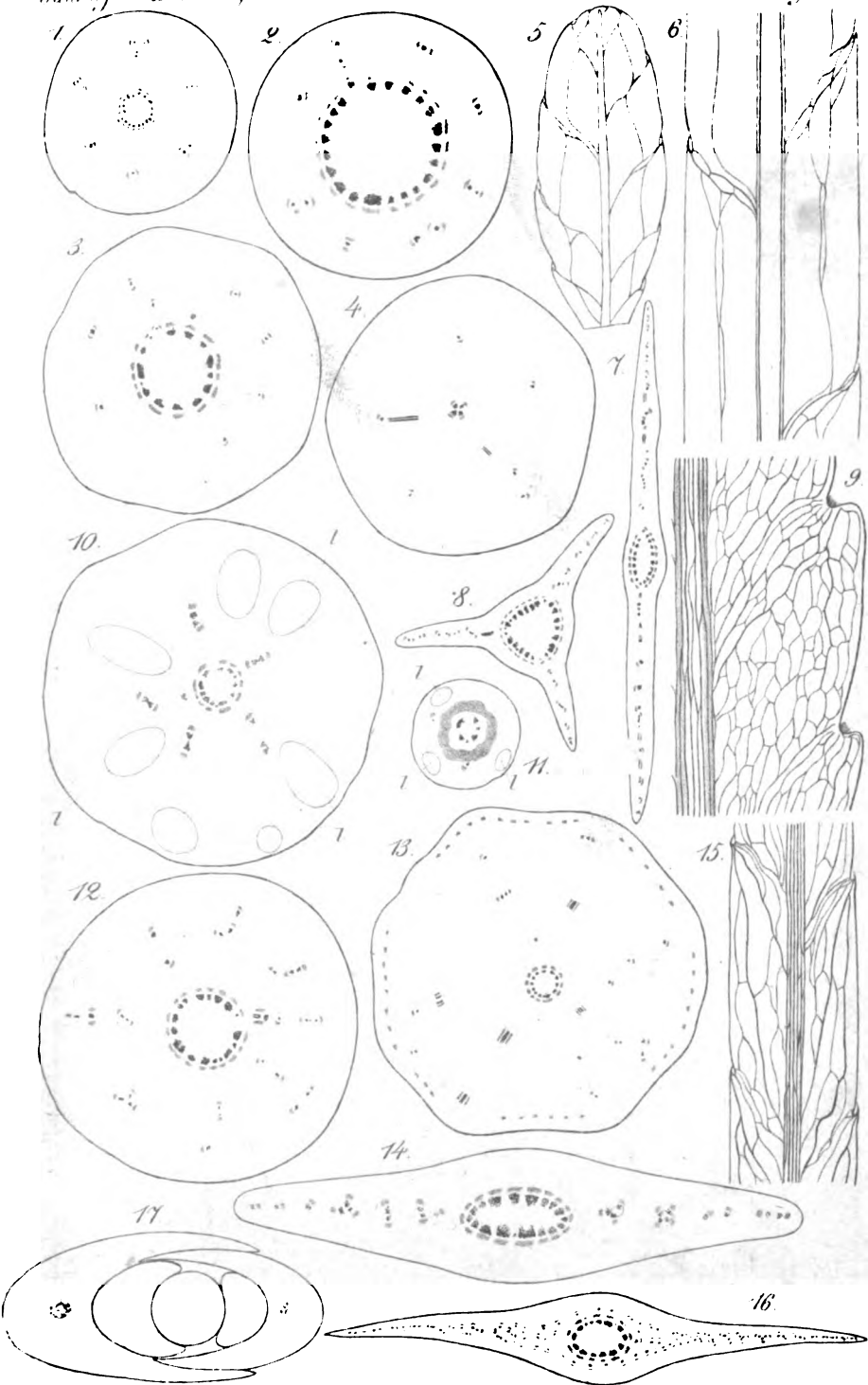
H. Vöchting ad nat. del.

Lith. von Lauze.



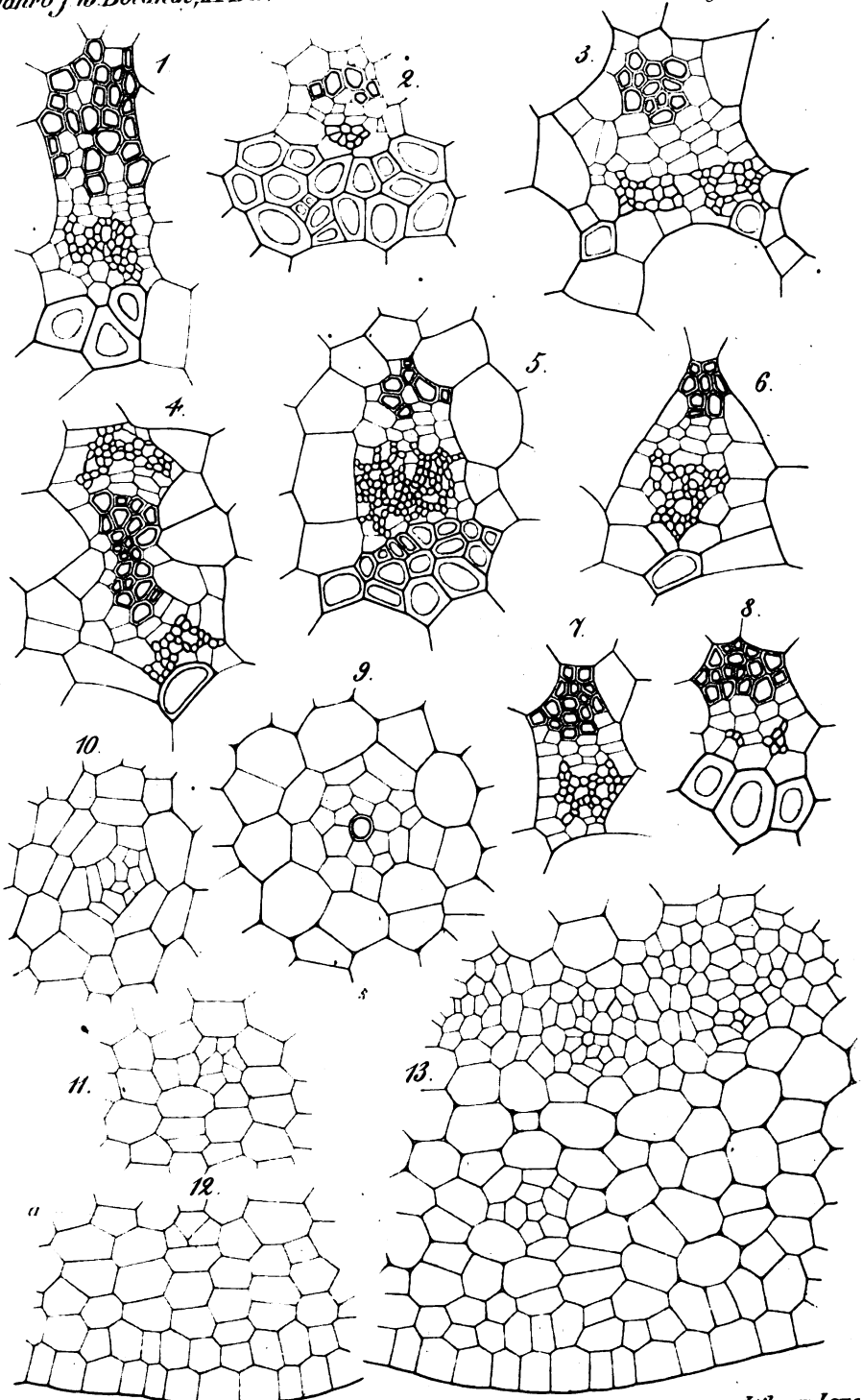
H. Vöchting ad nat. del.

Lith. von Lane.



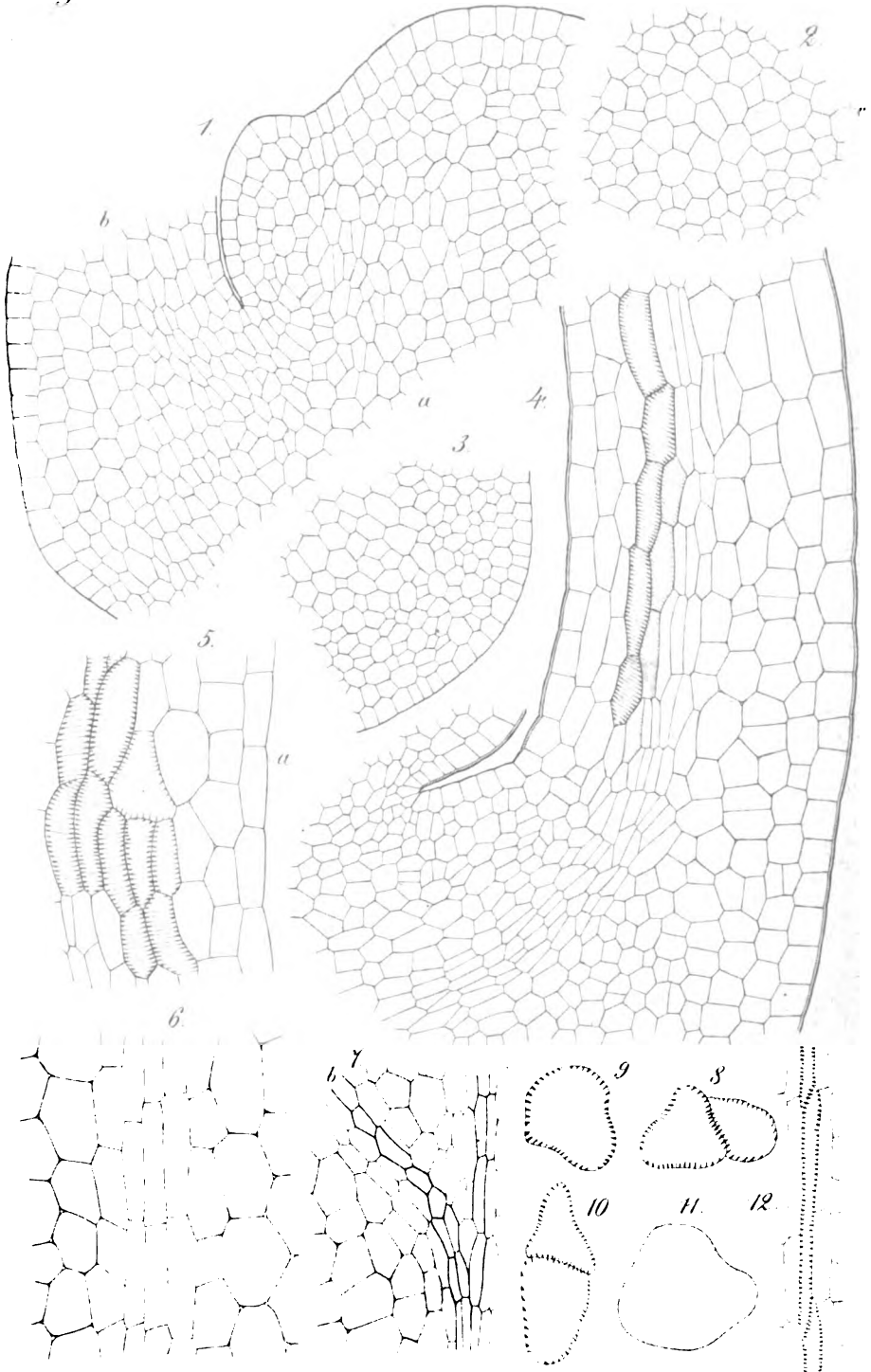
H. Vochting ad nat. del.

Luth von Laue.



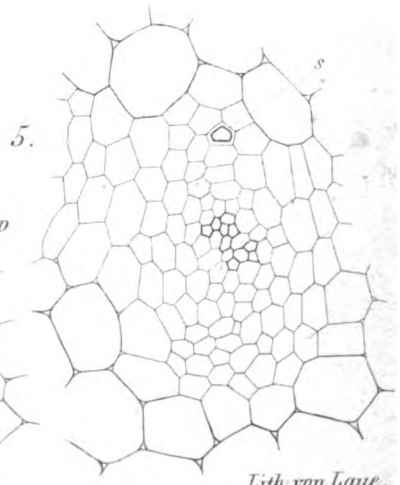
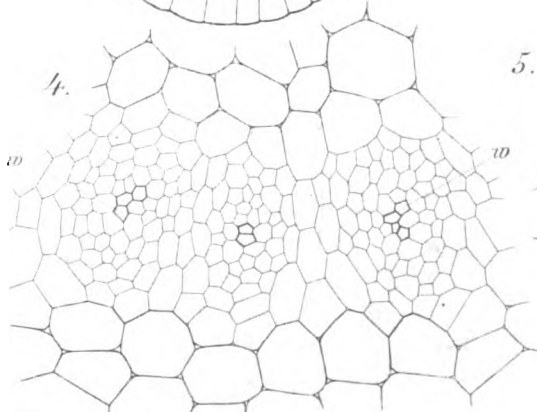
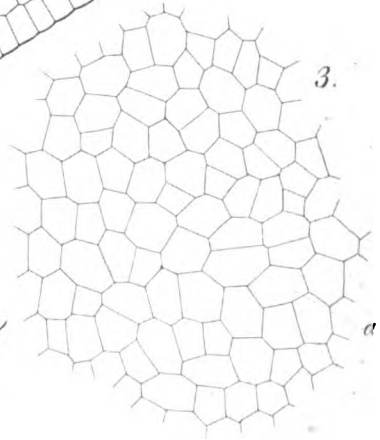
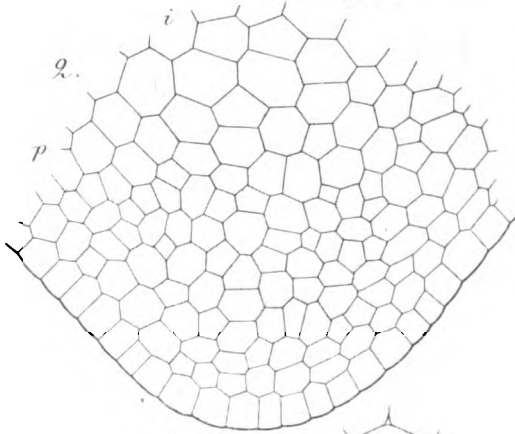
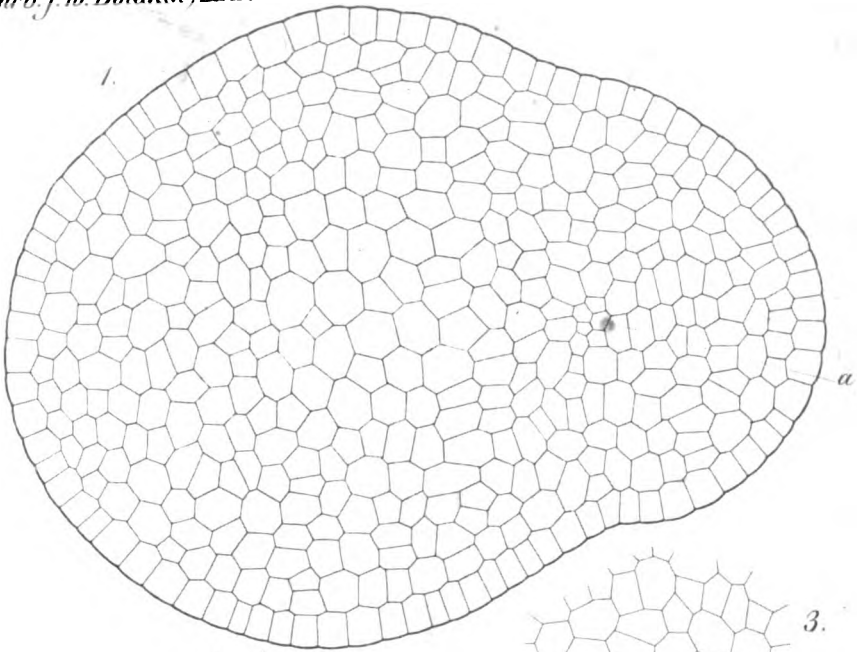
H. Vöckting ad nat. del.

Lith. von Lauer.



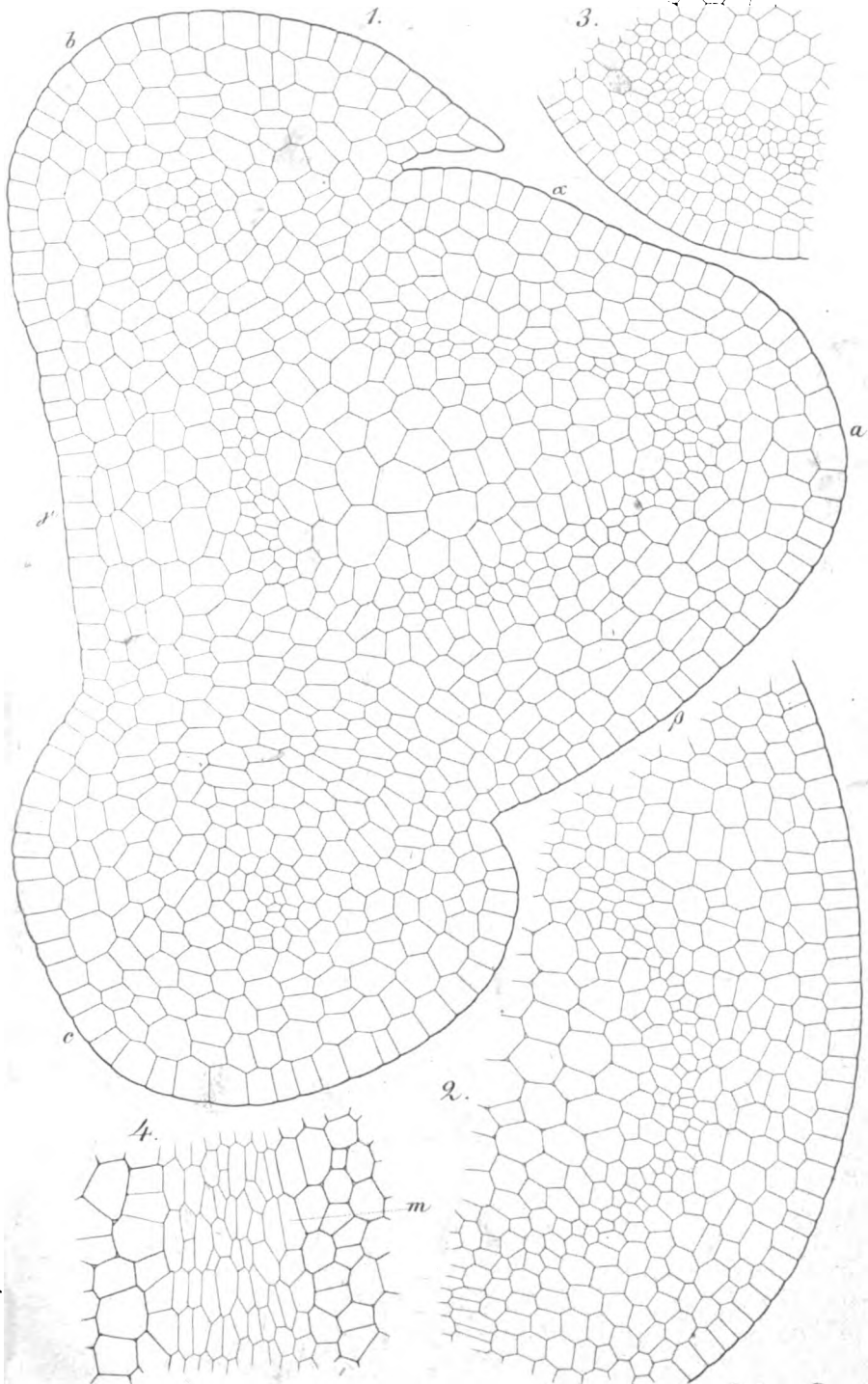
H Vöchting ad nat del

Lith von ...



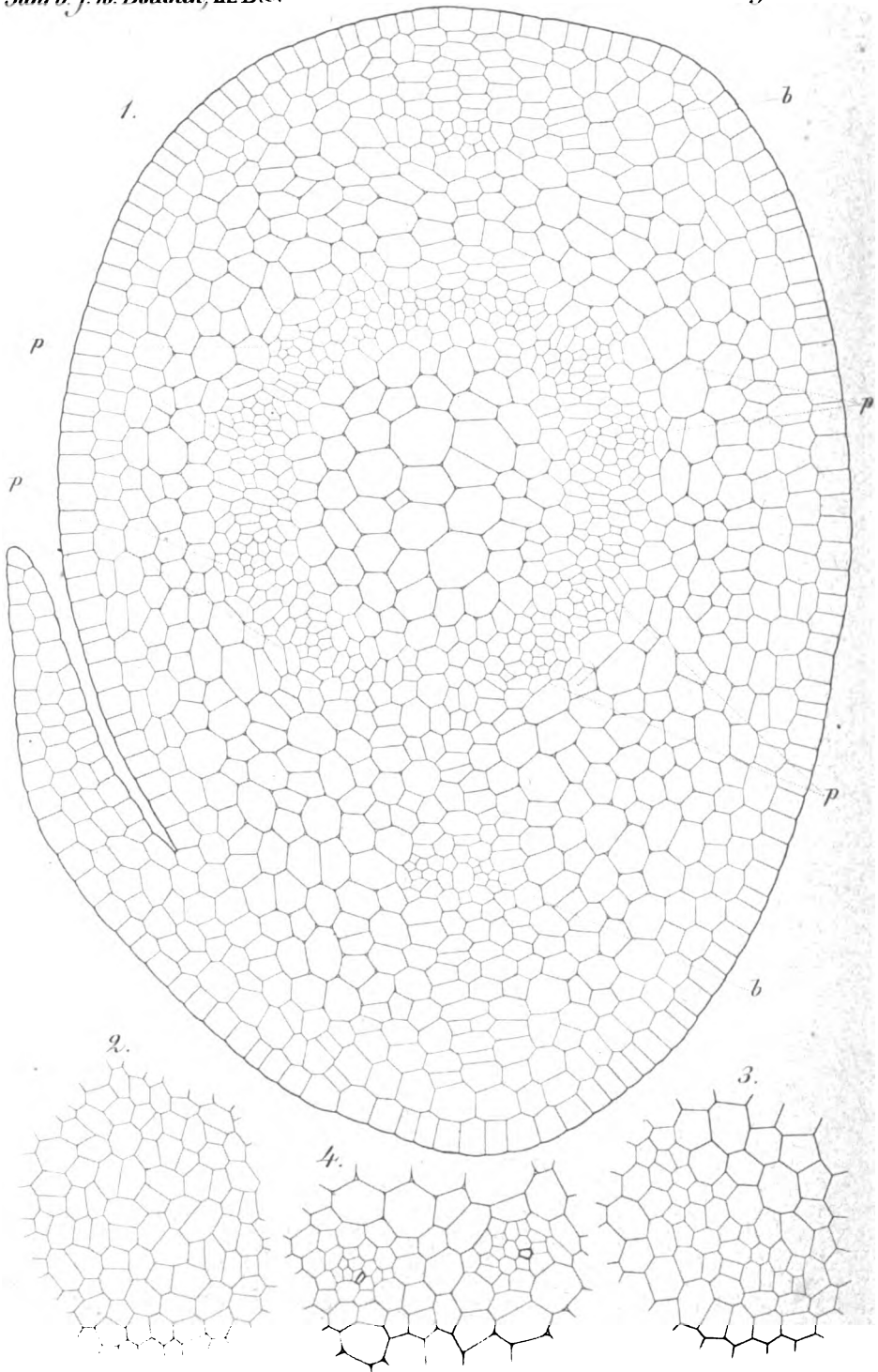
H. Vöchting ad nat. del.

Lith. von Laue.



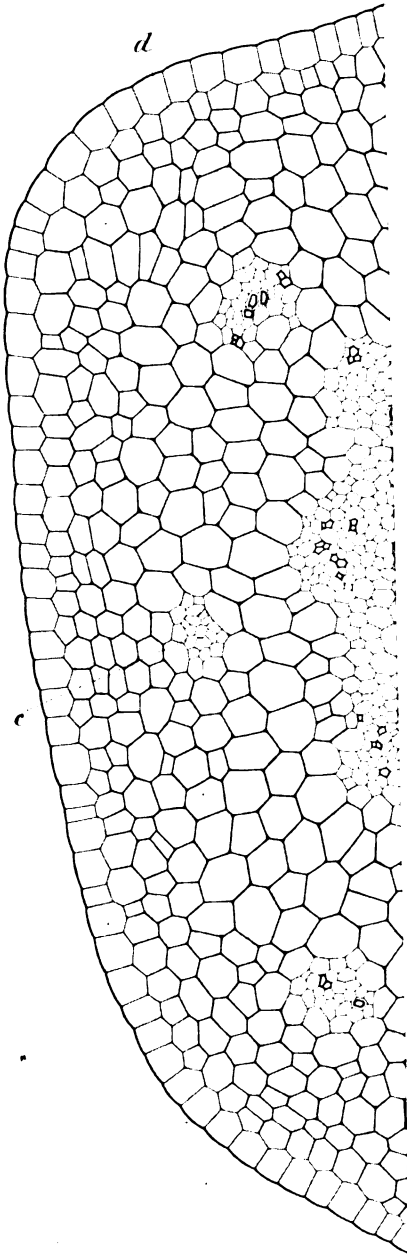
H. Vöchting ad nat. del.

Lith. von Laue.

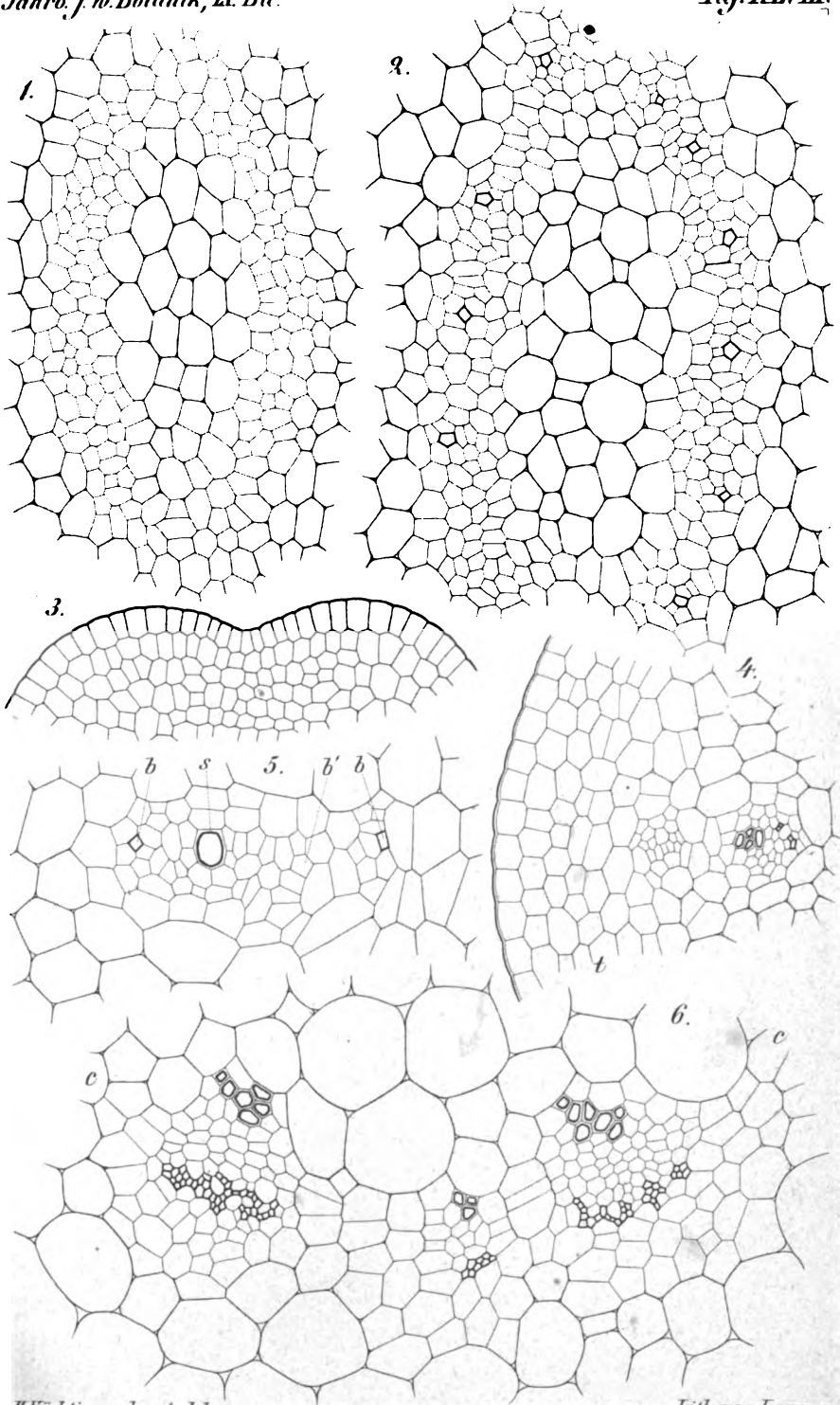


H. Vöchting ad nat. del.

Lith. von Laue.



H. Vöchting ad nat. del.



H. Vochting aq. nat. del.

Lith. von Lauer.