Arbeiten aus dem botanischen Institut zu Marburg.

V. R. Kühn: Untersuchungen über die Anatomie der Marattiaceen und anderer Gefässkryptogamen.

(Hierzu Tafel XVIII, XIX und XX.)

§. 1. Einleitung.

Die Familie der Marattiaceen ist, wie die Paläontologie zeigt, eine sehr alte; sie nimmt unter den jetzt lebenden Farnen in mehrfacher Beziehung eine so eigenthümliche Stellung ein, dass jeder Beitrag zur näheren Kenntniss derselben erwünscht sein dürfte.

Ich unternahm es daher auf Vorschlag meines hochverehrten Lehrers, Herrn Professor Dr. K. Goebel vorliegende Arbeit in Angriff zu nehmen, deren Zweck neben histologischen Untersuchungen namentlich der ist, Klarheit über den Verlauf und die Entstehung des complicirten Gefässbündelsystemes zu schaffen, welches wir bei den Marattiaceen antreffen; ferner festzustellen, inwieweit sich die erhaltenen Resultate für deren Verwandtschaftsverhältnisse in Bezug auf andere Farnfamilien verwenden lassen.

Herr Professor Goebel hatte die grosse Freundlichkeit mir hierzu Spiritus-Material von Marattia fraxinea Smith und von Kaulfussia aesculifolia Blume, sowohl in jungen als älteren Stadien der Entwicklung befindlich, zur Verfügung zu stellen, welches derselbe im Jahre 1885 auf Ceylon und Java gesammelt hatte.

Alle vorhergehenden Untersuchungen konnten namentlich deshalb nicht ganz in's Reine gebracht werden, weil die betreffenden Autoren nur wenig Material zur Verfügung hatten und meist nur auf Längs- und Querschnitten die Frage des Gefässbündelverlaufes studirten, ein Verfahren, welches bei der grossen Verschränkung der Bündel untereinander kaum ein klares Bild liefern kann.

Karsten [1]), der besonders die Farnstämme mit markständigen Bündeln untersuchte, scheint zu der Annahme geneigt zu sein, die von ihm bei der Untersuchung der Cyatheaceen u. a. gewonnenen Resultate auf die Marattiaceen zu übertragen, deren er selbst nur beiläufig gedenkt [2]).

Namentlich ergeben die an Dicksonia Lindeni Hook [3]) gemachten Beobachtungen, welche darin bestehen, dass nur die äusseren Abschnitte der

1) Karsten, Die Vegetationsorgane der Palmen. Schriften der Königl. Akademie der Wissenschaften, 1847.

2) l. c. S. 122.

3) l. c. S. 122. 162, Taf. IX, Fig. 5 und 6.

Universitätsbibliothek Regensburg urn:nbn:de:bvb:355-ubr05167-0463-1

zu drei Gefässbündelröhren vereinigten Gefässbündel des Stammes in die Blätter ausbiegen, während von der mittleren entsprechende Abschnitte nach Aussen liegen, um die in der äusseren Röhre entstandene Lücke auszufüllen und Abschnitte der innersten Schicht die Lücken der mittleren ergänzen, Anhaltspunkte, um sich eine Vorstellung von dem Verhalten der Gefässbündel der Marattiaceen zu machen.

Die eingehendste unter den älteren Arbeiten ist die von P. Harting[1]), welcher die Anatomie, Organographie und Histologie von Angiopteris Teysmanniana de Vriese untersucht hat. Er kommt zu folgendem Resultat[2]): »Das Gefässbündelsystem des Stammes bildet ein wirres Netz, dessen Maschen nach allen Richtungen des Raumes hin das Stammparenchym durchziehen. Nach dem oberen Ende zu setzen sich die Gefässbündel in den Vegetationspunkt fort, nach dem unteren Ende dagegen in die Wurzeln, von denen jede ein Gefässbündel empfängt und davon, um es so auszudrücken, die Fortsetzung bildet«. Diese vollständig irrige Ansicht erklärt sich dadurch, wie bereits Sachs[3]) bemerkt hat, dass Harting die das Stammparenchym durchziehenden Wurzeln als Gefässbündel des Stammes beschrieben hat, während er deren Bau nur oberflächlich untersucht hat.

Die gegen den Umfang des Stammes hin verlaufenden Stränge setzen sich nach diesem Autor in die der Blätter fort, und bilden dort ebenfalls ein Netz, dessen Maschen nur sehr viel weiter ausgezogen sind als die des Stammes.

Der Bau der Gefässbündel — er beschreibt, wie schon erwähnt, die Wurzelgefässbündel als Stammgefässbündel — sei der, dass ihre Mitte von sternförmig angeordneten Gefässen eingenommen werde. Zwischen den Strahlen stehen enge, längere Zellen, — er meint den Siebröhrentheil damit —, die er mit den zwischen den Gefässen befindlichen, zu deren Ernährung dienenden Zellen gleichstellt. Umgeben ist das Bündel von einer einzigen Lage Zellen: einer Gefässbündelscheide, welcher sich ein mit Intercellularräumen versehener Zellencylinder anschliesst und diesem wiederum ein aus lückenlos zusammenschliessenden Zellen bestehender Cylinder. Beide Theile enthalten Canäle, welche mit einem roth-violetten durchsichtigen Saft erfüllt sind.

Die im mittleren Theil des Stammes vorhandenen Bündel — er meint die eigentlichen von ihm nicht als solche erkannten Stammgefässbündel — haben dagegen noch nicht ihre volle Umhüllung erhalten, sondern besitzen ca. 6 cm unterhalb des Vegetations-Punktes nur eine einzige

1) W. H. de Vriese et P. Harting, Monographie des Marattiacées suive de Recherches sur l'anatomie, l'organographie et l'histiogénie du genre Angiopteris. Leyde et Dusseldorf 1853.

2) l. c. S. 37.

3) Sachs, Lehrbuch der Botanik, IV. Aufl. Leipzig 1874. S. 415.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05167-0464-6

Reihe Gefässe, welche den Umfang einnehmen, während das Innere noch von Zellen erfüllt ist, deren grösster Theil sich später in Gefässe umwandelt.

Dem Stamme fehlt vollständig eine eigene freie Oberfläche; dafür ist er jedoch mit den Blattbasen und deren Stipeln bedeckt. An Stelle des nicht vorhandenen Korkes sind die äusseren Zellen abgestorben und besitzen braune Wände.

Die adventiven Wurzeln sind mit zahlreichen Wurzelfäserchen bedeckt, die unter einem Winkel von 40 bis 60 Grad abgehen und anatomisch vom Bau der anderen Wurzeln nicht verschieden sind.

Das centrale Gefässbündel der Wurzel ist nur die Verlängerung eines Stammbündels und von diesem nicht verschieden gebaut. Es ist umgeben von einer prosenchymatischen und darauf folgenden parenchymatischen Hülle. Die Stelle einer Epidermis nimmt eine zwei- bis dreizellige Schicht kleiner brauner, abgestorbener Zellen ein.

Die Gefässbündel des Blattstiels sind in mehrere concentrische Ringe gestellt, deren einzelne Bündel anastomosiren und dann langgestreckte, spitze Maschen bilden. Allmählig nehmen die Kreise nach der Spitze zu ab. Im secundären Blattstiel sind noch zwei Kreise vorhanden. Die den Blattgrund umgebenden Stipeln haben die Gestalt einer Kapuze oder die einer Scheide, deren Aussenfläche mit einer Anzahl elliptischer Körperchen bedeckt ist, welche Analogie mit den Lenticellen besitzen.

Dieselben stellen kleine Höhlungen in der Epidermis dar, erfüllt mit abgestorbenen Zellen. Sie werden näher von Potonié[1]) beschrieben, der sie an den Blattstielen von Angiopteris- und Marattia-Arten untersucht hat und zu dem Resultat Haberlandt's kommt: »An grünen, peridermlosen Organen entstehen die Lenticellen zum Schutze des darunter liegenden Grundgewebes«. Ueber dieselben hat in der neueren Zeit Klebahn[2]) eine kurze Notiz veröffentlicht, worin er sagt, dass sie mit den Lenticellen sehr wenig übereinstimmen; das einzige analoge ist die Entstehung unter Spaltöffnungen. Sie kommen ihm vor, wie ein missglückter Versuch, Lenticellen zu erzeugen.

Nach Harting unternahm es Mettenius[3]) durch Untersuchung eines alten im Absterben begriffenen Stammes von Angiopteris evecta Hoffm. Klarheit in den Gefässbündelverlauf zu bringen. Da er auf Quer- und Längsschnitten kein deutliches Bild erhielt, entfernte er das Rindenparenchym des Stammes bis auf die äusserste Zone des Gefässbündel-

1) Potonié, Anatomie der Lenticellen der Marattiaceen. Jahrbücher des bot. Gartens Berlin I, S. 307.

2) H. Klebahn, Die Rindenporen. Jen. Zeitschr. für Naturwissensch. Bd. XVII, S. 561.

3) Mettenius, Ueber den Bau von Angiopteris. Abhandlungen der mathem.-physical. Klasse der Königl. Sächs. Gesellschaft der Wissenschaften. Band VI.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05167-0465-2

systems und gelangte dabei zu folgendem Resultate. Die auf Querschnitten vorhandenen 5 bis 6 unregelmässigen in einander übergehenden Ringe werden dadurch gebildet, dass mehrere in und übereinander gestülpte, trichterförmige Zonen vorhanden sind, die sich netzförmig mit einander vereinen, sich nach oben und aussen erweitern und so die Peripherie des Stammes erreichen, um alsdann in die Blätter zu verlaufen. In jede Blattbasis tritt eine Anzahl von der äussersten Zone abgehender Zweige aus und als Ersatz der ausgetretenen tritt ein entsprechender Abschnitt der nächst inneren Zone aus der Tiefe der Axeln des betreffenden und der beiden nächst unteren seitlichen Blätter nach oben in die Aussenzone. Abschnitte der dritten Zone treten in die so entstandene Lücke der zweiten und so fortgesetzt, jeweilig netzförmige Verbindungen mit der nächst äusseren Zone eingehend.

Weitere Anastomosen zwischen den Zweigen der successiven Zonen kommen in der Blattinsertionsstelle selbst zu Stande und zwei der inneren Seite der Blattbasis angehörende Bündel werden von der in die Lücke der äusseren tretenden zweiten Zone entsendet.

Russow[1]) stellt keine Untersuchung über den Verlauf der Bündel an, da ihm ein Stamm nicht zur Verfügung gestanden hat; er untersucht dafür aber den anatomischen Bau der Blätter und Wurzeln.

In seiner vorzüglichen Arbeit kommt er zu dem Resultat, dass die Leitbündel der Blätter mit denen der übrigen Filices übereinstimmen, und dass Sclerenchym nur in den Blattstielen vorkommt, während es in dem angeschwollenen Theil des Wedelstielgrundes und den aufgetriebenen Basen der Fieder erster Ordnung in Collenchym übergeht.

Es sind zweierlei Arten von Wurzeln vorhanden: Unverzweigte Luftwurzeln und verzweigte unterirdische Wurzeln, die beide in ihrem anatomischen Bau nicht wesentlich von einander abweichen. Bei Angiopteris bildet der Xylemkörper der Luftwurzeln einen 12 bis 20, bei Marattia einen 8 bis 12strahligen Stern, in den unterirdischen Wurzeln dagegen, wie es scheint, constant 5strahligen Stern. In letzteren sind sämmtliche Xylemelemente bis zum Centrum verholzt, in den Luftwurzeln dagegen sind in jedem Xylemstrahl nur die äussersten Protoxylemzellen und Tracheïden verholzt.

Holle[2]) untersuchte junge aus Stipeln gezogene Exemplare von Marattia cicutaefolia und Angiopteris evecta, sowie Herbariummaterial von Danaea trifoliata. Erstere beiden Species untersucht er namentlich auf die Entstehung der Organe hin und deren Bau im fertigen Zustand. Er

---

1) Russow, Vergleichende Untersuchungen der Leitbündelkryptogamen. St. Petersburg 1872, S. 105 u. f.

2) Holle, Ueber die Vegetationsorgane der Marattiaceen. Sitzung d. kgl. Gesellschaft der Wissensch. zu Göttingen, 8. Jan. 1876; Botan. Ztg. 1876, S. 215.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05167-0466-8

findet, dass bei diesen die im Blattstiel unpaarig angeordneten Gefässstränge im Grunde, wo die seitlichen für die Stipeln Zweige abgeben, paarige Anordnung annehmen und bei Marattia zu zweien — ob dies auch für erwachsene Exemplare gilt, lässt er dahingestellt — in das Stammskelett eintreten. Hier bilden sie, seitlich durch Commissuren verbunden, ein hohlcylindrisches Netzwerk, an welchem jede Masche einem Blatte entspricht. Ausserdem gehen aber von den Commissuren Stränge aus, welche das Innere des Centralcylinders quer durchsetzen. Bei Angiopteris sind die Verhältnisse complicirter, da die Blattspur mit vier, einen weiten Bogen einnehmenden, Strängen im Stamme abwärts verläuft.

Durch den bilateralen — er schlägt den Ausdruck für collateral als richtiger vor — Bau der Gefässbündel weicht Marattia und Angiopteris von den typischen Farnen ab, stimmt dagegen in dieser Beziehung überein mit den Ophioglossaceen und mit den Osmundaceen.

Ganz anders verhält sich der von Holle zum ersten Male anatomisch untersuchte Stamm von Danaea. Hier geht das hellgefärbte Sklerenchym des Blattstieles am Grunde nicht in Collenchym über, sondern in normales, braunwandiges Sklerenchym, welches sich in den Stamm fortsetzt und denselben mit einem ununterbrochenen Sklerenchymmantel bedeckt. Ausserdem besitzen die Gefässbündel des Stammes und der Blattstiele von Danaea eine Strangscheide. Karsten[1]) und Mettenius[2]), welche den Gefässbündelverlauf bei verschiedenen Danaea-Species untersuchten, erwähnen von diesem eigenthümlichen Verhalten nichts.

De Bary[3]) fand bei der Untersuchung eines jungen Stämmchens von Angiopteris ein typisches, von weiten Blattlücken durchbrochenes Bündelrohr; zwei starke Blattbasen entspringen unten an den Seitenrändern der Lücke und steigen durch die Rinde schräg aufwärts, innerhalb dieser in ihre in's Blatt austretende Zweige getheilt.

All diese Angaben lassen uns jedoch noch kein klares Bild über den complicirten Aufbau der Marattiaceen gewinnen. Die folgende Untersuchung möge deshalb einen kleinen Beitrag zur Klärung der in Frage stehenden Verhältnisse liefern.

§ 2. Kaulfussia aesculifolia Blume.

Allgemeines.

Im Gegensatz zu den knolligen, fleischigen Stämmen von Angiopteris und Marattia stehen die beiden Gattungen Danaea und Kaulfussia. Erstere besitzt nach Holle ein aufrechtes oder schief aufsteigendes (bei Danaea trifoliata verzweigtes) Stämmchen. Kaulfussia besitzt dagegen ein dorsi-

1) l. c. S. 116, Taf. 9, Fig. 10.

2) l. c. S. 524.

3) De Bary, Vergleichende Anatomie der Vegetationsorgane. Leipzig 1877. S. 302.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05167-0467-4

ventrales, kriechendes Stämmchen. Es stehen diese beiden Gattungen in dieser Beziehung nicht etwa vereinzelt unter den Marattiaceen da, als die Keimpflanzen der untersuchten übrigen Arten ebenfalls einen gestreckten Stamm aufweisen. Es scheint somit, dass dies die ursprüngliche Form gewesen sei, aus der sich die heutige Form der betreffenden Gattungen herausgebildet hat.

Die mir in verschiedenen Altersstadien vorliegenden Exemplare von Kaulfussia aesculifolia Blume zeigen sämmtlich ein kriechendes, dorsiventral gebautes Stämmchen, von denen eines in Figur 1 wiedergegeben ist. Auf seiner Oberseite stehen die in zwei jedoch einander sehr genäherten Reihen angeordneten Blätter, die sich so von einem stehenbleibenden Basalrest ablösen, dass sie eine breite glatte Narbe hinterlassen. Der Basaltheil bleibt umgeben von den beiden Stipeln (*b*), die nach dem Vegetationspunkte des Stammes zu sich vereinigen und ihren unteren Theil (*c*) ähnlich umbiegen wie das Nackenschild eines Helmes. Mit diesem Theil legen sie sich an den Blattstiel des nächst jüngeren Blattes an, so dass der über der Erde befindliche Theil des Stammes keine freie Oberfläche darbietet. Am Vegetationspunkt hüllen die Stipeln nicht nur ihr zugehöriges Blatt ein, wie aus Figur 1 und 2 hervorgeht, wo eben das noch eingehüllte Blatt (*d*) im Begriff ist hervorzubrechen, sondern mit ihrem unteren Ende bedecken sie auch den Gesammtcomplex der jüngeren Blätter (*f*), deren Stipeln sich ebenso wieder verhalten.

Der im Boden befindliche Theil des Stammes ist unbedeckt; es entspringen demselben zahlreiche Wurzeln, die theilweise in der Figur nur angedeutet sind.

Einzelne der vorliegenden Exemplare sind seitlich verzweigt. Es kann dies nicht überraschen, da die Stellung der Zweige auf den Flanken, von Blättern unabhängig, bei dorsiventralen Organen sehr verbreitet ist: Harposiphonia, Azolla, Salvinia etc.

§ 3. Der grobe anatomische Bau.

Der Stamm von Kaulfussia besitzt entgegen Angiopteris und Marattia zeitlebens nur einen Kreis von Gefässbündeln, in deren Mitte normal ein Innenstrang verläuft. Es steht dieses Verhalten wahrscheinlich mit dem geringen Dickenwachsthum dieser Gattung in Zusammenhang.

Um den Gefässbündelverlauf des Stammes festzustellen, wurde die zuerst von C. Naegeli[1]) empfohlene Methode der successiven Querschnitte eingeschlagen. Ein 2,24 cm langes Stammstück wurde sammt ansitzenden Blattbasen mittels eines Mikrotoms in 112 Querschnitte zerlegt. Die je 0,2 mm dicken Schnitte wurden gezeichnet und untereinander verglichen. Die Figuren 3 bis 10 geben acht dieser so erhaltenen Zeich-

1) C. Naegeli, Beiträge zur wissenschaftlichen Botanik. Leipzig 1858–68.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05167-0468-0

nungen wieder, welche sämmtlich im Wesentlichen dasselbe Bild liefern, indem ein centrales Bündel (*c'*) von einem Kreis von Gefässbündeln umgeben ist, deren Zahl innerhalb bestimmter Grenzen wechselt.

Hierauf wurde, um ein zusammenhängendes Bild zu erhalten, ein 6,5 cm langes Stammstück, welches vier Blattansätze trug, freipräparirt. Es wurde dasselbe zu diesem Zwecke zunächst einige Zeit in schwach Salzsäure haltigem Wasser behufs Erweichens der Gewebesysteme gekocht und hierauf mittels des Skalpells von der Rinde und dem Grundparenchym befreit. Das so erhaltene Skelett giebt Figur 11 zur Hälfte wieder. Wie aus dieser seitlichen Ansicht hervorgeht, hebt sich der unterirdische Theil des Skelettes charakteristisch von dem oberirdischen ab. Ersterer zeigt äusserst langgestreckte Maschen, an dessen Bündeln zahlreiche Wurzeln entspringen, während der oberirdische, die Blattspurstränge aufnehmende, Theil aus schmäleren, kürzeren Maschen sich zusammensetzt, deren Strängen die Wurzelansätze fehlen. Der den Cylinder durchziehende, mit *c'* bezeichnete, in der Figur nur schwer zu verfolgende Mittelstrang verläuft in der untersten Partie des Stammcylinders, um sich, nach Ansetzung der Stränge eines Blattes, nach der Oberseite zu begeben. Hier entsendet er entweder einen Doppelstrang (*a*), der sich später in zwei Gabeläste (*b*) theilt, oder direkt zwei Gabeläste, die sich an die die Blattlücke begrenzenden beiden Stränge ansetzen und dann durch Anastomosen die Blattlücke wieder schliessen und dadurch diejenigen Bündel auch wieder bilden, welche bestimmt sind, in das nächst jüngere Blatt einzutreten. Der Centralstrang selbst verläuft dann wieder in den tiefsten Theil des Cylinders. Um die einzelnen Anastomosen der Stränge verfolgen zu können, gehen wir am besten von Schnitt 5 aus. Derselbe zeigt uns den centralen Strang *c'* von einem äusseren Kreis von sieben Gefässbündeln umgeben, die mit den Buchstaben *a* bis *g* bezeichnet sind. Entsprechend dem dorsiventralen Bau von Kaulfussia gehören hiervon die Bündel *a* bis *d* der Oberseite des Stammes, die anderen, *e* bis *g*, dem unterirdischen Theile desselben an. In Schnitt 6 hat sich die Anordnung der Bündel etwas verschoben, da Anastomosen unter denselben erfolgt sind. So hat sich das Bündel *e* mit einem von *f* kommenden vereinigt, während Strang *g* den mit *h* bezeichneten, *b* das Bündel *b'* abgegeben hat. Letztere beiden Bündel sind bestimmt, Verbindungen mit *a* herzustellen. Ebenso legen sich die beiden Stränge *c* und *d* aneinander an. Ein Unterschied zwischen den an der Oberseite stattfindenden Anastomosen und denen an der Unterseite ist insofern vorhanden, als erstere sich schneller wiederholen als letztere. Es muss daher die Folge sein, dass an der Oberseite engere Maschen entstehen als an der Unterseite. Fernerhin muss dadurch aber ein dorsiventral gebautes Gefässbündelnetz zu Stande kommen, welches durch Lücken unterbrochen ist, die eine Verbindung des inneren und äusseren Gewebes ermöglichen. Beides ist aber, wie wir oben am Skelett gesehen haben, der Fall.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05167-0469-8

Verfolgen wir nun die Ansetzung eines Blattes, so gehen wir am besten von Figur 10 aus, die einen Querschnitt darstellt, welcher kurz vor einer Blattlücke befindlich ist. Dass mittlere Gefässbündel *c'* hat eben mit *d* und *a'* durch je einen Ast in Verbindung gestanden und tritt jetzt allmählig in den unteren Theil des Cylinders. In Figur 9 sehen wir die Gefässstränge des mit *Bl'* bezeichneten Blattes sich den Strängen des Stammgefässbündelsystemes nähern, indem sie, unter ebenfalls Maschen bildenden Anastomosen, sich einestheils an die die Blattlücke begrenzenden Stränge *d* und *a* ansetzen, anderentheils einen neuen Strang dem Stammgefässbündelcylinder zuführen. Die zu einem Halbkreis auseinandergewichenen Blattstränge haben bereits durch *d''* die Verbindung mit *d*, durch *b* und *a'* mit *a* hergestellt und verlaufen nun unter weiteren Anastomosen immer tiefer in's Stammgewebe. Strang *k* stellt einen der vielen Stränge dar, welche die Verbindung der in den Stipeln (*St*) verlaufenden Bündel mit den Blattbündeln herstellt. In Figur 8 sind die Blattspurstränge noch weiter dem Stammcylinder näher gerückt, noch mehr in Figur 7 und 6, während Figur 5 nichts Auffälliges mehr in der Anordnung der Bündel zeigt. In Figur 4 ist bereits wieder eine neue Blattlücke vorhanden, die durch den wieder an die Oberseite des Stammcylinders getretenen Strang *c'* eben geschlossen wird, indem dieser Strang nach *a* + *h* und *b* Verbindungsstränge sendet. Bündel *h* war von *g* nach *a* gegangen und verläuft dann mit *b* als Seitenstränge der neuen Lücke weiter, während der Strang *a* aufgehoben ist. Die Folge von diesem Verlauf ist die, dass vier Stammstränge sich in die Blätter so abwechselnd fortsetzen, dass entweder die drei rechten oder die drei linken in die Blätter verlaufen, während jedesmal der äusserste linke resp. der äusserste rechte unbetheiligt bleibt. In Figur 3 endlich übernehmen die Stränge *h* und *b* die Funktion der Seitenstränge, während der Strang *c* diesmal unbetheiligt bleibt.

Die Gefässbündel des Blattes sind wie im Stamm angeordnet. Auch hier ist ein centraler Strang von einem äusseren Kreis von Gefässbündeln umgeben, die untereinander ebenfalls, nur viel seltener als im Stamm, anastomosiren. Beim Eintritt des Blattes in den Stamm öffnet sich der Gefässbündelcylinder des Blattes an der dem Stamme zugekehrten Seite, indem die hier liegenden Stränge nach rechts und links auseinanderweichen, bis sie unter zahlreichen Anastomosen einen Halbkreis eingenommen haben. Nachdem normal der Mittelstrang des Blattes sich an ein seitliches Bündel angelegt hat, setzen sich die Stränge in Gestalt eines Cylindersegmentes, welches von zahlreichen Maschen durchbrochen ist, an die Gefässbündel des Stammes an. Dasselbe geht aus Figur 11 hervor, wo an der Stelle *d* die Blattansätze, bei *e* die aus den Stipeln kommenden Stränge zu sehen sind, welche in letzteren ebenfalls ein äusserst zartes Bündelnetz bilden.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05167-0470-9

Während der eben geschilderte Aufbau des Gefässbündelsystemes der normale ist, kommen jedoch Abweichungen vor.

Dieselben bestehen bezüglich des Centralstranges darin, dass dieser sich bereits in dem schmalen Theil des Stammcylinders, d. h. zwischen je zwei Blattansätzen, in zwei Stränge theilt, die parallel unterhalb der Blattlücke verlaufen, um sich dann wieder zu vereinen und die Blattlücke zu schliessen. In einem Falle spaltete sich an der erwähnten Stelle sogar der Mittelstrang gleich in drei Stränge, von denen einer oben, die anderen beiden parallel und dicht an einander geschmiegt unten verliefen. Ersterer ergänzte die Blattlücke, an die sich die beiden anderen, nachdem sie wieder zu einem einzigen Strang verschmolzen waren, ansetzten, um sich darauf wieder in zwei zu theilen.

Auch bezüglich des Blattstielmittelstranges konnte sowohl in den successiven Querschnitten, wie in dem freipräparirten Skelett, eine, wie es scheint, häufig auftretende Abweichung nachgewiesen werden. Ich konnte nämlich beobachten, dass der Mittelstrang des Blattes sich zwar beim Eintritt des letzteren in den Stamm an ein Seitenbündel anlegt, sich aber wieder von demselben abzweigt, sich alsdann an einen Seitenstrang anlegt, um sich jetzt erst an den mittelsten der drei Blattspurstränge festzusetzen. So hat sich in einem Schnitt, der zwischen den in Figur 9 und 10 dargestellten liegt, der Mittelstrang an den nach d'' zu liegenden Theil der Blattstränge angelegt, geht dann aber, wie aus Figur 9 hervorgeht, wieder nach a' herüber, legt sich an dieses Bündel an, um dann, wie aus Figur 8 ersichtlich, nach oben zu gehen und sich endlich in Figur 7 an c, den mittelsten der von den Blättern gekommenen Stränge, anzusetzen.

§ 4. Der feinere anatomische Bau.

Das Grundgewebe des Stammes von Kaulfussia aesculifolia Blume besteht aus stärkereichen, mit Intercellularräumen versehenen, parenchymatischen Zellen. Die Intercellularräume sind mit eigenthümlichen Stäbchen ausgekleidet. Die aus lückenlos aneinanderschliessenden Zellen sich zusammensetzende Rinde hebt sich namentlich dadurch vom Grundgewebe ab, dass ihre stärkearmen Zellen stark verdickte Wände besitzen. Ihre äussersten zwei bis drei Schichten sind abgestorben, braungefärbt. Die stark verdickten Wände dieser Zellen sind in Chromsäure unlöslich und folglich verkorkt. Einzelne dieser Zellen enthalten Gerbstoff; es färbt sich in Folge dessen ihr Inhalt mit schwefelsaurer Eisenoxydullösung blau. Sowohl in der Rinde wie im Grundgewebe sind zahlreiche, verschieden weite Schleimgänge vorhanden, deren Gesammtheit einen beträchtlichen Theil des Querschnitts einnimmt. Sie stehen untereinander durch Anastomosen in Verbindung und drücken oft die umgebenden Zellen so zusammen, dass es den Anschein gewinnt, sie seien mit Epithelzellen wie die Harzgänge der Coniferen umgeben.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05167-0471-5

Die theils cylindrischen, theils plattenförmigen Querschnitt besitzenden Gefässbündel sind concentrisch gebaut und wird der centrale Gefässtheil vom Siebröhrentheil umgeben. Der Gefässtheil besitzt meist halbmondförmige Gestalt und besteht aus Tracheïden, deren Wände treppenförmig verdickt sind, und aus wenig langgestreckten, dünnwandigen Zellen. Die dem Centrum des Stammes zuliegende concave Seite des Bündels ist mit zwei Gruppen Tracheïden belegt, welche ringförmige und spiralförmige Verdickungen zeigen. Letztere stellen die von Russow mit dem Namen »Protoxylemzellen« belegten Erstlingszellen des Bündels dar. Um den Gefässtheil herum liegen gleich weite und langgestreckte Parenchymzellen und nach Aussen die Siebröhren mit ihren Geleitzellen. Die Siebröhren, welche sich durch ihre eigenthümlich blaue Färbung mit Chlorzinkjodlösung auszeichnen, sind so peripherisch angeordnet, dass sie die Stelle der bei den anderen Formen auch im Stamm vorhandenen, hier aber fehlenden Endodermis einnehmen, indem sich ein jedes Gefässbündel durch die stark verdickten, eine eigenthümliche Lichtbrechung zeigenden Wände der Siebröhren heller von dem umgebenden Grundparenchym abhebt, welches aus weiten Zellen besteht. Die Angabe von Harting, dass die Gefässbündel des Stammes von einer Parenchymscheide (gaine parenchymateuse) umgeben seien, welche er auch in Figur 3 und 4 auf Tafel VII seines Werkes abbildet, ist somit nicht richtig. Die betreffenden Figuren sind, wie schon erwähnt, Abbildungen von im Stamm verlaufenden Wurzelgefässbündeln. Es stimmen somit die Marattiaceen in der von Russow[1]) als wahrscheinlich hingestellten Beziehung nicht mit den Ophioglossaceen überein, bei denen die Stammgefässbündel eine Schutzscheide, die der Blätter dagegen nicht haben. Russow stützt sich hierbei auf die Angaben Harting's, obgleich er selbst an einem kleinen Stammstück an der Basis des Wedelstiels von Marattia cicutaefolia keine Schutzscheide constatiren konnte. Die Siebröhren gehören zu demjenigen von Dippel[2]) aufgestellten Typus, der durch Pteris aquilina L. vertreten wird. Dieser Typus charakterisirt sich dadurch, dass die Siebröhren durch stark geneigte Wände geneigt sind, welche wie ein Netz erscheinen, dessen Maschen durch Siebe eingenommen werden. Wenn die Siebröhren an andere Elemente angrenzen, sind die Seitenwände glatt, wenn sie aber zwei Siebröhren trennen, sind sie ebenfalls mit Siebfeldern besetzt. Die ovalen Siebfelder sind mit stark lichtbrechenden verschieden grossen Körnchen bedeckt, welche begierig Farbstoffe aufspeichern. Eine Perforirung konnte ebensowenig wie ein Zellkern nachgewiesen werden.

---

1) l. c. S. 106.

2) Ed. de Janczewski, Études comparées sur les tubes cribreux. Cherbourg, 1881. S. 213.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05167-0472-1

Die Gefässbündel sind fernerhin dadurch noch ausgezeichnet, dass sich in ihrer Begleitung, und zwar auf der Aussenseite derselben, oft Gerbstoffschläuche befinden.

In den Parenchymzellen und den Tracheïden der Stammgefässbündel und in dem Parenchym des basalen Wedelstieles, welch letzteres Russow[1]) bereits für Marattia cicutaefolia und Angiopteris evecta angibt, finden sich Sphärokrystalle in Gestalt rundlicher, hie und da unregelmässiger Körper. Wie die Abbildungen 137, 138 und 140 auf Tafel VII in Russow's Abhandlung zeigen, sind sie entweder aus nadelförmigen Krystallen zusammengesetzt oder sie erscheinen homogen. Sie bestehen aus Schichten, welche das Licht verschieden brechen, und sie erscheinen dann, wie es in den Figuren 12, 13 und 14 wiedergegeben ist. Im polarisirten Licht zeigen sie theils das bekannte Kreuz, theils leuchten sie unregelmässig auf. Bald liegen sie einzeln, bald sind sie zu zwei oder mehreren zusammengelagert (vergl. Fig. 15). Der Durchmesser der Krystalle beträgt 18 bis 22 μ.

Gegen Reagentien verhalten sie sich übereinstimmend folgendermassen. Setzt man einen Tropfen Salpetersäure zu einem in Wasser liegenden Schnitt zu, so lösen sie sich augenblicklich auf; setzt man concentrirte Schwefelsäure zu, so werden zunächst die Nadeln deutlicher und lassen erkennen, dass im Centrum der Krystalle ein krystallinischer, aus schwefelsaurem Calcium bestehender Einzel- oder Zwillingskrystall, oder ein unregelmässiger, amorpher Körper oder endlich ein Hohlraum befindlich ist. Später, wenn das Reagenz länger eingewirkt hat, werden die Krystalle aufgelöst und es schiessen Nester von Nadeln an, die aus schwefelsaurem Calcium bestehen; ein Vorgang, der dann, wenn nur ein Krystall in jeder Zelle liegt, in benachbarten, für den Fall, dass mehrere Krystalle in derselben Zelle liegen, an Ort und Stelle sich abspielt. Aus diesem Verhalten folgt, dass wir es mit einem Kalksalz zu thun haben müssen. Setzt man Salzsäure oder Essigsäure zu, so verschwinden die Krystalle ebenfalls. Setzt man einem Schnitt einige Tropfen molybdänsaure Ammoniumlösung zu und erwärmt den Objectträger vorsichtig auf 50° bis 60°, so scheidet sich ein gelber Niederschlag aus, der nur aus phosphomolybdänsaurem Ammonium bestehen kann. Er setzt sich unter dem Mikroskop aus vielfach verwachsenen Dodekaedern zusammen, die eine grünlich-gelbe Farbe zeigen; durch dieses Verhalten ist die Reaction nicht mit der stets durch das Vorhandensein von Eiweisskörpern bedingten Xantoproteïnreaction zu verwechseln. Aus dem Eintreten des gelben Niederschlages ist aber zu schliessen, dass wir es nur mit Phosphorsäure zu thun haben; es bestehen somit die Sphärokrystalle aus phosphorsaurem Calcium.

1) l. c. S. 110 u. f.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05167-0473-6

Die Russow'sche Angabe, dass die Sphärokrystalle Karmin aufspeichern, konnte trotz längerem Liegenlassen der Schnitte in Beal'scher und Grenacher'scher Karminlösung nicht nachgewiesen werden. Es stimmen meine Untersuchungsergebnisse darin mit denen von Hansen [1]) überein, dessen Arbeit mir erst kurz vor Abschluss der meinigen zur Kenntniss gelangte. Es gelang mir aber bei Marattia alata Smith, welche im hiesigen Gewächshaus cultivirt wird, entgegen dessen Angaben nachzuweisen, dass sich in der Wedelbasis schon nach ca. zweitägigem Liegen in Alkohol Sphärokrystalle gebildet hatten, die bereits ohne jede Behandlung aus lauter Krystallnadeln zusammengesetzt erscheinen, während noch structurlose, und zwar zahlreicher vorhanden waren. Da die Ersteren namentlich zahlreich in den an den Collenchymring angrenzenden Zellen vorhanden waren, dagegen nur sehr vereinzelt in den anderen Zellen auftreten, ist wohl anzunehmen, dass die Beschaffenheit der Zellmembran, bezüglich schnelleren oder langsameren Eindringenlassens des Alkohols, eine Rolle spielt bei der Ausscheidung des in der lebenden Pflanze im Zellsaft gelösten phosphorsauren Calciums.

Im Parenchym des Stammes wie in der Wedelstielbasis finden sich ausserdem noch Einzel- und Zwillingskrystalle, die, wie bei Angiopteris evecta Hoffm. und Marattia alata Smith. entgegen dem Verhalten der Sphärokrystalle constatirt werden konnte, schon in der lebenden Pflanze vorhanden sind. Figur 16 und 17 stellen zwei typische Formen dieser Krystalle dar. Sie sind in Essigsäure unlöslich; dagegen sind sie in concentrirter Salzsäure, wenn auch nur äusserst schwierig nach längerem Einwirken des Reagenzes (ca. 5 bis 15 Minuten) löslich.

Hansen hat diese Krystalle qualitativ analysirt und gefunden, dass sie im Wesentlichen aus schwefelsaurem Calcium bestehen, dem eine geringe Beimengung von schwefelsaurem Magnesium beigefügt ist. Der Anwesenheit des Letzteren schreibt er zu, dass die Krystalle in allen Lösungsmitteln in der Kälte unlöslich sind, wobei ihm das Verhalten der Salzsäure entgangen zu sein scheint.

Wie schon erwähnt, durchziehen das Grundgewebe der jungen Blattstiele fünf bis acht in einen Kreis angeordnete Gefässbündel, die hier ebenfalls wie im Stamm ein centrales Bündel umgeben. Unter sich und mit letzterem stehen sie, wenn auch seltener in Anastomose, so dass ein Netz zu Stande kommt, welches sich von dem des Stammes durch seine äusserst langgestreckten Maschen unterscheidet. Die ebenfalls concentrisch gebauten Bündel besitzen einen halbmondförmig gestalteten Gefässtheil, in dessem Innenraum die Protoxylemzellen mit netz- und spiralförmigen Verdickungen liegen, während die Tracheïden treppenförmig verdickte Wände besitzen.

1) Adolf Hansen, Ueber Sphärokrystalle. Arbeiten des Bot. Instituts Würzburg. Leipzig 1888.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05167-0474-2

Dieser centrale Gefässtheil wird wie im Stamm vom Siebröhrentheil umgeben. Das Grundgewebe besteht aus Stärke reichem, mit Intercellularräumen versehenem Parenchym, auf das nach Aussen ein Collenchymfaserring folgt, der bei jüngeren Blättern mit Chlorzinkjodlösung reine Cellulosereaction gibt. Mit dem Aelterwerden der Blätter verholzt er aber mit Ausnahme der angeschwollenen Wedelstielbasis und der der Blattstiele mehr und mehr, um endlich mit Phloroglucin-Salzsäure reine Holzreaction zu liefern. Ebenso nimmt bei den älteren Blättern die Anzahl der vorhandenen Gefässbündel zu. In den angeschwollenen Wedelstiel- und Blattstielbasen sind Stäbchen vorhanden. Die aus verdickten Zellen bestehende Epidermis ist durch zwei bis drei Zellreihen von dem Collenchymfaserring getrennt. Im Grundgewebe sind zahlreiche Schleimgänge vorhanden, während die Gerbstoffschläuche auf die Nähe der Gefässbündel beschränkt sind.

An der Spitze trägt der Blattstiel drei Fiederblätter von eiförmig-zugespitzter Gestalt; der Blattrand ist schwach geschweift. Der Fiederblattstiel, der wie schon erwähnt an der Basis angeschwollen ist, besitzt drei Gefässbündel, und zwar ist ein grösseres plattenförmiges nach der Unterseite, zwei kleinere kreisförmige nach der Oberseite des Blattes zu gelegen. Von ihnen werden die Seitennerven so gebildet, dass von dem Hauptbündel und dem nach der betreffenden Seite zu liegenden kleineren Bündel je ein neues abgeschnürt wird, die sich vereinen. Es sind die Seitennerven an der Blattbasis gegenständig, an der Spitze dagegen abwechselnd gestellt und stehen untereinander durch ein feines Maschennetz von Nerven in Verbindung. Auf diesen Verbindungsnerven sitzen, wie es de Vriese bereits auf Tafel 5 A für Kaulfussia Korthalsii de Vriese abbildet, die Sori, die auf dem Querschnitt neun Fächer zeigen, in denen die runden, eiförmigen, seltener bohnenförmigen, gelblichen, mit einem feinen Stachelüberzug versehenen Sporen liegen. Dieselben besitzen einen Durchmesser von 34 μ, resp. zeigen sie ein Verhältniss von Länge zu Breite wie 34:21 μ. Es ist mir leider nicht geglückt, in meinem Material jugendliche Stadien der Sori zu finden.

Ausserdem zeigte die Blattunterseite die schon von de Vriese[1]) erwähnten und abgebildeten, von Luerssen[2]) in ihrer Entwickelung studirten eigenthümlichen Spaltöffnungen, welche schon bei Betrachtung mit unbewaffnetem Auge als dunkelbraune Pünktchen hervortreten. Sie besitzen von oben gesehen zwei, meist halbkreisförmige, bei den untersuchten Blättern mit sehr wenig Ausnahmen bereits braun gefärbte Schliesszellen, die einer kraterartigen Erhebung der Blattfläche eingesenkt sind.

1) l. c. S. 13 und 14, Taf. 5 D.

2) Luerssen, Ueber die Spaltöffnungen von Kaulfussia Bl. Botan. Zeitg. 1873. S. 625 u. f.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05167-0475-8

Entstanden sind sie, wie Luerssen angibt, aus einer normalen, den Spaltöffnungen der Phanerogamen völlig entsprechenden Anlage. Leider konnte ich keine jungen Stadien auf Längsschnitten erhalten, während ich zwei auf Epidermisabzügen von oben gesehen fand, die Luerssen's Zeichnung völlig entsprachen.

Die Blattfläche der jungen in den Stipeln verborgenen Blätter ist mit Haaren bedeckt, die bald abfallen, während sie an den Blattstielen längere Zeit erhalten bleiben. Sie gehen normal durch Auswachsen einer Epidermiszelle hervor und stellen zunächst eine einfache Zellreihe (Fig. 18 *a*) dar, von der in der Regel die Endzelle und ausserdem noch einige andere Zellen völlig mit Gerbstoff erfüllt sind. Später verzweigen sich die Haare entweder direct über der Epidermis oder einige Zellen oberhalb derselben. Andere verbreitern sich zu Zellflächen (Fig. 18 *b* und 19), wobei entweder die Epidermiszelle Antheil nimmt oder sich nur in so geringem Masse betheiligt, dass das Haar einem Stiele aufgesetzt erscheint.

Die Stipulae sind auf ihrer Aussenseite mit eigenthümlichen schuppenförmigen, flach gewölbten, mehrschichtigen Gebilden bedeckt, welche kleinen Hervorwölbungen des unter der Epidermis befindlichen Gewebes aufsitzen. Sie entstehen wie die oben erwähnten Haare, nur mit dem Unterschiede, dass an ihrer Bildung mehrere Epidermiszellen Antheil nehmen und durch nachträgliche Theilung derselben die Hervorwölbung entsteht.

Die Wurzeln sind normal gebaut, bieten jedoch auf dem Querschnitt ein ganz charakteristisches Bild durch die besonders grossen Schleimgänge (Fig. 20). Das Wachsthum der Marattiaceen-Wurzeln ist Gegenstand vieler Untersuchungen gewesen, deren Ergebnisse sich vielfach widersprechen. Nach Harting[1]) soll es in einer Lage Zellen erfolgen, die jedoch, so weit nach seinem schief verlaufenden Längsschnitt festzustellen ist, Zellen sind, welche von dem eigentlichen, von ihm nicht als solches erkannten Meristem zur Ergänzung der Wurzelhaube abgeschieden sind. Nach Russow[2]) findet das Scheitelwachsthum der Marattiaceen-Wurzeln nicht wie bei den übrigen Gefässkryptogamen durch eine Scheitelzelle statt, sondern durch mehrere (bei Marattia durch 7 bis 10, bei Angiopteris durch 12 bis 18) verhältnissmässig sehr grosse, prismatische oder gestutzt pyramidale, nebeneinander gestellte Zellen. Holle[3]) dagegen behauptet, dass der Vegetationspunkt schwächerer Wurzeln von Marattia und Angiopteris eine vierseitige Scheitelzelle besitzt. Bei stärkeren Seitenwurzeln wird der Theilungsmodus der Scheitelzelle complicirter, die Segmente selbstständiger; bei noch stärkeren Wurzeln ist die Annahme einer ein-

1) l. c. S. 41; Taf. 4, Fig. 27.
2) l. c. S. 107; Taf. VIII, Fig. 158.
3) l. c. S. 217.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05167-0476-4

zigen Scheitelzelle überhaupt nicht mehr statthaft. Schwendener [1]) bestätigt dagegen das Vorkommen von vier Scheitelzellen an der Wurzelspitze von Marattia Verschaffeltii.

Der centrale, von einer Endodermis umgebene Gefässbündelstrang der Wurzeln von Kaulfussia aesculifolia Bl. (Fig. 20 *d*) besteht aus vier, fünf oder sechs Gefässtheilen, deren Zellen nicht bis zum Centrum verholzt sind, auch nur selten paarweis miteinander in Verbindung stehen. Im Centrum verlaufen ein oder mehrere Gerbstoffschläuche. Der Bau der Gefässtheile sowie der mit ihnen alternirenden Siebröhrentheile entspricht dem der anderen Marattiaceen. Die den Strang umgebende Endodermis besteht aus einer Schicht weiter, stärkefreier, nur äusserst schwach verdickter Zellen, deren Seitenwände verkorkt und verholzt, deren Innenwand verkorkt ist. Die den Strang umgebende Rinde ist in Innen- und Aussenrinde differenzirt. Erstere (Fig. 20 *b*) besteht aus mit Intercellularräumen versehenen, Stärke reichen Parenchymzellen, letztere (Fig. 20 *a*) aus lückenlos aneinanderschliessenden, mehr verdickten, stärkearmen, langgestreckten Zellen.

Auf die Aussenrinde folgt eine zweischichtige Epidermis, deren äusserste Wand stark verdickt ist und deren innere Zellreihe Gerbstoffzellen führt. Letztere werden bereits von Harting erwähnt und sollen sich nach diesem Autor mit schwefelsaurer Eisenoxydullösung schwarz färben. Da das Alkoholmaterial hiergegen kein Reactionsvermögen mehr hatte, untersuchte ich frisches Material von Angiopteris evecta Hoffm. und Marattia alata Smith, konnte aber hier durch dieses Reagenz nur eine mehr oder weniger dunkelblaue Färbung erhalten. Die in der Innenrinde liegenden, sehr zahlreichen und weiten, anastomosirenden Schleimgänge sind in einen Kreis angeordnet.

§ 5. Marattia fraxinea Smith.

Allgemeines.

Der gestreckte radiär gebaute Stamm der jüngeren, mir zur Untersuchung vorliegenden Exemplare von Marattia fraxinea Smith, besitzt durchschnittlich eine Länge von ca. 6 cm bei einem Durchmesser von 1 bis 2 cm. Wie Fig. 21 zeigt, ist der Stamm mit Blättern besetzt, die an ihrem angeschwollenen Grunde mit zwei Nebenblättern, Stipulae, versehen sind, die sich so an den aufrecht wachsenden Stamm anschmiegen, dass der grösste Theil der Stammoberfläche von ihnen bedeckt ist. Wie bei Angiopteris und Kaulfussia löst sich auch hier der Blattstiel, eine breite, glatte Narbenfläche zurücklassend (Fig. 21 *a*), von einem stehen bleibenden Basalrest ab, welch letzterer, umgeben von den beiden Neben-

1) S. Schwendener, Ueber Scheitelwachsthum und Blattstellungen. Sitzb. Akad. Berlin, 40.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05167-0477-9

blättern, dem Stamm erhalten bleibt und diesem als Schutzorgan dient. Die beiden Nebenblätter sind an der dem Stamm zugekehrten Seite mittels einer Commissur verbunden und bilden auf diese Weise zwei Kammern. In der hinteren Kammer liegt der Blattstiel, während die vordere Kammer den Complex aller jüngeren Blätter umhüllt.

Die älteren Stämmme von Marattia fraxinea Smith zeigen dagegen wie die von Angiopteris eine kegelförmige, knollige Form und sind auch hier mit dicht gedrängt stehenden Resten der Blattstiele sammt deren Stipeln bedeckt, so dass keine freie Stammoberfläche sichtbar ist. Die Stipeln hatten hier, wahrscheinlich durch den Druck der sich mächtig entwickelnden älteren Blätter, ihre vordere Kammer zu einem plattenförmigen Organ umgestaltet, welches aus der Commissur und den inneren Rändern der Nebenblätter gebildet wird. Dasselbe war dem vor ihm stehenden Blatte dicht angeschmiegt.

§ 6. Der grobe anatomische Bau.

a) Der Keimpflanzen.

Die Keimpflanzen der untersuchten Marattia fraxinea Smith besitzen, wie das Stämmchen von Kaulfussia, zeitlebens auf dem Querschnitt einen centralen Strang, der von einem Kreis von Gefässbündeln umgeben wird. Um den Verlauf der einzelnen Stränge verfolgen zu können, wurde auch hier zuerst die Methode der successiven Querschnitte benutzt und zu diesem Zweck ein 1,8 cm langes Stück, welches einen Durchmesser von 1,2 bis 2 cm besass, sammt anliegenden Blattansätzen mittels eines Mikrotoms in 116 Querschitte zerlegt. Die je 0,15 mm dicken Schnitte wurden gezeichnel und dann untereinander verglichen.

Die Figuren 22 bis 25 geben vier solcher aus verschiedenen Höhen genommener, aufeinander folgender Schnitte wieder. Betrachten wir Figur 22, so sehen wir, dass zwei Gruppen von Gefässbündeln vorhanden sind. Die eine (A) gehört dem Stamm, die andere (B) dem Blatt an. Erstere zeigt ein centrales Bündel: *a* umgeben von sechs Bündeln: *b* bis *g*, welche kreisförmig um ersteres herumliegen. Die beiden Stränge *f* und *g* hatten sich eben durch eine Anastomose vereinigt. Auch das Bündel *c* hat sich plattenförmig gestreckt, mehr noch in Figur 23, was davon herrührt, dass der Strang *b* durch *h* eine Verbindung mit *c* eingegangen war, die in Figur 24 wieder umgekehrt erfolgt. Es müssen durch diese Anastomosen, wie bei Kaulfussia, wieder Maschen gebildet werden, die hier auch in ihrer Gesammtheit ein Gefässbündelnetz liefern, in dessem Inneren ein centraler Strang, hier *a*, verläuft. Dass letzterer kein stammeigener Strang ist, zeigt Querschnitt 25, welcher mehrere Schnitte unterhalb Schnitt 24 liegt. Man sieht hier, wie sich der vorher centrale Strang *a* mit dem peripherischen Bündel *c* vereinigt, während der bis dahin an der Blattlücke verlaufende Strang *e* mehr in die Mitte geht, zum centralen Strang

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05167-0478-5

wird. Indem die Bändel *f* und *d* enger aneinander rücken, schliessen sie den Stammgefässcylinder wieder nach dieser Seite. Während bei dem Blatt B der jetzt zum Mittelstrang gewordene Strang *e* in der Blattlücke verlief, übernimmt jetzt der vereinigte Strang *a* + *c* diese Rolle für das neu ansetzende Blatt C. Um ein klares Bild des ganzen Systems zu gewinnen, wurde auch hier noch die Methode der Freipräparation eingeschlagen. Die in Figur 21 in natürlicher Grösse wiedergegebene Keimpflanze wurde nach Abtragung des Vegetationspunktes in einer Länge von ca. 4,5 cm wie bei Kaulfussia angegeben mittels des Skalpells von der Rinde und dem Grundparenchym bis auf den Gefässcylinder befreit. Nach beendeter Präparation wurde das erhaltene Skelett in Eau de Javelle gebleicht, um den Verlauf des Centralstranges sichtbar zu machen, da die Feinheit der Bündel ein Herauspräpariren des Markes nicht zuliess.

Figur 26 und 27 stellt das so behandelte Skelett in eineinhalbfacher Vergrösserung dar. Figur 28 dagegen gibt den aufgerollt gedachten Gefässbündelcylinder in zweifacher Vergrösserung so wieder, dass die Blattlücke des zweiten Blattes vollständig, die des unteren Blattes unvollständig zu sehen ist. Figur 29 stellt denselben dagegen so dar, dass die Blattlücken des ersten und dritten Blattes völlig zu sehen sind. Die Abbildungen zeigen, dass die Gefässbündel des Stammes in der That einen zusammenhängenden, durch Maschenlücken durchbrochenen Cylinder bilden, in dessen Innenraum ein in den Fig. 26 u. 27 gestrichelter, in 28 u. 29 dünn schwarz gehaltener Centralstrang verläuft, der mit ersterem in Verbindung steht. Während aber bei dem ebenfalls radiär gebauten Stamm von Aspidium filix mas Sm. eine jede Lücke des Stammcylinders einem Blatte entspricht, müssen wir hier zweierlei Lücken unterscheiden. Es besitzt nämlich der in den Figuren stark schwarz gezeichnete Stammcylinder erstens grosse, je einem Blatte entsprechende Lücken und zweitens äusserst verschieden gestaltete, bald kleinere, bald grössere Maschen, die eine Verbindung des inneren mit dem äusseren Gewebe herstellen sollen. Betrachten wir Figur 28, so stellt sich heraus, dass die Blattlücke des zweiten Blattes dadurch entstanden ist, dass das Bündel *b* sich durch je einen Querstrang mit den Strängen *a* und *c* verbindet und diese beiden letzteren dann auseinander und nach Innen weichen, um dem in den Stamm eintretenden Blatte II Raum zu geben. Die Gefässbündel dieses Blattes verlaufen dann eine grosse Strecke im Stammgewebe abwärts, um sich schliesslich an die die Blattlücke begrenzenden beiden Seitenstränge anzusetzen. Letztere verbinden sich nun ihrerseits wieder, so dass die Blattlücke geschlossen ist. An der Spitze der Blattlücke entspringen aber zwei Stränge, die sich dem Centrum des Stammes zu wenden und sich hier mit einem Strange vereinigen, der von der Spitze der Blattlücke des nächstjüngeren Blattes (I) ausgeht. Dasselbe Stadium gibt auch der Querschnitt 25 wieder, auf dem das ursprünglich centrale Bündel *a* eben im Begriff ist, sich an

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05167-0479-4

das von der Spitze der Blattlücke C kommende Bündel *c* anzulegen, während sich dieses wieder vereinigt mit dem Blattlückenstrang *e* des Blattes B und zwar in derselben Höhe, in der sich seine Blattgefässbündel an die Stammgefässbündel ansetzen.

Gehen wir wieder zu der Figur 28 über, so theilt sich der aus der Vereinigung der Blattlückenstränge des ersten und zweiten Blattes entstandene Mittelstrang wieder in zwei. Der eine Theil setzt sich an den Blattlückenstrang des III. Blattes, der andere an den des IV. an. Als Ausnahme ist zu bezeichnen, dass es vorkommt, dass ein Zweig des mittleren Stranges sich nicht an einen anderen Blattlückenstrang ansetzt, sondern direct an einen Strang des äusseren Cylinders, wie dies z. B. in Figur 29 unten rechts der Fall ist. Betrachten wir nun die Blattlücken des ersten und dritten Blattes in Figur 29, so zeigt sich, dass dieselben auch auf diese oder wenigstens auf ähnliche Weise entstehen, denn es kann ja nur als zufällige Modification betrachtet werden, wenn, wie die Blattlücke des dritten Blattes zeigt, durch die Verbindung der betreffenden drei Stränge ein nach oben gerichteter Winkel entsteht. Dagegen ist hervorzuheben. dass an all den anderen Blattlücken nur ein einziger, nach Innen biegender Blattlückenstrang entspringt. Während ein derartiges Verhalten das normale bei jungen Pflanzen ist, ist das Entspringen von zwei Blattlückensträngen der erste Anfang zu einem zweiten Cylinder, welchen wir, wie wir später sehen werden, bei den älteren Stämmchen antreffen.

Vergleichen wir den Gefässbündelverlauf von Marattia mit dem von Kaulfussia, so sehen wir, dass beide darin übereinstimmen, dass drei Stammbündel die von den Blättern kommenden Bündel aufnehmen. Die dadurch entstehende Blattlücke wird von den beiden seitlichen dieser Stränge begrenzt, während der mittlere verschwindet. Die Blattlücke wird geschlossen, indem vom Mittelstrang ein, bei Kaulfussia sich gabelnder, bei Marattia nur selten sich gabelnder Strang abgegeben wird, welchem die Aufgabe zufällt, die beiden Blattlückenstränge wieder zu vereinigen und einen dritten Strang neu zu bilden. Der Gefässbündelcylinder beider Arten wird von Blattlücken und kleineren Lücken durchbrochen und sind beide nur insofern verschieden, als der eine einem radiär gebauten, der andere einem dorsiventralen Stamm angehört. Die Verschmelzung der Blattspurstränge von Marattia bis auf zwei, ist nur eine den Keimpflanzen zukommende Eigenthümlichkeit.

Verfolgen wir nun den Blattgefässbündelverlauf von Marattia, so zeigt uns zunächst Querschnitt 22, deutlich durch eine Einschnürung vom Stamm abgegrenzt, das Blatt B, welches allmählich in den Stamm eingetreten ist, wie wir das bei Blatt C in den Abbildungen 23 bis 25 verfolgen können. Auch hier finden wir einen äusseren Gefässbündelcylinder, der aus acht Gefässbündeln: *b'* bis *i'* gebildet wird. Er umschliesst den

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05167-0480-5

Centralstrang a'. Der Strang e ist der in der Blattlücke verlaufende Strang des Stammes, während die beiden Stränge f und d die Blattlücke seitlich begrenzen. Die Anzahl der Blattgefässbündel nimmt in dem Masse ab, wie das Blatt tiefer in das Stammgewebe eintritt. So haben sich z. B. in Figur 23 die Bündel g' und i' mit h' vereinigt, während d' mit c' eine Verbindung eingegangen ist. In Figur 25 haben sich die Blattbündel h' und f' zu h' und die beiden Stränge b' und c' zu b' vereinigt, während sich eben der Centralstrang a' mit dem Bündel e' verbindet. Ein späterer Schnitt zeigte dann, dass sich das Bündel e in zwei Stränge theilt, die sich mit den Strängen h' und b' vereinen und Letztere setzen sich ihrerseits an die Bündel f und d des Stammes an.

Bald nachdem das Blatt in den Stamm eingetreten ist, verschmelzen die äusserst zarten ebenfalls reichlich anastomosirenden Bündel der Stipulae mit den Blattgefässbündeln.

Wie die Figuren 28 und 29 zeigen, setzt sich der Centralstrang des Blattes nicht immer auf die oben beschriebene Weise an ein Blattbündel an. Es ist dies ein Verhalten, welches wir bereits bei Kaulfussia constatirten. Es wurden bei Marattia die verschiedensten Modificationen beobachtet, die aber alle keine wesentlichen Veränderungen bedingen. Wie aus Figur 29 hervorgeht, setzen sich die auf zwei Stränge reducirten Blattgefässbündel des Blattes I an der Basis ihrer Blattlücken an, während der Centralstrang, anstatt sich vorher mit einem derselben zu vereinigen, sich in der Mitte ansetzt. Bei den Blättern II und III setzt er sich dagegen normal an, während hier die beiden Blattstränge sich nicht an der Basis der Lücke, sondern schon etwas früher an die Stammstränge ansetzen. Das Normale, und das ist die Hauptsache, bleibt aber, dass die Blattgefässbündel innerhalb des Stammgewebes bis auf zwei verschmelzen, die sich an der Basis der Blattlücke an die Stammbündel ansetzen. Sie stimmen darin mit dem in der Einleitung erwähnten Verhalten von Angiopteris Keimpflanzen überein, welche de Bary untersucht hat.

§ 7. b) Der grobe anatomische Bau älterer Pflanzen.

Nunmehr schritt ich zur Untersuchung älterer Stämme. Es herrschte auch bei diesen die cylindrische Form noch vor, obwohl sie schon mehr knollige Gestalt angenommen hatten. Auf dem Querschnitt zeigten dieselben ebenfalls die Gefässbündel kreisförmig angeordnet, nur mit dem Unterschiede, dass an Stelle eines Kreises deren zwei vorhanden waren, in deren Mitte wieder ein centrales Bündel verlief. Das bei den Keimpflanzen klar zu übersehende Bild wird hier dadurch leicht ein unklares, dass zahlreiche Wurzeln an den inneren Bündeln entspringen uud den Querschnitt durchlaufen.

Betrachtet man Querschnitt 30, so fällt namentlich beim Vergleich mit den von der Keimpflanze abgebildeten Schnitten auf, dass die Ge-

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05167-0481-0

fässbündel des Stammes hier meist plattenförmig sind, während die mit cylindrischem Querschnitt an Zahl zurücktreten. Der mittelste Strang ist in der erwähnten Abbildung von zwei plattenförmigen und einem kreisförmigen Bündel umgeben. Der darum liegende Kreis besteht aus neun Bündeln. Zwischen dem ersten und zweiten Kreis stehen aber noch drei Bündel. Um den Stamm herum stehen zahlreiche Blätter, die in verschiedenen Stadien der Ansetzung befindlich sind. An der einen Seite sind sie weggeschnitten. Während Blatt III und IV eben in den Stamm eingetreten sind, setzen sich die Stränge des Blattes V an den Stammcylinder an.

Ein davon ganz verschiedenes Bild bietet der einige Millimeter darunter befindliche Schnitt 31. Die einzelnen Kreise sind anscheinend ganz verschoben, davon herrührend, dass von dem mittelsten Kreis zwei Gefässbündel abgegeben worden sind, um die Blattlücke des Blattes V zu schliessen, und von dem centralen Strange wiederum zwei, um die dadurch entstandene Lücke des mittleren Cylinders zu vervollständigen. Dasselbe Bild erhalten wir in Figur 32, wo die Blattlücke des sich in Figur 31 ansetzenden Blattes II soeben auf dieselbe Weise geschlossen wird.

Obgleich zwar der Zusammenhang der einzelnen Bündel nach dem Verhalten der Keimpflanze klar zu beurtheilen war, schritt ich dennoch zur Freipräparation, da die Querschnitte nicht erlaubten, die Anastomosen der einzelnen Bündel vollständig zu verfolgen. Zu diesem Zwecke wurde ein 9 cm langes Stammstück auf oben beschriebene Weise freipräparirt und gebleicht. Es resultirte, wie nicht anders zu erwarten war, ein Skelett, welches einen Centralstrang zeigte, der seinerseits von zwei ineinander geschachtelten Cylindern umgeben war, deren äusserster die Blattspurstränge aufnahm. Die Gefässbündel des Blattes waren auch hier noch zu einem äusseren Cylinder und einem Mittelstrang zusammengeordnet und verhielten sich bezüglich des Anastomosirens wie die Blattgefässbündel der Keimpflanze. Tritt das Blatt in den Stamm ein, so vereinigen sich die Gefässbündel des Cylinders so, dass sich, nachdem an der dem Stamm zugekehrten Seite ein Auseinanderweichen erfolgt ist (Fig. 31 I), die betreffenden auseinandergewichenen Stränge rechts und links an ihre Nachbarbündel ansetzen. Je tiefer das Blatt in den Stamm eintritt, desto mehr verringert sich die Anzahl der Bündel, indem sie ein immer kleineres Segment eines Kreises bilden. Man kann dies deutlich bei Blatt III und IV in Figur 30 sehen. Schliesslich verschmilzt auch der Mittelstrang mit einem Bündel des äusseren Cylinders, wonach wir ein Bild erhalten, wie in Figur 31 bei Blatt IV. Diese Bündel setzen sich nun an die Basis ihrer Blattlücke an, indem sie fortwährend miteinander anastomosiren. Die Ansatzstelle der Blattspurstränge gewinnt dadurch das Ansehen eines mit Lücken versehenen, sich allmählich verjüngenden

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05167-0482-6

Cylindersegmentes. Eine jede Blattlücke entsteht dadurch, dass der dem Blatte gegenüberliegende Strang des äusseren Cylinders sich in zwei Theile spaltet, welche sich je an ein Bündel des Mittelcylinders ansetzen, indem sie nach innen einbiegen. Der hinter dem sich so verhaltenden Strang des Aussencylinders liegende Strang des Mittelcylinders theilt sich ebenfalls in zwei Stränge, die auseinanderweichen und dabei gleichzeitig nach Innen verlaufen, um sich hier an den Mittelstrang anzusetzen. An der Spitze der Blattlücke entspringt ein Strang, der sich mit einem auf gleiche Weise an der Spitze der Lücke des Mittelcylinders entspringenden Strang vereinigt, während sich dieser so entstandene an den nach der Blattlücke ausgebogenen Mittelstrang ansetzt. Die Blattlücke wird so wieder geschlossen, dass zunächst der Mittelstrang zwei Aeste entsendet, die die Lücke des Mittelcylinders schliessen, während dieser seinerseits wieder zwei Bündel auf gleiche Weise nach dem Aussencylinder sendet, die hier die Blattlücke schliessen.

Durch das Entstehen und Schliessen so vieler, den zahlreichen. dicht gedrängt stehenden Blättern entsprechenden Blattlücken muss natürlich eine Verschiebung der beiden Cylinder und des Mittelstranges stattfinden, wodurch man namentlich bei älteren Stämmen, die noch mehr Gefässbündelkreise besitzen, ein zunächst nur schwierig zu enträthselndes Bild erhält. Geht man dagegen von der Keimpflanze aus, so erklärt sich das obige Verhalten der Stränge, wie wir gesehen haben, leichter.

Sowohl der zweite wie alle folgenden Cylinder entstehen so, dass die von den Gabelungen der Blattlücken nach Innen verlaufenden Stränge sich nicht zu einem Strange vereinigt an den Mittelstrang ansetzen, sondern mit den von den anderen Blattlücken kommenden Strängen sich zu einem neuen, maschenförmig sich vereinigenden Netze verbinden, das dann erst Verbindungsstränge von seinen Blattlücken aus nach dem Mittelstrang sendet.

Der mit zahlreichen Lenticellen besetzte Blattstiel ist rund, nach Innen mit einer Furche versehen. Er trägt an der Spitze die unpaarig gefiederte Blattlamina, deren Fieder erster wie zweiter Ordnung abwechselnd gestellt sind und beiderseitig mittelst eines Flügelansatzes in Verbindung stehen. Die Fieder zweiter Ordnung tragen die länglich lanzettlichen, zugespitzten Fiederblättchen, deren Rand gezähnt ist. Während der Blattstiel der Keimpflanzen von einem, höchstens aus sechs bis acht Bündeln bestehenden Cylinder durchzogen wird, nehmen die Stränge an Zahl in demselben Verhältniss zu, wie der Stamm älter und damit die Blattstiele mächtiger werden. Schliesslich entstehen auch hier durch Vermittelung des inneren Stranges auf dieselbe Weise wie bei Angiopteris zwei und mehrere ineinander verschränkte Gefässbündelcylinder.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05167-0483-2

§ 8. Der feinere anatomische Bau.

Der anatomische Bau des Stammes von Marattia fraxinea Smith stimmt im Wesentlichen mit dem von Kaulfussia überein. Die Gefässbündel sind auch hier einem stärkereichen, mit Intercellularräumen versehenen Grundgewebe eingebettet; es besitzen diese Intercellularräume ebenfalls eine Auskleidung, bestehend aus einem dichten Balkennetz äusserst feiner Stäbchen. Die äussersten Zellschichten bilden eine aus stärkeärmeren, lückenlos aneinanderschliessenden Zellen bestehende Rinde, deren äusserste Zellreihen sich wie bei Kaulfussia verhalten. In der Rinde sind vereinzelt Gerbstoffschläuche anzutreffen, die hier, zum Unterschiede von Kaulfussia, stets zahlreich auf der Aussenseite der Gefässbündel auftreten, sich mit denselben theilen und untereinander anastomosiren. Bereits Harting erwähnt die in dem Grundgewebe verlaufenden Gerbstoffschläuche, indem er sie als parenchymatische Zellen beschreibt, die mit einem farblosen oder violetten Schleim erfüllt seien. In meinem Alkoholmaterial hatten sie sämmtlich eine rothbraune Farbe angenommen, auch sind sie hier bei weitem nicht so zahlreich als in dem Stamme von Angiopteris Teysmanniana de Vriese. Die Sphärokrystalle sowohl wie die von schwefelsaurem Calcium fehlen bei der untersuchten Species. Auch treten die Schleimgänge an Zahl denen von Kaulfussia gegenüber zurück.

Der Blattstiel entspricht in seinem anatomischen Bau ebenfalls dem von Kaulfussia. Er besitzt eine einschichtige, aus stark verdickten Zellen bestehende Epidermis, auf welche eine ein bis vier Zellreihen mächtige, mit Intercellularräumen versehene Parenchymschicht folgt. Letztere trennt die Epidermis von einer vielschichtigen, geschlossenen Scheide von Sklerenchym, dessen Wände farblos oder schwach gelblich gefärbt sind. In dem angeschwollenen, verdickten Theil des Wedelstielgrundes, wie auch in den aufgetriebenen Basen der Fieder erster Ordnung geht das Sklerenchym in normal gebautes Collenchym über, welches bereits Harting auf Tafel VII, Figur 5 *b c* darstellt, aber, wie schon Russow[1]) erwähnt, als Parenchym bezeichnet. Das Grundgewebe besteht aus weitlichtigen Parenchymzellen, deren Intercellularräume in der angeschwollenen Blattbasis Stäbchen besitzen.

Die hier ebenfalls concentrischen Gefässbündel sind wie im Stamm gebaut, theils von cylindrischem, theils von plattenförmigem Querschnitt; in letzterem Falle von mehr oder weniger gekrümmter Gestalt. Im Gegensatz zu Kaulfussia sind über den ganzen Querschnitt Gerbstoffschläuche vertheilt, die namentlich am Umfange der Gefässbündel verlaufen, sowie in der Nähe des Sklerenchymringes, oft in letzteren versprengt oder von einigen Sklerenchymzellen ringförmig umschlossen. Ausserdem sind im Grundgewebe noch grosse Schleimgänge vorhanden.

---

1) l. c. S. 106.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05167-0484-8

Die Fiedern zweiter Ordnung besitzen nach der Oberseite zwei kleinere, nach der Unterseite ein gekrümmtes plattenförmiges Gefässbündel, die beide concentrisch gebaut sind. Es entsprechen folglich die Fieder zweiter Ornnung von Marattia in ihrem anatomischen Bau den Blattfiederstielen von Kaulfussia. Von ihnen aus wird in den Fiederblattstiel ein Gefässbündel gesendet, indem wie bei Kaulfussia das nach der betreffenden Seite zu liegende kleinere Bündel einen Strang abgliedert, der sich mit einem von dem plattenförmigen Bündel abgeschnürten verbindet. Das im Fiederblattstiel verlaufende eine halbmondförmig gekrümmte, concentrische Gefässbündel entsendet die collateral gebauten, theils direct an den Blattrand verlaufenden oder sich vorher gabelnden Nerven, deren Gefässtheil nach der Blattseite zu gelegen ist. Die grossen Intercellularräume des normal gebauten Blattes sind mit Stäbchen ausgekleidet.

Sowohl die mir vorliegenden Keimpflanzen, wie die älteren Pflanzen zeigten an jedem Blattstiel ein eigenthümliches Gelenk. Wie aus Figur 33 hervorgeht, besitzen die Blattstiele ca. in der Mitte eine annähernd rechtwinklige Krümmung, welche dadurch eingeleitet wird, dass der Blattstiel plötzlich anschwillt, seine Bastfasern in collenchymatisch verdickte Zellen umwandelt, sich umbiegt, dann allmählich an Dicke wieder abnimmt und an Stelle der Collenchymfasern wieder Bastfasern bildet. Während der Bastfaserring sich mit Chlorzinkjodlösung braun, mit Phloroglucin-Salzsäure roth färbt und folglich verholzte Zellmembranen besitzt, wird der collenchymatische Zellring durch Chlorzinkjodlösung violett-blau, durch Phloroglucin-Salzsäure nicht gefärbt. Die Zellwände der Letzteren bestehen somit aus reiner Cellulose und stimmen also mit dem in der Wedelstielbasis und den Fiederbasen vorhandenem Collenchym überein. Die Krümmung selbst erfolgt bald an der der Blattstielrille zugekehrten Seite, bald an der entgegengesetzten Seite und zwar verlaufen die Bastfasern auf der Unterseite der Krümmung bis ziemlich dicht an diese heran, um plötzlich in Collenchymfasern überzugehen, während auf der Oberseite dieser Uebergang etwas früher beginnt, um nach der Krümmung beiderseits später, jedoch noch innerhalb der Verdickung, in Bastfasern überzugehen.

Auch die Gefässbündel der jüngeren Blätter zeigen innerhalb des Gelenkes eine eigenthümliche Anordnung. Während innerhalb der Stipeln, wo der Blattstiel angeschwollen ist, der äussere Gefässbündelkreis aus acht Bündeln besteht, vereinigt sich zunächst der mittlere Strang mit dem äusseren Cylinder, dann die Gefässbündel dieses bis auf drei, die so angeordnet sind, dass ein grösseres plattenförmiges Bündel parallel mit der Blattstielrille verläuft, während zwei kleinere von den Rändern desselben nach der Aussenseite des Blattstiels zu liegen. Nach erfolgter Verdickung grenzt das plattenförmige Gefässbündel an beiden Seiten ein

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05167-0485-4

viertes und fünftes Bündel ab, die nach den kleinen hin verlaufen und sich kurz vor der Krümmung mit je einem derselben vereinigen. Es verlaufen folglich durch die Krümmung drei Gefässbündel. Hierauf geben die kleineren Bündel wieder je eins ab, so dass oberhalb der Krümmung wieder fünf Gefässbündel vorhanden sind, die an die Fieder erster Ordnung je drei Gefässbündel abgeben, um sich gegen die Spitze schliesslich selbst auf drei zu vereinen.

Dieser so eigenartig gebaute Wedel zeigt von dem Blattgrund bis zur Anheftungsstelle des ersten Fiederblattes eine Länge von 23,5 cm, die Krümmung lag bei 14 cm. 0,5 cm unterhalb derselben erfolgte die Verdickung, die bis 2 cm nach der Krümmung anhielt. Der vor der Anschwellung einen Durchmesser von 3 mm besitzende Blattstiel verdickte sich allmählich bis zu einem solchen von 6 mm, um bis zu einem solchen von 2 mm plötzlich wieder abzunehmen. Nach der Spitze zu wurde er langsam dünner.

Ein abweichendes Verhalten zeigten die die Krümmung ebenfalls an einigen Exemplaren besitzenden Blätter der älteren Exemplare. Bei diesen wurden weder die Gefässbündel an Zahl verringert, noch verlief der centrale Strang mit durch die Krümmung. Eine biologische Deutung dieses Verhaltens muss einer Untersuchung lebender Exemplare überlassen werden. Es sei nur erwähnt, das die betreffenden Pflanzen in einem Graben gewachsen waren, wonach die Möglichkeit vorliegt, dass die Krümmung unter heliotropischen Einflüssen erfolgte.

Der Bau der Wurzel stimmte mit dem von Kaulfussia überein. Der centrale Gefässbündelstrang zeigte je nach Dicke der Wurzel eine zwischen 8 bis 12 schwankende Anzahl von Gefäss- und Siebröhrentheilen. Derselbe ist umgeben von einer einreihigen Endodermis, deren Seitenwände verkorkt und verholzt, deren Innenwand verkorkt ist. Umgeben wird diese wieder von einer stärkereichen, von Schleimgängen und, zum Unterschiede von Kaulfussia, von zahlreichen Gerbstoffsschläuchen durchzogenen, Intercellularräume besitzenden Innenrinde. Auf diese folgt ohne scharfe Grenze eine lückenlos aneinander schliessende, aus wenig Zellreihen bestehende Aussenrinde, deren äusserste Zellen braun und abgestorben sind. Eine Verzweigung der Wurzeln konnte nicht constatirt werden.

§ 9. Stärkekörner.

Bereits Harting[1]) erwähnt, dass Angiopteris Teysmanniana de Vriese in den Zellen des Grundgewebes Stärkekörner von ellipsoidischer Form enthält, die drei bis viermal länger als breit sind, excentrischen Bau besitzen und im polarisirten Lichte das bekannte Kreuz zeigen. Es ist diese Gestalt der Stärkekörner, welche an die von Curcuma erinnert, charakte-

1) l. c. S. 38.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05167-0486-9

ristisch für die Marattiacen. So besitzt Angiopteris evecta Hoffm. in der Blattbasis langgestreckte Stärkekörner, die eine Länge von 100 bis 120 μ und eine Breite von ca. 35 μ zeigen. Sie sind theils einfach, theils aus mehreren zusammengesetzt und besitzen eine excentrische Schichtung, deren Mittelpunkt am schmalen Ende liegt. Kaulfussia besitzt, entsprechend seinen engeren Zellen, kleinere Stärkekörner, die zum grössten Theil die Form eines Fleischerbeils zeigen; seltener sind sie gestreckt und ähneln der Curcumastärke. Der Schichtenmittelpunkt liegt ebenfalls an der schmalen Seite. Erstere besitzen ein Grössenverhältniss von 43 : 37 μ bis herab zu 11 : 7 μ, letztere von 30 : 12 bis 40 : 17 μ. Am meisten ähneln die Stärkekörner von Marattia der Curcumaform. Sie sind langgestreckt und besitzen eine Länge bis zu 60 μ bei einer Breite von 15 bis 25 μ.

§ 10. Schleimgänge.

Um die Entstehung der Schleimgänge der Marattiaceen zu untersuchen, wurden zunächst successive Querschnitte durch die Wurzelspitze von Kaulfussia gemacht. Es sind hier direct unter dem Vegetationspunkte Schleimgänge vorhanden, die eine Breite von 0,47 μ hatten, um sich plötzlich bis zu einer Breite von 105—282—305—441 μ zu erweitern. Nachdem dieser Durchmesser eine Strecke beibehalten war, trat ebenso plötzlich wieder eine Verengung ein. Zuerst zeigte sich, dass die unterhalb des Vegetationspunktes lückenlos aneinander schliesenden Zellen an bestimmten Stellen den Inhalt einer Zelle desorganisirten; es entsteht in denselben Schleim (Fig. 34). Dann weichen die umgebenden Zellen auseinander unter gleichzeitiger Auflösung der Zellmembran der betreffenden Zelle, so dass man glauben könnte, der Schleim sei in einem Intercellularraum entstanden. Die Volumvermehrung beim Verschleimen des Inhaltes muss aber einen gewissen Druck auf die umgebenden Zellen zur Folge haben, so dass diese zusammengedrückt werden und als eine Umkleidung von langgestreckten, schmalen Zellen den entstandenen Gang umgeben. Es entsteht dadurch ein an die Harzgänge der Coniferen erinnerndes Bild, wie es Figur 35 wiedergibt. In einzelnen Fällen verschleimen allmählich Inhalt und Membran dieser Zellen, was zur Folge hat, dass die nächste Zellschicht dem Schicksale der nun desorganisirten verfällt, d. h. ebenfalls zusammengedrückt wird. Es bilden sich demnach die Schleimgänge der Marattiaceen lysigen zunächst durch Resorbtion der Zellmembranen von übereinander stehenden Zellen, wie auch Karsten[1]) bereits angegeben hat. Derselbe unterscheidet bei Marattia zwei verschiedene Entstehungen, die er folgendermassen beschreibt: »Ihre Höhlungen sind durch Verflüssigung der sich berührenden, wagerechten Scheidewände miteinander verschmolzen, so dass die Form der Milchsaft-

1) l. c. S. 132.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05167-0487-5

fasern dadurch hervorgebracht wird, oder die der Gummigefässe, wenn die Parenchymzellen, die diese Fasern zunächst umgeben, zugleich an der Absonderung des Gummis Theil nehmen.« Abgesehen von der merkwürdigen, den Thatsachen nicht entsprechenden Vergleichung ist letzteres, nämlich das Vorhandensein von Gummi absondernden, benachbarten, den Epithelzellen der Harzgänge entsprechenden Zellen, nicht der Fall, was bereits Wigand[1]) bezweifelt. Thatsache ist nur, dass der Inhalt der den Gang umgebenden Zellen zunächst lichtbrechend wird, indem die Inhaltsbestandtheile verschleimen. Die Verschleimung beginnt stets damit, dass zunächst mit Schleim erfüllte Vacuolen im Protoplasma auftreten, die allmählich an Grösse zunehmen, bis schliesslich die sie trennenden Protoplasmastränge durchreissen und der Gesammtinhalt aus Schleim besteht. Später findet durch darauf folgende Desorganisation der Zellwände ein vollständiges Auflösen der betreffenden Zellen statt. Letztrres gelang mir auf Längsschnitten durch die Wurzelspitze von Angiopteris evecta Hoffm. nachzuweisen. Figur 36 zeigt eine solche Reihe übereinanderstehender Zellen, deren Inhalt in den verschiedensten Stadien desorganisirt war, deren Zellwände sich aber noch völlig intact zeigten, während die umgebenden Zellen theils schon zusammengedrückt waren, theils im Begriff standen, in diesen Zustand überzugehen.

Es wird ebenso die Ansicht Frank's[2]) hinfällig, der angibt, dass, wie Wigand bereits nachgewiesen, zwar die Schleimgänge »in dem peripherischen derbwandigen Gewebe der Wedel von Angiopteris evecta Hoffm. lysigen entstehen, dagegen im inneren Gewebe derselben Wedel schizogen und die Schleimabsonderung durch die umgebenden Epithelzellen stattfindet«.

Bei Marattia alata Smith gelang es mir sogar zwei benachbarte Zellen (Figur 37 s. s.) auf Querschnitten der Wurzelspitze zu erhalten, deren Inhalt gleichzeitig verschleimte; sie bildeten so den Anfang zu einem lysigenen Canal. Die so entstehenden Schleimgänge sind jedoch im Verhältniss zu Kaulfussia bedeutend enger und schwanken im Durchmesser zwischen 25 und 40 μ.

Im Zusammenhange mit diesen Schleimgängen untersuchte ich auch andere, mir zu Gebote stehende Pteridophyten auf Schleimbildung hin, wenn auch das, was man unter Schleim bis jetzt versteht, etwas sehr Unsicheres und bei den verschiedenen Pflanzen chemisch wahrscheinlich Verschiedenes ist.

---

1) Wigand, Ueber die Desorganisation der Pflanzenzelle, insbesondere über die physiologische Bedeutung von Gummi und Harz. Jahrb. für wissenschaftl. Bot. III. Band. S. 150.

2) Frank, Ueber die anatomische Bedeutung der Entstehung der vegetabilischen Schleime. Jahrb. für wissensch. Bot. V. Band. S. 183.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05167-0488-1

In den mit den Marattiaceen sonst so nahe verwandten Ophioglossaceen konnte keine Schleimbildung nachgewiesen werden.

Reich an diesen Schleimerzeugungen sind dagegen einige Lycopodiaceen. Jedoch stimmen die in denselben auftretenden Schleimgänge weder in ihrer Entstehung noch in der Schleimbildung mit denen der Marattiaceen überein. Nach Hegelmaier[1]) verlaufen in der Rinde und den Blättern von Lycopodium inundatum L. und Lycopodium alopecuroïdes L., sowie in der Aehre von Lycopodium annotinum L. Schleimgänge, welche Canäle von kreisförmigem Querschnitt darstellen, von deren Wand aus zahlreiche schlauch- oder asymmetrisch blasenförmige, dünnwandige, anfänglich mit Protoplasma gefüllte, später inhaltsleere Zellchen in die Höhlungen hineinragen. Es entsteht der Canal schizogen. Diejenigen Zellen, welche in den Canal hineinragen und den Schleim erzeugen, bilden sich durch Streckung derjenigen Zellen, welche den Canal umgeben, und bleiben ihrerseits an den benachbarten Zellen hängen. Ausser L. inundatum L., bei welchem ich zu denselben, eben erwähnten Resultaten gelangte, untersuchte ich noch Alkoholmaterial von vier weiteren, mir von Hrn. Prof. Dr. Goebel gütigst zur Verfügung gestellten Arten, welche derselbe auf Java gesammelt hatte. So gut es das unvollständige Material erlaubte, versuchte ich sie nach Baker[2]) zu bestimmen. Bei L. casuarinoïdes Spring (?) fand ich in älteren, 6 mm starken Stämmchen auf dem Querschnitt kreisförmige bis elliptische, 105 bis 225 μ Durchmesser besitzende Schleimgänge, die von parenchymatischen, halbkugelig in den Gang hineingewölbten Zellen ausgekleidet waren. Sie verliefen allmählich blind. Ihren Ursprung nehmen sie in den Blättern, wo sie vollständig mit L. inundatum L. übereinstimmend entstehen. Auch bei L. miniatum Spring (?) nehmen die Schleimgänge auf gleiche Weise ihren Ursprung in den Blättern, durchziehen dieselben und endigen frühzeitig bei ihrem Eintritt in den Stamm. Bei L. carinatum Desv. (?) konnten keine Schleimgänge gefunden werden, ebensowenig bei L. Selago L. Letzteres ist dagegen dadurch ausgezeichnet, dass in der Mitte des Blattes ein Intercellularraum entsteht, der sich auf dessen Unterseite von einer Blattseite zur anderen erstreckt, um beim Eintritt des Blattes in den Stamm zu enden.

Fernerhin findet sich in der Familie der Osmundaceen eine Schleimabsonderung, die zum Unterschied von den oben erwähnten Fällen, in Zellen eingeschlossen ist. Bereits Gardiner und Ito[3]) untersuchten die an jüngeren Blättern und Schuppen befindlichen Haare von Osmunda

1) Hegelmaier, Zur Morphologie der Gattung Lycopodium. Bot. Ztg. 1872. S. 845 und Taf. XI, 33—37.

2) J. H. Baker, Handbook of the Fern-Allies. London 1887.

3) Gardiner and Ito, On the structure of the mucilago-secreting cells of Blechnum occidentale L., and Osmunda regalis L. Annals of Botany, Volum I. 1887 Nr. I. S, 41—51.

Universitätsbibliothek Regensburg urn:nbn:de:bvb:355-ubr05167-0489-9

regalis L. Diese Organe besitzen neben langen, verzweigten, nicht secernirenden Wollhaaren solche Haare, die Zellreihen darstellen. In allen Zellen derselben (bei dem ebenfalls untersuchten Blechnum occidentale L. sind es gestielte Köpfchenhaare, deren Endzelle nur secernirt) bildet sich Schleim, der so lange in den betreffenden Zellen eingeschlossen bleibt, als das Protoplasma derselben noch lebensthätig ist, um dann bei Quellung die Membranen zu sprengen und auszutreten. Die Schleimbildung beginnt, indem die innersten Schichten des Endoplasmas, worunter die Verfasser das Körnerplasma verstehen, sich zu Tröpfchen eines klaren, gummiartigen Schleimes ausbilden. Schliesslich besteht jeder Tropfen aus vielen kleinen Tröpfchen, die die Reaction von reinem Gummi geben und die in einer schleimigen Grundsubstanz eingebettet sind. Sie sind voneinander durch ein protoplasmatisches Netzwerk getrennt. Der Process schreitet nach aussen weiter, bis das Endoplasma aufgezehrt ist, während wahrscheinlich das Ektoplasma — die Verfasser können, da eine scharfe Grenze zwischen Körnerplasma und Hautplasma nicht existirt, nicht sicher angeben, ob Letzteres Antheil an der Schleimbildung nimmt — mit Resten des Zellkerns übrig bleibt. Die secernirenden Zellen stehen untereinander in offener Verbindung, indem die Wände und Callusbelege der Zellen an beiden Seiten durch eine Anzahl feiner Löcher durchbohrt sind, welche an gewisse Formen von Siebröhren erinnern.

Schneidet man einen Wedel von Osmunda regalis L. ab, so fliesst reichlich Schleim aus und zwar, wie man mit der Lupe deutlich sehen kann, fast nur an der concaven Innenseite des Wedelbündels. Nun führt Russow[1]) Folgendes an: »In dem Xylem des axilen Petiolus — Leitbündels von C-förmigen Querschnitt bilden die Tracheïden eine compacte Masse; auf der concaven Seite des Leitbündels sind mehrere Zellen der Phloëmscheide, an 10 bis 12 Punkten gruppenweise auftretend, durch ihr weites Lumen, welches das der benachbarten Zellen um das 4—5-fache übertrifft, ausgezeichnet; sie führen Stärke wie die übrigen Geleitzellen.« Bei näherer Untersuchung stellte sich nun heraus, dass diese Zellgruppen die Schleim absondernden waren, wozu noch je eine aus zahlreicheren Zellen bestehende Gruppe auf der Convexseite des Bündels treten, die gegenüber der umgebogenen Enden des Bündels liegen. Letztere hat Russow nicht bemerkt. Während bei dünnen Schnitten der Schleim sofort ausfliesst, erhält man bei dickeren Schnitten dann ein klares Bild von der Lage der betreffenden Zellgruppen, wenn man zu dem betreffenden Schnitt etwas schwefelsaure Eisenoxydullösung zufügt. Es werden nämlich durch dieses Reagenz die Inhalte dieser Zellgruppen schwach schmutzig blau gefärbt und enthalten folglich einen schwach gerbstoffhaltigen Schleim. Auf Längsschnitten treten die betreffenden

1) l. c. S. 99.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05167-0490-4

Zellen ebenso deutlich hervor und stellen dann verschieden weite, langgestreckte Zellen dar. Legt man Längsschnitte, die man von jungen Blattstielen erhalten hat, während 24 Stunden in Picronigrosin, eine Methode, welche von Gardiner und Ito angegeben wird[1]) und bei frischem Material sehr gute Resultate liefert, wäscht mit Wasser aus und untersucht die Schnitte in Glycerin, so kann man die Schleimbildung in den verschiedenen Stadien beobachten. Es treten zunächst an verschiedenen Stellen im Protoplasma Vacuolen auf, die sich auf Kosten von sich desorganisirendem Protoplasma allmählich mit Schleim mehr und mehr erfüllen, so dass schliesslich der Zellkern nur an feinen Protoplasmafäden aufgehängt erscheint. Schliesslich zerreissen auch diese und der Inhalt der betreffenden Zelle besteht aus Schleim, dem der Zellkern und Protoplasmareste noch eingelagert sind. Stärke, wie Russow angibt, konnte in völlig mit Schleim erfüllten Zellen nie wahrgenommen werden und lässt sich die Angabe dieses Untersuchers nur so erklären, dass beim Schneiden Stärkekörner in die betreffenden Zellen aus dem mit solchen völlig erfüllten, umliegenden Gewebe hineingerissen wurden.

Im Stamm von Osmunda regalis L., von dem mir allerdings nur altes Alkoholmaterial zur Verfügung stand, konnten weder Färbungen erhalten noch Zellen gefunden werden, die auf Schleiminhalt schliessen liessen.

Aus der Familie der Osmundaceen wurde fernerhin Todea barbara Moore in den Bereich dieser Untersuchung gezogen. Auch hier wird der Blattstiel von einem C-förmigen Gefässbündel durchzogen, welches auf dem Querschnitt in der concaven Seite bis 20 Gruppen schleimabsondernde Zellen besitzt; eine jede dieser Gruppen besteht aus wenigen Zellen, während auf den beiden Seiten der convexen Fläche des Gefässbündels je eine aus zahlreichen Zellen bestehende Gruppe liegt. Beide heben sich auch hier durch ihr weites Lumen von den übrigen Zellen ab und führen ebenfalls einen schwach gerbstoffhaltigen Schleim. Auf Längsschnitten stellen sie wie bei Osmunda langgestreckte Zellen dar, welche mit geraden Wänden aneinander stossen. Ihre Wände färben sich mit Chlorzinkjodlösung blau, ihr Inhalt gelb, welch Letzterer mit schwefelsaurer Eisenoxydullösung eine schmutzig blaue Färbung annimmt.

In dem untersuchten Stämmchen einer jungen Keimpflanze konnten auf Längs- wie Querschnitten zwar im Parenchym Zellen unterschieden werden, die von engen Zellen so umgeben waren, dass sie denselben Eindruck wie die Marattiaceen-Schleimgänge machten; es gelang mir aber nicht, Färbungen zu erhalten; es muss daher dahingestellt bleiben, ob der Stamm von Todea Schleim absondernde Organe führt oder nicht.

An Blechnum occidentale L. schliesst sich bezüglich der Schleim absondernden Köpfchenhaare folgende zur Gattung Nephrodium Rich. ge-

1) l. c. S. 31.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05167-0491-9

hörende Aspidiee an, von der Herr Prof. Dr. Goebel Anfang Februar 1886 bei Tjibodas junge, noch eingerollte Blätter gesammelt hatte. Dieselbe ist mit Nephrodium stipellatum Hk. nahe verwandt, von dem sie sich namentlich dadurch unterscheidet, dass die Fiederblätter 14—16 Nerven — nicht, wie Hooker[1]) für obige Species angibt, 8 — besitzen. Im frischen Zustand ist nach den Notizen von Herrn Prof. Goebel das gesammte junge Blatt mit einer 2—3 mm hohen Schleimschicht continuirlich überzogen, welche die Consistenz einer Gallerte besitzt. In dem mir vorliegenden Alkoholmaterial ist dieselbe zu einer cartonpapierdicken Schicht contrahirt, die den gesammten Blattstiel und Lamina überzieht mit der Ausnahme, dass besondere, unten näher zu charakterisirende Organe davon frei bleiben. Der Schleim wird in kugeligen Haaren abgesondert, die die gesammte Epidermis bedecken. An den einander fest aufliegenden Seiten des eingerollten Blattstieles konnten die Haare in allen Entwicklungsstadien gefunden werden, die sich wahrscheinlich an dieser Stelle erst dann weiter entwickeln und überhaupt erst bilden, wenn das Blatt sich entfaltet. Sie entstehen, indem eine Epidermiszelle zu einem Schlauch auswächst, der bald an der Spitze keulenförmig anschwillt. Durch eine Querwand wird dieser Theil von dem sich weiter theilenden Stiel abgegrenzt und gestaltet sich nun zu einer kugeligen Zelle um. In dem Protoplasmainhalt der letzteren treten hierauf vacuolenartige Schleimtröpfchen auf, die zunächst durch Protoplasmastränge voneinander getrennt sind. Nach und nach schreitet die Desorganisation weiter fort und der Gesammtinhalt der Zelle ist mit Schleim erfüllt. Derselbe wird durch ein am oberen Ende der Zelle durch unregelmässiges Zerreissen der Zellmembran gebildetes Loch entleert. Während die Haare des Blattstiels meist unverzweigt sind, sind die der Blattnerven verzweigt. Figur 42 und 43 stellen zwei reich verzweigte, jedoch je aus einer Epidermiszelle entstandene Haare der Blattlamina dar, die Endzelle *a* eines jeden Zweiges wird auf die oben beschriebene Weise kugelig und bildet Schleim, der durch das Loch *b* entleert wird. Das durch Figur 42 dargestellte Haar hat sich in eine aus zwei Zellreihen bestehende Fläche verwandelt, die oft bedeutende Breite annimmt, jedoch immer, wie es scheint, einschichtig bleibt. Der Blattrand ist ausserdem noch mit Borstenhaaren versehen, die auf der Mittelrippe nur vereinzelt stehen.

Die nahe der Mittelrippe angehefteten, zu Sori vereinigten Sporangien sind mit einem nierenförmigen, in der Mitte angehefteten Schleier bedeckt. Ein einzelnes junges Sporangium gibt Figur 44 wieder. Sowohl dem Stiel desselben entspringen ebendieselben unverzweigten Köpfchenhaare (*a*), als auch, was meines Wissens noch nicht beobachtet worden ist, einzelne Zellen der Sporangienwand wachsen zu diesen schleimabsondernden Haaren aus.

1) W. J. Hooker, Species Filicum. Vol. IV. S. 70. London 1862.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05167-0492-5

Wie bereits oben erwähnt ragen aus dem Schleimüberzug eigenthümliche, in Figur 46 wiedergegebene Organe heraus, die, wie aus Figur 45 hervorgeht, in zwei Reihen neben der Blattstielrinne angeordnet sind. Sie bestehen aus weisslichen, spongiösen, ca. 12—14 mm langen Gebilden von pfriemenförmiger Gestalt (in Figur 45 sind sie (*a*) abgebrochen), welche etwa 1 mm über der Basis ein nierenförmiges Anhängsel (*b*) besitzen, welches ebenfalls nicht mit Schleim überzogen ist. Von der Stelle an, wo die Fiederblattstiele entspringen, fehlt dem pfriemenförmigen Organ die schildförmige Drüse, während ersteres sich über die Mittelrippe des Fiederblattes hinüberbeugt. Letztere Organe werden auch bereits von Hooker erwähnt, der sie nicht wie Blume als »Palea«, sondern als »a subulate fleshy gland« bezeichnet. Diese pfriemenförmigen Organe entstehen als Hervorwölbungen des Blattstieles und verlängern sich allmählich bis zu obiger Grösse. Es besteht anatomisch aus einem gleichartigen schwammigen Gewebe, dessen mächtige Intercellularräume mit Stäbchen ausgekleidet sind. Die Epidermiszellen greifen mittels gewellter Wände ineinander und besitzen äusserst zahlreiche, in die Längsrichtung gestellte Spaltöffnungen.

Die nierenförmige Drüse dieser Organe liegt dem Blattstiel dachförmig an. In die mit demselben versehenen Organe tritt ein normal gebautes Gefässbündel ein, welches sich strahlenförmig in die Ausbreitung verzweigt, wie aus Figur 47 hervorgeht. Die Strahlen bestehen hier nur noch aus Tracheïden, die auf der Unterseite der Drüse theils bis dicht an den Rand, von demselben oft nur durch zwei bis drei Zellen getrennt, verlaufen, theils schon früher, wie aus Figur 48 hervorgeht, aufhören. Die Tracheïden sind von der Unterseite durch zwei bis drei Zellreihen lückenlos aneinander schliessenden, langgestreckten Zellen getrennt, während nach der Oberseite zu ein dem pfriemenförmigen Organ entsprechendes, schwammiges Gewebe liegt, dessen grosse, stark das Licht brechende Intercellularräume mit 3,8 bis 4,2 μ langen Stäbchen ausgekleidet sind. Da der Inhalt der Intercellularräume mit Schwefelsäure aufquillt, besteht er wahrscheinlich aus Schleim. Während die Epidermiszellen der Unterseite lückenlos aneinander schliessen, besitzen die der Oberseite zahlreiche in der Richtung des Tracheïdenverlaufes gestellte Spaltöffnungen, die mit den Intercellularräumen communiciren.

Als was diese eigenthümlichen Organe aufzufassen sind, muss einer Untersuchung lebender Pflanzen überlassen bleiben. Während das schildförmige Anhängsel sicher eine Wasser ausscheidende Drüse darstellt, kann das pfriemenförmige Organ entweder zu demselben Zweck oder als Athmungsorgan dienen, da das mit Schleim völlig überzogene Blatt von der Luft vollständig abgeschlossen ist. Sie würden in letzterem Falle mit den als Athmungsorgane dienenden, aus dem Schlamm herausragenden Wurzeln einiger Bäume zu vergleichen sein, wofür namentlich ihre spon-

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05167-0493-1

giöse Beschaffenheit spricht. Die Wasserausscheidung auf der anderen Seite dient dazu, die Schleimhaare zum Platzen zu bringen.

Zu den Schleim bildenden Pteridophyten ist fernerhin die Familie der Cyatheaceen zu rechnen, von der Karsten[1]) Folgendes anführt: »Einzelne grosse gummihaltige Zellen fand ich in dem Parenchym der Stämme der Cyathea aurea (Tafel VIII, Figur 1 *a*), Alsophila senilis, microphylla u. a., zu Fasern vereinigt waren diese Zellen in dem Stamm der Alsophila pruinata, in deren Blattstiel die Höhlung derselben nicht weiter war wie die der übrigen Parenchymzellen, nur durch ihren Inhalt von diesen zu unterscheiden, so dass sie den eigentlichen Milchsaft führenden Fasern ähnlich waren.« Weiterhin führt er an, dass dieselben folgenden Cyatheaceen fehlen: Hemitelia obtusa Kl. und Balantium Karstenianum.

Russow[2]) erwähnt bei der Untersuchung der Stämme dieser Familie Folgendes: »Zwischen dem Leitbündel und diesen Sklerenchymplatten befindet sich (bei Alsophila) eine schmale Partie farblosen Parenchyms, in welchem sehr weitlichtige Gummizellen liegen. Von den Sklerenchymplatten nach innen liegen zahlreiche Gerbstoffschläuche und Gummigänge zerstreut. Im Petiolus legen sich die Sklerenchymstränge hart an die Schutzscheide an, auf der von der nächstliegenden Petiolus-Oberfläche abgewandten Seite der Leitbündel; zahlreiche Gerbstoffsehläuche und Gummigänge durchziehen das Parenchym des Petiolus, erstere gewöhnlich in ziemlicher Nähe der Leitbündel, meist regelmässig den Längsfurchen der Leitbündel gegenüber liegend.«

Potonié[3]) gibt nur die Russow'schen Angaben wieder, wie er es auch bei den Osmundaceen thut. Ich untersuchte zunächst Alsophila australis R. Br. und fand in älteren Wedeln, dass innerhalb der plattenförmigen, hin und her gebogenen Gefässbündel jedesmal an der concaven Seite der Krümmung eine grössere oder zwei bis drei kleinere Zellen liegen, deren Inhalt schwach gerbstoffhaltiger Schleim ist. Auf Längsschnitten sind diese Zellen nach allen Richtungen ziemlich gleich weit und stehen übereinander; sie besitzen zwischen sich grosse Intercellularräume und liegen theils einzeln, theils zu zwei bis drei nebeneinander. Ausser diesen Zellen finden sich in dem Parenchym des Blattstiels alter Blätter auf Querschnitten noch weite Zellen, die ähnlich wie bei den Marattiaceen scheinbar von Epithelzellen umgeben sind. Auf Längsschnitten stellen letztere breite, äusserst lange Zellen dar, die von einem körnigen, hellbräunlichen bis gelblichen Inhalt erfüllt sind, bestehend aus gerbstofffreiem Schleim. Um die Entwicklung derselben zu untersuchen,

1) l. c. S. 133.

2) l. c. S. 105.

3) Henry Potonié, Ueber die Zusammensetzung der Leitbündel bei den Gefässkryptogamen. Jahrb. des Königl. botan. Gartens Berlin. II. Band. S. 270.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05167-0494-7

benutzte ich einen noch völlig eingerollten, jugendlichen Wedel, in welchem diese drei bis viermal länger als breiten Zellen übereinander angeordnet waren. Ihr Inhalt verschleimt, wie bei Färbung mit Pikronigrosin leicht festzustellen ist, auf die Weise, dass im Protoplasma äusserst kleine, zahlreiche Vacuolen auftreten, die durch Protoplasmafäden so voneinander getrennt sind, dass das Bild mit einer Bienenwabe vergleichbar ist. Allmählich verschmelzen die einzelnen Vacuolen miteinander, bis schliesslich der gesammte Inhalt der mehr und mehr anschwellenden Zelle gleichmässig mit Schleim erfüllt ist. Es sind somit schleimführende übereinander stehende Zellen und keineswegs, wie Russow angibt, Gänge, von denen man ja nur bei vorhandenen aufgelösten Membranen reden kann. Genau ebenso verhalten sich die Schleimzellen in den Wedeln von Cibotium princeps Hort. und C. regale Moor. Leider standen mir die beiden von Karsten untersuchten Species Hemitelia obtusa Kl. und Balantium Karstenianum nicht zur Verfügung, dagegen gelang es mir in je einer anderen Species dieser beiden Gattungen Schleimzellen nachzuweisen; demnach sind dieselben höchst wahrscheinlich bei allen Cyatheaceen vorhanden, was entschieden systematisch von Bedeutung ist.

Von Hemitelia Walkerae Hk. stand mir Alkoholmaterial zur Disposition und fand ich in dem Stamm dieses von Prof. Goebel in Ceylon gesammelten Farn schon mit blossem Auge auffallende, grosse, weite Zellen im Grundparenchym, namentlich in dem zwischen Gefässbündeln und Sklerenchymscheiden befindlichen Parenchym. Sie übertreffen die umgebenden Zellen an Weite oft um das vierfache und mehr und stellen Schleimzellen dar. Sie sind in der Regel doppelt so lang als breit, obwohl auch ziemlich gleich weite vorkommen, wie Figur 38 zeigt. Im Parenchym des Blattstiels stellen sie dagegen theils einzelne, theils zu zweien nebeneinander liegende Zellen dar, die sich durch Grösse nicht von den übrigen unterscheiden. Auf Längsschnitten stellen sie langgestreckte übereinander stehende Zellen dar. Sie führen ebenfalls Schleim. In den Biegungen der Blattgefässbündel sind dagegen gerbstoffhaltigen Schleim führende Zellen vorhanden, die sich wie die der folgenden Art verhalten.

Balantium antarcticum Prsl. lässt beim Abschneiden eines Wedels zunächst keinen Schleim austreten, erst nach einiger Zeit sammelt sich in der Nähe der Gefässbündel Schleim in Gestalt kleiner Tröpfchen an. An Querschnitten findet man wieder in den nach innen zu gelegenen Krümmungen des eigenthümlich gebogenen, plattenförmigen Gefässbündels Gruppen kleiner, polyedrischer Zellen, die wie aus Längsschnitten hervorgeht, übereinander stehen. Ihr Inhalt färbt sich mit schwefelsaurer Eisenoxydullösung schwach blau und enthält folglich Gerbstoff. Im Grundparenchym dagegen finden wir langgestreckte, Reihen bildende Zellen, die an Grösse von den umgebenden nicht wesentlich unterschieden sind und Schleim führen.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05167-0495-3

Cyathea medullaris Sw., von dem ebenfalls ein Wedelstiel untersucht wurde, verhielt sich völlig wie die oben untersuchte Alsophila australis Br.

§ 11. Stäbchen.

In den Intercellularräumen des Parenchyms des Stammes, des Blattstieles und vor Allem des Schwammparenchymes der Blätter der Marattiaceen treffen wir die von Luerssen[1]) zuerst näher beschriebenen, von Schenck[2]) eingehender mikrochemisch und entwicklungsgeschichtlich untersuchten eigenthümlichen centrifugalen localen Wandverdickungen. Weitere Angaben über dieselben finden sich bei de Bary[3]) und Gardiner[4]). Schenck kommt zu folgendem Resultat: »Die Höcker, Stäbchen oder Fäden der Marattiaceen wie auch der übrigen Farne, bei denen sie in ähnlicher Weise wiederkehren, werden wohl am richtigsten als Secretbildungen aufgefasst. Ihre Substanz muss wenigstens bei der Bildung von schleimiger oder halbflüssiger Beschaffenheit sein, da es sich sonst nicht vorstellen lässt, wie sie durch die Zellwand hindurchwandern kann und wie die Stäbchen mit einander verwachsen. Die Vermuthung liegt nahe, dass der Transport dieses secretartigen Sfoffes durch feine Poren in der Zellmembran bewerkstelligt wird. Seine chemische Beschaffenheit muss zunächst dahingestellt bleiben. Ihn als schwach cuticularisirte Cellulose zu bezeichnen, liegt kein zwingender Grund vor.«

Ich habe diese Bildungen bei Angiopteris evecta Hoffm., Kaulfussia aesculifolia Blume und Marattia fraxinea Smith eingehend näher untersucht, ohne zu Resultaten gelangen zu können, die von den Schenck'schen verschieden wären. Es sei hier nur erwähnt, dass mit Pikronigrosin absolut keine Reaction zu erzielen war, so dass von einer verschleimten, von einer Cuticula, die mit Chlorzinkjodlösung deutlich nachweisbar ist, überzogenen Substanz wohl nicht die Rede sein kann.

Bei den untersuchten Arten bildeten diese Wandverdickungen im Stamme stets ein aus langen Stäbchen bestehendes Balkennetz. Im Blattparenchym von Marattia fraxinea Smith bildeten sie kleine, dicht gestellte, rundliche Erhabenheiten, die bei dem untersuchten Material nur selten zwei bis dreimal länger als dick waren und somit kleine, kurze Stäbchen darstellen.

---

1) Chr. Luerssen, Ueber centrifugales locales Dickenwachsthum innerer Parenchymzellen der Marattiaceen. Bot. Ztg. 1873. S. 641 und Taf. VI und Ueber Intercellularverdickungen im parenchymatischen Grundgewebe der Farne. Sitzungsber. der Naturf.-Ges. Leipzig 1875. S. 76.

2) H. Schenck, Ueber die Stäbchen in den Parenchymintercellularräumen der Marattiaceen. Ber. der deutsch. Bot. Gesellsch. 1886, Band IV mit Taf. IV.

3) De Bary, Vergl. Anatomie. S. 125.

4) W. Gardiner, The continuity of the protoplasm in plant tissue. Nature 1885. S. 391.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05167-0496-9

Bei Marattia alata Smith waren, entgegen der Angabe von Schenck[1]), die Stäbchen ebenfalls im Schwammparenchym nachweisbar. Sie zeigten eine Dicke bis zu 2,13 μ bei einer Länge bis zu 7,1 μ und bildeten unverzweigte, gerade, selten ein wenig gekrümmte Stäbchen.

Bei Kaulfussia aesculifolia Blume bildeten sie im Schwammparenchym ein dickes Balkennetz, aus lauter geraden, dünnen, aber langen Stäbchen bestehend, die an der Spitze häufig köpfchenförmig angeschwollen waren.

Ebenfalls fand ich im Stamme von Helminthostachys zeylanica Hk. Stäbchen, wo sie die Intercellularräume des Parenchyms mit einem dichten Balkennetz erfüllten. Es bestand dasselbe aus äusserst zarten, langen Fäden, die sich analog denen der Marattiaceen verhielten. Sie fehlten im Blattstiel und im Schwammparenchym. Hierbei möchte ich auf Folgendes aufmerksam machen. In einzelnen Parenchymzellen der Innenrinde des Stammes fand ich braunroth gefärbte (es war Alkoholmaterial), kuglige oder eckige Tröpfchen mit eigenthümlicher, an die Schichtung der Stärkekörner erinnernder, excentrischer Schichtung. Dieselben wurden ebenfalls in den Zellen der Gefässbündel gefunden, wo hie und da eine Zelle völlig mit solchem Inhalt erfüllt war. Ebenso lehrte die Untersuchung jüngerer Theile, dass die Zellen zunächst völlig mit einem homogenen, gelblichen Inhalt erfüllt waren. Weder durch schwefelsaure Eisenoxydullösung noch durch doppelchromsaure Kalilösung konnte eine Gerbstoffreaction erhalten werden. In Chromsäure blieben dieselben unverändert, nur wurde die Schichtung deutlicher. Das Ausbleiben der Gerbstoffreaction ist zwar erklärlich, da ich nur altes Alkoholmaterial zur Untersuchung hatte, jedoch ist es mir dadurch nicht möglich, mit Bestimmtheit anzugeben, ob es nur eine pathologische Abscheidung war oder nicht[2]).

§ 12. Die Pilzinfection.

Russow[3]) führt bei der Beschreibung der Wurzeln der Marattiaceen Folgendes an: »In den unterirdischen Wurzeln fallen die zwei bis drei inneren Lagen der Aussenrinde vor den übrigen in die Augen durch den Inhalt ihrer Zellen, der aus zusammengeballten, schwach gelblich tingirten, zum Theil durchscheinenden, zum Theil grumösen Massen besteht, die sich auf Zusatz von Jod dunkel schmutzig-gelb färben; in den Wurzeln der Ophioglosseen kommen in den entsprechenden Zellen ähnliche Conglomerate vor, die durch eingedrungene Pilzfäden verursacht zu sein scheinen; bei den Marattiaceen waren keine Pilzfäden wahrzunehmen.« Auch bei den unterirdischen Wurzeln von Kaulfussia aesculifolia Blume fielen mir bei der anatomischen Untersuchung diese gummiartigen, gelben

1) l. c. S. 90.
2) Vergl. auch S. 487 dieser Abhandlung.
3) l. c. S. 107.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05167-0497-5

Massen auf, die den Inhalt von ein bis drei Zellreihen bildeten. Dieselben gehörten der mit Intercellularräumen versehenen Innenrinde an und waren immer dicht an den Schleimgängen befindlich.

Sowohl auf Quer- wie Längsschnitten stellen diese Massen gelbliche, stark lichtbrechende Klumpen dar, die die verschiedensten Gestalten besitzen. Mit Kalilauge behandelt, tritt mit Ausnahme ganz geringer Quellung keine Veränderung ein, bei Behandlung mit concentrirter Schwefelsäure tritt allmählig ein Hellerwerden ein, so dass man deutlich sehen kann, dass die Klumpen aus keiner einheitlichen Substanz bestehen. Da diese Resultate über die Gestalt und das Verhalten der Klumpen völlig mit denen übereinstimmten, welche Wahrlich[1]) bei ähnlichen Objecten in den Orchideenwurzeln erhalten, wendete ich jetzt zur weiteren Untersuchung dessen Methode zur Klärung des Bildes an.

Dünne Längsschnitte der betreffenden Wurzeltheile kochte ich längere Zeit in alkoholischer Kaliumhydroxydlösung, wusch mit Wasser aus und untersuchte dieselben dann in Glycerin bei starken Vergrösserungen. Jetzt zeigte sich klar und deutlich, dass die einzelnen Klumpen durch Fäden von äusserster Feinheit in Zusammenhang standen. Dieselben verliefen in den Intercellularräumen, um hie und da durch die Zellmembran Zweige zu senden. Hier im Innern der Zellen schwellen sie zunächst an und bilden dann theils runde, theils längliche Blasen, die die verschiedensten Auszweigungen zeigten. Sie stimmen im Wesentlichen mit denen von Wahrlich auf Tafel III. abgebildeten Figuren überein. Da hierdurch die grösseren Klumpen noch nicht deutlich geworden waren, wurde auch das andere von Wahrlich angegebene Verfahren eingeschlagen. Es wurden nämlich die mit alkoholischer Kaliumhydroxydlösung behandelten Schnitte in concentrirte Schwefelsäure gelegt, nachdem sie gut ausgewaschen worden waren. Hierauf wurde nach einiger Zeit letzteres wiederholt und mit Chlorzinkjodlösung gefärbt. Jetzt trat auch hier deutlich hervor, dass diese grossen Klumpen aus Hyphenknäulen bestehen, in deren Innenraum intensiver gefärbte Körper vorhanden sind. Letztere sind die ursprünglichen Säcke, welche mit der Zeit von den Pilzhyphen umflochten werden. Dass die Pilzhyphen, ohne sie mit Reagentien zu behandeln, nicht sichtbar sind, rührt daher, dass sie, wie schon Wahrlich erwähnt, wahrscheinlich Harz ausscheiden, welches die einzelnen Hyphen sowohl wie die blasigen Anschwellungen so dicht umgibt, dass ein einheitlicher Klumpen schliesslich entsteht. Dieses Harz wird durch obige Behandlung entfernt. Auch hier färbte sich das Harz mit Osmiumsäure braun.

Wie aus den verschiedenen Entwicklungsstadien hervorgeht, die ich in dem untersuchten Material antraf, dringt der Keimschlauch oder das

1) W. Wahrlich, Beitrag zur Kenntniss der Orchideenwurzelpilze. Bot. Ztg. 1886. S. 486.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05167-0498-1

im Boden vegetirende Mycel des Pilzes in die Wurzelspitze ein, indem von demselben eine Epidermiszelle durchbohrt wird. Da die Luftwurzeln stets pilzfrei sind, ist eine andere Inficirung ausgeschlossen. In der Epidermiszelle schwillt die Hyphe an einer Stelle blasig an, durchbohrt die Membran wieder und dringt von einer Zelle zur anderen, bis sie in die Innenrinde gelangt. Hier wuchert sie in den Intercellularräumen weiter und entsendet in die Zellen Zweige, die dort anschwellen. Die so entstehenden Blasen werden von anderen Hyphen umwunden und stellen dann schliesslich diese harzigen Klumpen dar.

Es glückte mir fernerhin, Sporen zu finden. Wie aus Figur 39 a und b hervorgeht, stellen dieselben annähernd rundliche Gebilde dar, die einen Durchmesser von 35 bis 42 μ zeigten. Sie besitzen ein äusserst dickes Exospor, welches von oben gesehen feine Punkte zeigt; wie aber aus Figur 39 c und d zu ersehen ist, scheint es von feinen Canälen durchzogen zu sein. Auf der Oberfläche der Spore verlaufen eigenthümliche, oft verzweigte Bänder.

Auch die Wurzeln der im hiesigen Gewächshaus cultivirten Marattia alata Smith zeigten in der äussersten Schicht der Innenrinde Zellen, die stärkefrei waren, dafür aber hellgelbe Ballen von theils runder, theils länglicher Form besassen. Dieselben verhielten sich wie die bei Kaulfussia gefundenen. Um einen Aufschluss über die systematische Stellung des Pilzes zu erhalten, wurden dünne Quer- und Längsschnitte der Wurzel in verdünnte Rosinenabkochungen auf einen Objectträger ohne Deckglas gebracht. Andere wurden im hängenden Tropfen cultivirt und sämmtliche Präparate in eine mit einer Glasglocke überdeckte feuchte Kammer gebracht. Nach ca. drei Wochen zeigten sich eiförmige, dunkelgrün gefärbte Sporen, welche einen Durchmesser von 5 μ, eine Länge von 8,4 μ besassen. Sie wurden auf folgende Weise gebildet. Das Mycel des in der Wurzel befindlichen Pilzes wuchs nach Aussen und verbreitste sich in der Nährlösung. Es war insofern ein Unterschied zwischen dem in der Wurzel befindlichen und dem in der Nährlösung gewachsenen Mycel zu constatiren, als letzteres bedeutend stärkere Hyphen entwickelte. Die Enden einzelner Hyphenäste verbreiterten sich dann scheibenförmig und am Rande dieser Scheibe entsprangen mehr oder minder viele (oft zwölf und mehr) Hyphenästchen, die an ihrem Ende eine Spore abschnürten. Dieses Stadium gibt Figur 40 *a* wieder.

Später wurden an 3,8 bis 4,5 μ breiten Hyphenästen zusammengesetzte, gelbliche Sporen abgeschnürt. Die Endzelle schwillt keulenförmig an (*b*) und theilt sich durch Querwände in gewöhnlich vier Zellen (*c*), deren obere sich durch je eine Längswand dann weiter theilen (*d*). Hierauf folgt die darunter befindliche Zelle (*e*) und so weiter, so dass schliesslich lange Ketten zu Stande kommen, deren Glieder die Sporen darstellen. Bei der Keimung fallen entweder die zusammengesetzten

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05167-0499-9

Sporen auseinander und jede Zelle keimt aus, oder es keimen einzelne Zellen direct im Zusammenhang mit den anderen zu einem neuen Mycel aus.

Fernerhin wurde eine Pilzinfection in den dünnen Nebenwurzeln von Angiopteris evecta Hoffm. gefunden. Auch hier befand sich der Pilz an denselben Stellen wie bei den oben beschriebenen Arten. Eigenthümlich war, dass die nach Innen befindlichen, pilzfreien Zellen collenchymatisch verdickt und einzelne dieser Zellen sogar zu Bastfasern umgebildet waren. Während erstere durch Chlorzinkjodlösung blau gefärbt wurden, färbten sich letztere durch Kaliumhydroxydlösung gelb, durch Phloroglucin-Salzsäure roth. Das Ende einzelner Hyphen war zu einer Spore kuglig angeschwollen; dieselbe besass einen sehr grossen Zellkern. Den Inhalt einer Zelle mit Spore gibt Figur 41 wieder.

In meinem Alkoholmaterial von Marattia fraxinea Smith konnte keine Pilzinfection nachgewiesen werden.

Durch die oben citirte Bemerkung Russow's wurde ich veranlasst, auch die mir zugänglichen Ophioglossaceen auf diese Infection zu untersuchen. Unter dieser Familie führt Russow[1]) Folgendes an: »Sehr auffallend treten die innersten Zellen der Aussenrinde (der Wurzeln von Ophioglossum vulgatum L.) vor allen übrigen durch ihren Inhalt hervor, der aus gelblichen bis bräunlichen, zusammengeballten grumösen (Protoplasma?) Massen besteht, die meist von zahlreichen, farblosen oder braun tingirten Pilzfäden umsponnen sind. Letztere durchbohren die Wände der Zellen und verlaufen auf längere Strecken in den Intercellulargängen an der Grenze zwischen Innen- und Aussenrinde; Pilzsporen wurden nicht gefunden.« Ich untersuchte darauf hin die Wurzeln von Botrychium Lunaria Sw. und Ophioglossum vulgatum L. In beiden Pflanzen, welche ich von den verschiedensten Standorten sammelte, waren stets diese Massen vorhanden. Dagegen konnte ich in dem mir zugänglichen Alkoholmaterial von Botrychium ternatum, und von Helminthostachys zeylanica Hk., von denen ersteres in den Dünenkesseln Norderney's, letzteres in Ceylon von Herrn Professor Dr. Goebel gesammelt wurde, weder diese Massen, noch Pilzinfection nachweisen.

Macht man dagegen von Botrychium Lunaria Sw. und von Ophioglossum vulgatum L. auch hier dünne Schnitte durch die Wurzel und behandelt sie nach der Wahrlich'schen Methode, so lässt sich leicht nachweisen, dass wir es hier mit denselben Massen wie bei den Marattiaceen Wurzeln zu thun haben. Sie unterscheiden sich nur von Letzteren dadurch, dass die in den Intercellularräumen verlaufenden Hyphen so gut wie nicht verharzt sind, was namenttich zu Tage tritt, wenn man die Schnitte mit verdünnter Chromsäurelösung behandelt. Im ersten

1) l. c. S. 118.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05167-0500-5

Moment wird der Verlauf der Hyphen klarer, dann aber lösen sich dieselben auf, während die Massen deutlicher und klarer in ihrer Structur werden. Bei den Marattiaceen dagegen werden durch dieses Reagenz überhaupt erst die einzelnen Hyphen sichtbar.

Es wurde nun zum Cultiviren des in den beiden Wurzeln lebenden Pilzes geschritten und wie oben angegeben verfahren. Die Hyphen verbreiteten sich auch hier zuerst und konnte namentlich deutlich das Erstarken derselben beobachtet werden. Nach ca. 8 Tagen schnürten die Hyphen an ihrer Spitze mehrzellige, dunkelgrüne Sporen ab, die sich isolirten und bald wieder keimten. Die zusammengesetzten Sporen hatten eine Breite von 11,2 μ bei einer Länge von 23,5 μ im Durchschnitt. Ausser durch ihre bedeutendere Grösse unterscheiden sie sich namentlich noch dadurch von den vom Marattia-Wurzelpilz erhaltenen Sporen, dass sämmtliche durch Querwände entstandene Zellen sich nochmals durch Längswände theilen.

Auch bei den Lycopodiaceen ist solch' eine Pilzinfection bekannt. Goebel[1]) erwähnt Folgendes von Lycopodium inundatum L.: »In dem unter dem Cotyledon liegenden Theile der Keimpflanze und im unteren Theile des jungen Stämmchens ist das innere Gewebe gewöhnlich in der Form ausgebildet, die Bruchmann[2]) als Polstergewebe bezeichnet hat. Es tritt dasselbe auch an dem Stämmchen älterer Pflanzen lokal auf, und ist dadurch charakterisirt, dass zwischen den Zellen eine gelbliche, körnige Masse sich findet, die nach Bruchmann aus der Mittellamelle der Zellwände hervorgegangen sein soll, ein Vorgang, der mir weiterer Prüfung bedürftig erscheint. Die Zwischenmasse erreicht recht bedeutende Dimension, sie ist oft dicker als der Durchmesser der angrenzenden Zellen. Ich fand in diesem Gewebe zwischen den Zellen stets Pilzhyphen verlaufen, die sich auch leicht nach Aussen zwischen die Wurzelhaare verfolgen liessen. Sie dringen von Anfang an intracellular ein«. Bruchmann[2]) beschreibt dieses Polstergewebe, welches ich an sämmtlichen, in der Umgegend von Marburg gesammelten Lycopodium inundatum-Pflänzchen gefunden habe, folgendermassen: An der Bauchseite des Stammes von Lycopodium inundatum treten an einigen Stellen eigenthümliche Anschwellungen auf. Sie sind mit blossem Auge leicht bemerkbar und unterscheiden sich von dem umgebenden Gewebe durch ihre intensivere gelbe Farbe. Der Anschwellung, namentlich da, wo sie besonders stark auftritt, entspricht fast immer eine concave Krümmung der Rückenseite. Auch scheint die Anschwellung in bestimmter Beziehung zu den Wurzeln zu sein, denn an so angeschwollenen Stellen findet man dieselben häufig oft zu fünf und mehr bei einander.

1) Goebel, Ueber Prothallien und Keimpflanzen von Lycopodium inundatum. Bot. Ztg. 1887. S. 185.

2) Hellmuth Bruchmann, Ueber Anlage und Wachsthum der Wurzeln von Lycopodium und Isoëtes. Jenaische Zeitschr. f. Naturwissensch. VIII. Band. S. 548.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05167-0501-1

Entweder umgiebt diese Anschwellung mehrere Wurzeln, oder sie befindet sich zwischen denselben, oder endlich auch neben einzelnen Wurzeln. Schnitte durch solche Stellen geführt, lassen im Grundgewebe des Stammes ein von diesem deutlich unterscheidbares, rundlich umschriebenes Gewebe erkennen; das sich näher der Peripherie als dem centralen Pleromcylinder hält. Wir wollen es als »Polstergewebe« bezeichnen. Nach der Basis des Stengels zu geht es allmählig in das Grundgewebe über, nach den übrigen Seiten ist es scharf gegen dasselbe markirt. Ueber die Beschaffenheit der Elemente des Polstergewebes selbst ist es nicht ganz leicht, sich klar zu werden. Es hat den Anschein, als lägen die Zellen mit ihren dünnwandigen, stark lichtbrechenden Membranen bald sich berührend, bald völlig frei, in einer homogenen, schleimigen Masse, die in Wasser, namentlich aber in Kaliumhydroxyd sehr quillt, unregelmässig eingebettet. Die beste Orientirung lassen in Alkohol gelegte Präparate zu. Diese schleimige Masse verdankt der Aufquellung der Mittellamelle der Zellwände ihre Entstehung, ein ganz ähnliches Verhalten, wie es Sachs (Lehrbuch der Botanik IV. Aufl. S. 36) für das Gewebe mancher Fucaceen und für das Endosperm von Ceratonia Siliqua angiebt. Die Abbildungen des letzteren kann füglich auch zur Veranschaulichung der hier in Frage stehenden Verhältnisse dienen. Mit Chlorzinkjodlösung oder Jod und Schwefelsäure färbt sich die innere Zellschicht dieser Zellen blau, wie die Membrannen der Zellen des Grundgewebes. Die verschleimten äusseren Zellhautschichten bleiben dagegen unverändert. Der Inhalt dieser Zellen ist frei von Stärke, während das umliegende Grundgewebe, auch die wenigen Zellreihen an der Basis dieser Gewebepolster, dieselbe in grosser Menge zeigen. Ausser Fetten und Stickstoff haltiger Substanz, die im älteren Gewebe aber verschwinden, findet man noch eine Menge chromgelber Körnchen, die in Alkohol nach und nach ihre Farbe verlieren, zum Theil sich auflösen«. Er kommt schliesslich zu dem Resultat, dass die schleimige Zwischenmasse begierig Wasser anziehe und so als Wasserreservoir für die übrige Pflanze diene.

Letzteres kann unmöglich der Fall sein, da dieses Gewebe dann häufiger auftreten müsste. Es muss vielmehr angenommen werden, dass die Ansammlung von Schleim in den Intercellularräumen in directer Beziehung zu dem Pilz steht, dessen Fäden die Intercellularräume zahlreich durchziehen. Einzelne äusserst zarte Aeste des Mycels dringen in die Zellen selbst ein und dienen dort zur Nahrungsaufnahme. Eine Anschwellung in den Zellen konnte nicht gefunden werden. Es verhält sich dieser Pilz also ganz anders wie die Marattiaceen- und Ophioglosseen-Wurzelpilze. Ob der Schleim, welcher die Pilzhyphen umgiebt, von den Membranen ausgeschieden wird oder vom Pilz, muss ich unentschieden lassen, doch ist mir letzteres wahrscheinlicher, da die Zellmembranen nicht verändert erscheinen. Die chromgelben Körnchen Bruchmann's

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05167-0502-6

scheinen mir Sporen zu sein, doch ist es mir bis jetzt noch nicht gelungen, weder diese zum Keimen zu bringen, noch das Mycel zum Austreiben zu veranlassen.

§ 13. Der Gefässbündelaufbau von Struthiopteris germanica Willd.

Ich versuchte fernerhin: Aufklärung zu schaffen über den Gefässbündelaufbau von Struthiopteris germanica Willd, denn nach Nägeli soll dieser Farn bezüglich der Anordnung seiner Gefässbündel eine ganz abweichende Stellung einnehmen. Nägeli's[1]) Angabe lautet: »Es ist mir ferner nur eine Pflanze bekannt (Struth. germ.), bei welcher die dicht über einander liegenden spiralständigen Laubblätter auf eine kurze Strecke nahe über ihrer Basis zu einem ununterbrochenen Gewebe verwachsen sind. Dieses Gewebe bildet einen Mantel, der den ganzen Stamm umschliesst, mit demselben verwachsen, aber durch zahlreiche kleine Lücken (je eine innerhalb einer Blattbasis) getrennt ist und das ganze Netz der Gefässstränge enthält, so dass der Stamm selbst bloss aus Parenchym besteht«.

Der mit zahlreichen Ausläufern versehene Stamm eines Exemplars von Struthiopteris germanica Willd. wurde zunächst auf dieselbe Weise freipräparirt, wie bei Kaulfussia angegeben. Es stellte sich heraus, dass das Gefässbündelsystem einen Hohlcylinder bildet, der völlig mit dem von Aspidium filix mas L. übereinstimmt, indem er auch hier durch zahlreiche rhombische Lücken unterbrochen ist, die je einer Blattbasis entsprechen. Während jedoch bei jenem die Gefässbündel des Blattes rings um die Blattlücke herum entspringen, sind hier nur zwei Gefässbündel vorhanden, die ziemlich dicht neben einander aus dem unteren Winkel der Blattlücke hervorgehen, um dann in das betreffende Blatt zu verlaufen. Nägeli scheint durch folgende eigenthümliche Thatsache dazu gekommen zu sein, dem Stamm ein Gefässbündelsystem abzusprechen. Macht man einen Querschnitt durch ein Stammstück, so sieht man an der äussersten Peripherie desselben theils runde, theils plattenförmige Gefässbündel liegen. Diese sind von einander getrennt durch Lücken, welche schief nach unten verlaufen und erst ziemlich tief nahe dem Stammcentrum enden. Diese Lücken entstehen, wie aus Vergleichung von Längsschnitten und successiven Querschnitten hervorgeht, dadurch, dass die sehr lange am Stamm herablaufenden Blätter zunächst nur an beiden Seiten mit dem Stammgewebe verschmelzen und ihre Gefässbündel an den Gefässbündelcylinder ansetzen. Ihre Oberseite dagegen bildet mit der Unterseite des darüber stehenden jüngeren, ihre Unterseite mit der Oberseite des darunter stehenden älteren Blattes einen sich allmählig verjüngenden, schief nach

1) Nägeli, Mechanisch-physiologische Theorie der Abstammungslehre. München 1884. S. 376.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05167-0503-2

unten verlaufenden Canal, welcher schliesslich blind endet. Die Folge davon ist, dass auf Querschnitten innerhalb des äusseren Gefässbündelcylinders Löcher von den verschiedensten Durchmessern auftreten, die den Anschein erwecken, als ginge bis hierher das Blattgewebe und besitze das äusserst dünne centrale Stammgewebe keine Gefässbündel. Vergleicht man aber den Aufbau von Struthiopteris mit dem von Aspidium filix mas L., so muss man zu der Annahme kommen, dass der Gefässbündelcylinder dem Stamme zuzusprechen ist und dass die Auszackungen, welche vom Stammcentrum nach den Bündeln dieses Cylinders hingehen, dem Stamme und nicht dem Blatte angehören und somit auch der Gefässbündelcylinder dem Ersteren zuzuschreiben ist. Noch mehr muss man aber Letzteres annehmen, wenn man die Entwicklungsgeschichte verfolgt.

Es wurden zu diesem Zwecke im Herbste 1888 Sporen auf Torf ausgesät, die im hiesigen Garten gesammelt worden waren. Dieselben keimten zwar bald, jedoch erst im späten Frühjahr 1889 entwickelten sich Keimpflanzen, die nun in den verschiedensten Entwicklungsstadien zur Untersuchung gezogen wurden. Die jüngsten Keimpflanzen zeigten auf Querschnitten ein centrales Gefässbündel, welches sich allmählig zu einem Hohlcylinder erweiterte, Blattlücken bildete und nach und nach immer weiter in die Stammperipherie rückte. Ein noch deutlicheres Bild geben Längsschnitte dieser Keimpflanzen, wie ein solcher in Figur 49 wiedergegeben ist. Derselbe zeigt im unteren Theil einen centralen Strang, der sich nach unten in eine Wurzel fortsetzt, nach oben aber durch Auseinanderweichen einen Hohlcylinder bildet, dessen durch Blattlücken unterbrochene Flächen immer weiter in die Stammperipherie rücken. Schliesslich findet dann in allmähligem Uebergange die oben beschriebene eigenthümliche Ansetzung der Blätter statt.

Wir haben es somit auch bei den Keimpflanzen von Struthiopteris germanica Willd. mit einem Gefässbündelcylinder zu thun, welcher völlig, wie ja auch kaum anders zu erwarten war, dem Stamme angehört. Wird dagegen der Stamm älter, so setzen sich die Blätter nicht mehr vollständig vor dem Gefässbündelcylinder an, sondern es bildet das Gewebe des betreffenden Blattes an der Ober- und Unterseite mit dem Gewebe des darüber und darunter stehenden Blattes je einen Canal, der tief in das Gewebe des Stammes eindringt und diesen zerklüftet.

§ 14. Das Dickenwachsthum von Botrychium.

Während das secundäre Dickenwachsthum von Isoëtes allgemein anerkannt wird, ist das von Botrychium in neuerer Zeit wieder bestritten worden. Russow[1]) ist meines Wissens der erste gewesen, der auf dasselbe aufmerksam gemacht hat. Derselbe sagt unter anderem Folgendes:

1) l. c. S. 119.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05167-0504-8

»Der grössere Theil der Tracheïden ist im Procambium angelegt, doch geht aus vergleichenden Zählungen der concentrischen Zellenreihen, die zwischen den Protophloëmzellen und dem innersten Tracheïdenring gelegen an Querschnitten, die dem oberen und unteren Ende des Leitbündelohres entnommen sind, hervor, dass nicht sämmtliche Tracheïden ihre Mutterzellen im Procambium haben können, sondern dass ein Theil derselben (die zuletzt gebildeten) aus Tochterzellen der zwischen Xylem und Phloëm befindlichen Zellen hervorgegangen sein muss; succesive Querschnitte zeigen, dass die Bildung dieser Tochterzellen durch tangentiale Theilung der an der Grenze zwischen Xylem und Phloëm gelegenen Zellen zu einer Zeit erfolgt, wo bereits der grössere Theil der Tracheïden ausgebildet ist. Demnach möchte ich kaum anstehen, hier das Vorhandensein eines Cambiumringes anzunehmen oder wenigstens eines Analogons desselben«.

Goebel[1]) bestätigt Russow's Beobachtung und hebt hervor, dass man namentlich an älteren Exemplaren das Dickenwachsthum wahrnehmen könne, auch Strasburger[2]) vertheidigt dasselbe und sagt namentlich, dass es ausser der Gattung Botrychium noch der Gattung Helminthostachys zukommt, während es Ophioglossum fehlt. Dagegen tritt Prantl[3]) auf: »Dass man es hier mit keinem ächten Cambium zn thun hat, lehrt auf den ersten Blick die Entwicklungsgeschichte; schon der Umstand, dass in den älteren Stammtheilen am Grunde des Rhizom's das Xylem schwächer entwickelt ist als in den jüngeren, muss darauf führen, dass ein nachträgliches Dickenwachsthum hier nicht stattfindet. In der That hat die Anordnung der Xylemelemente in radialen Reihen lediglich darin ihren Grund, dass schon das Procambium an der Stammspitze dieselbe Reihenanordnung zeigt«.

Nach meinen Untersuchungen, die an Keimpflanzen und älteren Stämmchen von Botrychium Lunaria Sw. ausgeführt wurden, scheint es mir ohne Zweifel, dass der Standpunkt Russow's richtig ist; mindestens muss man ein dem Cambium analoges Gewebe annehmen. Prantl's Anführung, dass das Xylem in den älteren Stammtheilen am Grunde des Rhizomes schwächer ist als in den jüngeren, ist richtig, aber für die Ableugnung des Dickenwachsthums wohl kaum massgebend, da ja Niemand behauptet hat, dass das Dickenwachsthum auch ein nur annähernd so mächtiges wie das der Phanerogamen ist. Jedenfalls behalten also einzelne Zellen an der Peripherie des Gefässbündels ihre Theilungsfähigkeit länger bei, und es liegt kein Grund vor, demselben den Charakter eines rudimentären Theilungsgewebes abzusprechen. Es beschränkt sich die

1) Goebel, Grundzüge der Systematik. Leipzig 1882. S. 279 Anmerkung.

2) Ed. Strasburger, Das botanische Practicum. 2. Aufl. Jena 1887. S. 178.

3) Prantl, Beiträge zur Systematik der Ophioglosseen. Jahrb. des Kgl. botan Gartens zu Berlin. III. Band. S. 335.

Universitätsbibliothek Regensburg urn:nbn:de:bvb:355-ubr05167-0505-4

Thätigkeit des Letzteren auf die Neubildung weniger Tracheïden, die aber deutlich verfolgt werden kann. Auf Querschnitten findet man stets ein oder die andere Zelle des fraglichen Cambiums in zwei getheilt und oft die nach Innen liegende Zelle bereits im Begriff, ihre Wände zu verdicken. Andere von dem Cambium früher abgeschiedene Zellen haben schon ihre normale Verdickung erreicht und ragen deutlich aus dem Tracheïdenring heraus, wie schon bei der Abbildung Russow's [1]) zu sehen ist. Namentlich aber auf Längsschnitten kann man in allen Stadien befindliche, durch Theilung der Cambiumzellen hervorgegangene Tracheïden sehen und besonders die allmählige Verdickung und Verholzung der neugebildeten Tracheïden verfolgen.

§ 15. Zusammenfassung.

Es sei mir zum Schluss meiner Arbeit gestattet, kurz die erhaltenen wesentlichsten Resultate in Folgendem zusammenzufassen.

1) Die Gattung Kaulfussia besitzt einen kriechenden, dorsiventralen Stamm, während die Keimpflanzen der Gattung Marattia ein radiär gebautes, aufrechtes, gestrecktes Stämmchen besitzen, welches allmählig in einen knolligen fleischigen Stamm übergeht.

2) Der Stamm von Kaulfussia und der der Keimpflanzen von Marattia setzt sich zusammen aus einem äusseren von Blattlücken und kleineren Lücken durchbrochenen Cylinder von Gefässbündeln und einem diesen durchziehenden Mittelstrang. Mit dem Dickerwerden der Marattia-Stämme entstehen neue Gefässbündelcylinder, die in den ersteren eingeschachtelt sind und untereinander verschränkt sind, dadurch, dass die von den Gabelungen der Blattlücken nach Innen verlaufenden Stränge sich nicht zu einem Strang vereinigt an den Mittelstrang ansetzen, sondern mit den von den anderen Blattlücken kommenden Strängen sich zu einem neuen, maschenförmig sich vereinigenden Netze verbinden, das dann erst Verbindungsstränge von seinen Blattlücken nach dem Mittelstrang sendet.

3) Die Blattlücken von Kaulfussia- und Marattia-Keimpflanzen entstehen so, dass drei Stammbündel die von den Blättern kommenden Stränge aufnehmen; die zwei seitlichen Bündel begrenzen die Blattlücke, während der mittlere verschwindet. Die Blattlücke wird geschlossen, indem vom Mittelstrang ein bei Kaulfussia sich gabelnder (bei Marattia geschieht diese Gabelung nur selten) Strang abgegeben wird, welchem die Aufgabe zufällt, die beiden Blattlückenstränge wieder zu vereinigen und einen dritten Strang neu zu bilden.

4) Die Gefässbündel des Blattes der Keimpflanzen von Marattia vereinigen sich nach ihrem Eintritt in den Stamm normal bis auf zwei, die sich an der Basis ihrer Blattlücke ansetzen.

---

1) l. c. Taf. VII, Fig. 157.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05167-0506-0

5) Die Gefässbündel derjenigen Blätter von Marattia, welche Stämmen mit mehreren Gefässbündelcylindern angehören, und die von Kaulfussia vereinigen sich innerhalb des Rindengewebes zu drei, die fortwährend mit einander anastomosiren, so dass sie mit einem sich allmählig verjüngenden Cylindersegment verglichen werden können, welches sich an die Basis der Blätter ansetzt.

6) Eine jede Blattlücke entsteht bei älteren Stämmen von Marattia dadurch, dass der dem Blatte gegenüberliegende Strang des äusseren Cylinders sich in zwei Theile spaltet, welche sich je an ein Bündel des Mittelcylinders ansetzen, indem sie nach Innen einbiegen. Der hinter dem sich so verhaltenden Strang des Aussencylinders liegende Strang des Mittelcylinders theilt sich ebenfalls in zwei Stränge, die auseinanderweichen und dabei gleichzeitig nach Innen verlaufen, um sich hier an den Mittelstrang anzusetzen. An der Spitze der Blattlücke entspringt ein Strang, der sich mit einem auf gleiche Weise an der Spitze der Lücke des Mittelcylinders entspringenden Strang vereinigt, während sich dieser so entstandene an den nach der Blattlücke ausgebogenen Mittelstrang ansetzt. Die Blattlücke wird so wieder geschlossen, dass zunächst der Mittelstrang zwei Aeste entsendet, die die Lücke des Mittelcylinders schliessen, während dieser seinerseits wieder zwei Bündel auf gleiche Weise nach dem Aussencylinder sendet, die hier die Blattlücke schliessen.

7) Die untersuchten Blattstiele von Marattia fraxinea Smith, welche in einem Graben gewachsen waren, besitzen ca. in der Mitte ein eigenthümliches Gelenk. Dasselbe dient wahrscheinlich als Bewegungsorgan, da die Blattstielsklerenchymfasern innerhalb desselben in Collenchym übergehen.

8) Die Gefässbündel des Stammes und der Blätter von Kaulfussia, Marattia und Angiopteris sind wirklich concentrisch, nicht wie die der leptosporangiaten Farne nur bicollateral gebaut, und zwar umgibt der Siebröhrentheil den Gefässtheil. Eine Strangscheide ist nicht vorhanden. Ob die Gattung Danaea, wie Holle angiebt, eine solche besitzt, muss nochmals untersucht werden.

9) Die Stärkekörner der Macattiaceen besitzen eine charakteristische, an die der Curcumastärke erinnernde Gestalt.

11) Die Schleimgänge entstehen lysigen durch Auflösen der Zellmembranen übereinander stehender Zellen. Der Schleim selbst entsteht durch Desorganisation des Protoplasmas der betreffenden Zellen. Epithelzellen sind nicht vorhanden.

12) Die Ophioglossaceen erzeugen keinen Schleim.

13) Dagegen sind in der Gattung Lycopodium schleimbildende Organe weiter verbreitet als bisher angenommen wurde, sie fanden sich in derselben Weise wie bei Lycop. inundatum auch bei zwei — nicht näher

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05167-0507-5

bestimmten — javanischen Arten; andere Lycopodium-Arten scheinen schleimführende Zellen zu besitzen.

14) Osmunda regalis L. und Todea barbara Moore besitzen in der concaven Seite des Blattstielgefässbündels zahlreiche, an der convexen Aussenseite desselben nur zwei Gruppen langgestreckte Zellen, welche gerbstoffhaltigen Schleim führen.

15) Aehnlich verhalten sich die Cyatheaceen: Alsophila australis R. Br., Hemitelia Walkerae Hk., Balantium antarcticum Prsl., Cyathea medullaris Sw., Ci. botium princeps Hort. und C. regale Moor, die an denselben Stellen des Blattgefässbündels gerbstoffhaltigen Schleim führende, übereinander stehende, parenchymatische Zellen besitzen. Zum Unterschied von den Osmundaceen besitzen sie aber im Grundgewebe des Blattstieles noch breite, lange Zellen, welche gerbstofffreien Schleim führen.

16) Während in den untersuchten Stämmen der Osmundaceen keine Schleimorgane gefunden wurden, enthielt der mir zur Verfügung stehende Stamm von Hemitelia Walkerae Hk. im Grundgewebe grosse, weite Schleimzellen.

17) Die eingerollten Blätter einer wahrscheinlich mit Nephrodium stipellatum Hk. nahe verwandten javanischen Aspidiee sind mit einer 2—3 mm dicken Schleimschicht überzogen. Der Schleim wird in den kugligen Endzellen einfacher und verzweigter Haare — letztere stehen namentlich auf der Blattlamina — gebildet und durch Einreissen der Membran entleert. Einfache Köpfchenhaare entspringen auch dem Stiel und der Wand des Sporangiums. Der Schleim dient wahrscheinlich zum Schutze des jugendlichen Blattes gegen Austrocknen etc., wofür auch der Mangel des sonst bei jungen Farnblättern vielfach vorhandenen Spreuschuppenüberzugs spricht.

18) Der Blattstiel dieser Species ist mit eigenthümlichen, spongiösen, pfriemenförmigen, wahrscheinlich als Athmungsorgane dienenden Gebilden besetzt, die an ihrer Basis, mit Ausnahme der an den Fiederblättchen stehenden, eine schildförmige, wahrscheinlich zum Wasserausscheiden dienende Drüse besitzen.

19) Die in den Wurzeln der Marattiaceen und Ophioglossaceen vorkommenden eigenthümlichen Massen rühren von einer Pilzinfection her, die der von Wahrlich für die Orchideen-Wurzeln beschriebenen gleicht.

20) Das Polstergewebe von Lycopodium inundatum L. enthält ebenfalls eine Pilzinfection.

21) Der in der Stammrinde von Struthiopteris germanica Willd. befindliche Gefässbündelcylinder gehört dem Stamme, nicht wie Naegeli angenommen hatte, dem Blatte an.

22) Das Stämmchen von Botrychium besitzt, entgegen Prantl's Angaben, ein secundäres Dickenwachsthum, das sich allerdings nur auf die Neubildung weniger Tracheïden beschränkt.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05167-0508-1

Erklärung der Tafeln XVIII—XX.

(Die in Klammern eingeschlossenen Zahlen geben die Vergrösserungen an).

Kaulfussia aescufolia Blume.

Fig. 1. (Nat. Gr.) Stammstück von der Seite gesehen. *a* Basalrest der Blätter, umgeben von den beiden Stipeln *b*, deren unteres Ende *c* umgebogen ist und das nächstjüngere Blatt bedeckt. *f* ein hervorbrechendes Blatt. *e* die Stipeln des nächstjüngeren Blattes.

Fig. 2. (Nat. Gr.) Dasselbe Stammstück von vorn gesehen, das Hervorbrechen eines jungen Blattes zeigend. Die Bedeutung der Buchstaben wie in Fig. 1.

Fig. 3. (2) Schnitt 39 der successiven Querschnitte.

Fig. 4. (2) Schnitt 45 der successiven Querschnitte.

Fig. 5. (2) Schnitt 55 der successiven Querschnitte.

Fig. 6. (2) Schnitt 62 der successiven Querschnitte.

Fig. 7. (2) Schnitt 65 der successiven Querschnitte.

Fig. 8. (2) Schnitt 70 der successiven Querschnitte.

Fig. 9. (2) Schnitt 76 der successiven Querschnitte.

Fig. 10. (2) Schnitt 96 der successiven Querschnitte.

Fig. 11. (2) Freipräparirtes Stammskelett. *a* Mittelstrang, der eben einen Doppelstrang nach oben sendet, welcher sich bald darauf theilt in die beiden Gabeläste *b*. *c* der wieder nach unten verlaufende Mittelstrang. *d* die aus den Blättern kommenden Bündel. *e* die aus den Stipeln kommenden Stränge.

Angiopteris evecta Hoffm.

Fig. 12. (305) Sphärokrystall mit einem Gypskrystall in der Mitte.

Fig. 13. (305) Sphärokrystall mit einem amorphen Körper in der Mitte.

Fig. 14. (305) Sphärokrystall mit einem Hohlraum in der Mitte.

Fig. 15. (305) Doppelsphärokrystall.

Fig. 16. (305) Zwillingsgypskrystall.

Fig. 17. (305) Einzelgypskrystall.

(Fig. 12—17 zeigen die eigenthümlichen Schichtungen.)

Kaulfussia aesculifolia Blume.

Fig. 18. (34) Haare des Blattstiels. *a* Einreihig, *b* im Begriffe, sich zu einer Fläche zu verbreitern.

Fig. 19. (34) Ein älteres Haar.

Fig. 20. (2 1/3) Wurzelquerschnitt. *a* Aussenrinde, *b* Innenrinde, *c* Schleimgänge, *d* Gefässstrang.

Marattia fraxinea Smith.

Fig. 21. (1/4) Keimpflanze. *a* Basalrest der Blätter.

Fig. 22. (1 1/3) Schnitt 29 der successiven Querschnitte eines Keimpflanzensprosses.

Fig. 23. (1 1/3) Schnitt 33 der successiven Querschnitte eines Keimpflanzensprosses.

Fig. 24. (1 1/3) Schnitt 35 der successiven Querschnitte eines Keimpflanzensprosses.

Fig. 25. (1 1/3) Schnitt 51 der successiven Querschnitte eines Keimpflanzensprosses.

Fig. 26. (Nat. Gr.) Seitenansicht des freipräparirten Stammskeletts.

Fig. 27. (Nat. Gr.) Dasselbe von der entgegengesetzten Seite. In beiden Figuren bedeutet I, II, III die Blattansätze. Die gestrichelten Linien stellen den Stammumriss dar, die dunklen schwarzen Linien die Stammgefässbündel, deren Mittelstrang ebenfalls gestrichelt ist. Die dünnen schwarzen Linien sind die Blattspurstränge, deren Mittelstrang punktirt ist.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05167-0509-9

Fig. 28. (3/4) Aufgerollt gedachter Gefässbündelcylinder. *W* Wurzelansatzstelle. Erklärung im Text.

Fig. 29. (3/4) Derselbe von einer anderen Seite.

Fig. 30. (1/2) Querschnitt eines älteren Stammes.

Fig. 31. (1/2) Ein ebensolcher, etwas tiefer.

Fig. 32. (1/2) Ein ebensolcher, noch tiefer.

Fig. 33. (Nat. Gr.) Spitze einer Keimpflanze. *a* das eigenthümliche Gelenk.

Kaulfussia aesculifolia Blume.

Fig. 34. (110) Querschnitt der Wurzelspitze. *s* Zelle, deren Inhalt desorganisirt ist.

Fig. 35. (110) Aelteres Stadium wie Fig. 34. Die umgebenden Zellen des Schleimcanals sind zusammengedrückt.

Angiopteris evecta Hoffm.

Fig. 36. (110) Längschnitt durch die Wurzelspitze. *s . s . s* .... die übereinander stehenden, Schleim bildenden Zellen sind zusammengedrückt.

Marattia alata Smith.

Fig. 37. (110) Querschnitt der Wurzelspitze. *s s* zwei nebeneinander liegende Zellen, deren Inhalt gleichzeitig verschleimt.

Hemitelia Walkerae Hk.

Fig. 38. (34) Längsschnitt aus dem Stamm. *s s* die grossen übereinander stehenden, Schleim bildenden Zellen.

Kaulfussia aesculifolia Blume.

Fig. 39. (365) Sporen von dem in der Wurzel befindlichen Pilz. *a* und *b* von zwei verschiedenen Seiten gesehen. *c* und *d* im optischen Durchschnitt gezeichnet.

Marattia alata Smith.

Fig. 40. (500) In Culturen gezüchtete Sporen des in der Wurzel befindlichen Pilzes. Erklärung im Text.

Angiopteris evecta Hoffm.

Fig. 41. (333) Der Inhalt einer vom Pilz befallenen Wurzelzelle. *a* blasig angeschwollene Hyphe, *b* Spore, *c* Mycel, *d* Zellkern.

Nephrodium stipellatum Hk. (??).

Fig. 42 und 43. (50) Verzweigte Haare von der Blattlamina. Die kugelig angeschwollenen Endzellen bilden im Innern durch Desorganisation des Inhaltes Schleim, der bei *a* durch das Loch *b* der Zellmembran entleert wird.

Fig. 44. (225) Unreifes Sporangium. *a* ein aus einer Stielzelle ausgewachsenes, bereits in der Endzelle Schleim bildendes Haar; *b* ein aus einer Sporangienwandzelle auswachsendes ebensolches Haar.

Fig. 45. (Nat. Gr.) Ansicht des Blattstieles.

Fig. 46. (2) Drüse des Blattstieles.

Fig. 47. (5) Der Schild der Drüse.

Fig. 48. (50) Schnitt durch das Drüsenschild in der Axe des Gefässbündelverlaufes.

Struthiopteris germanica Willd.

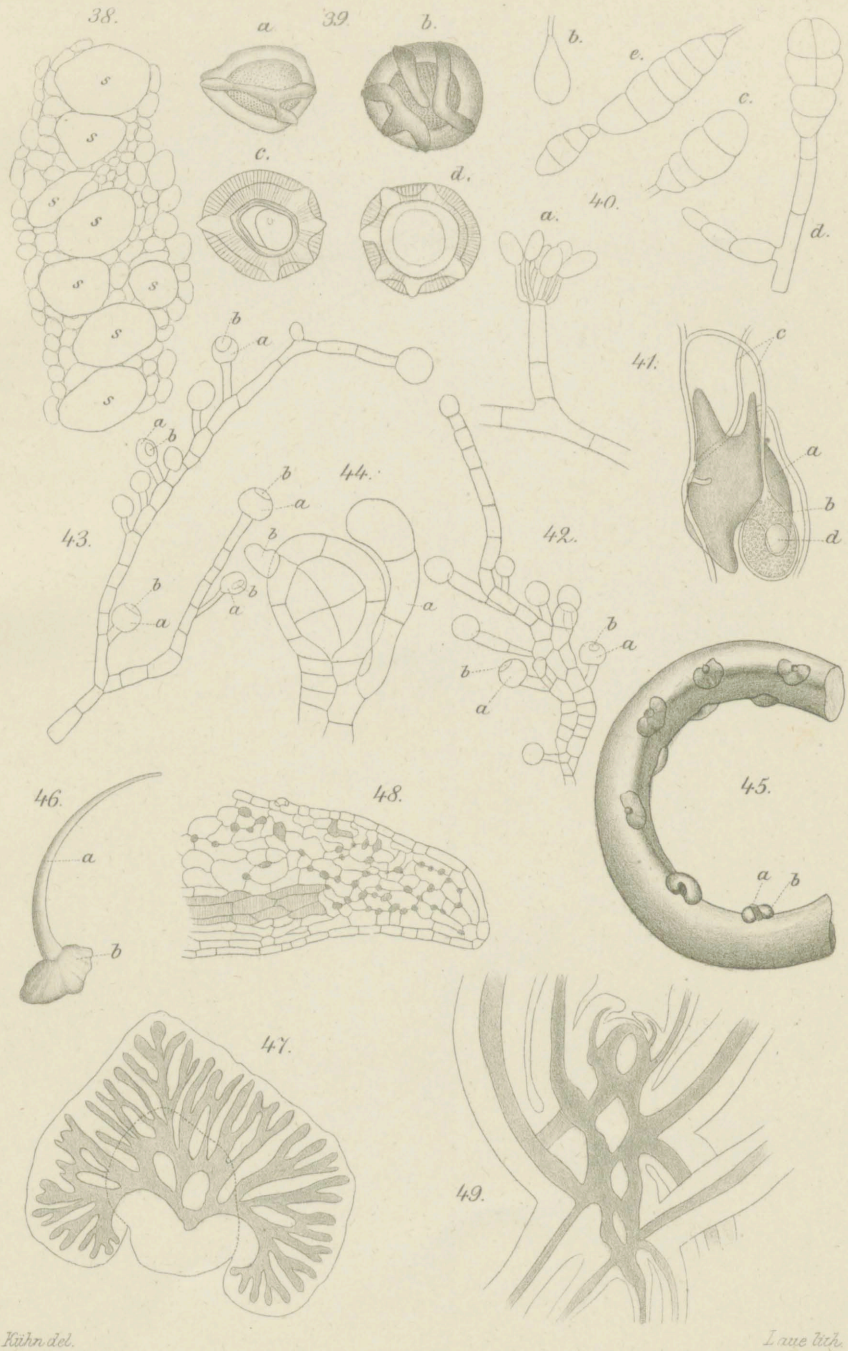
Fig. 49. (5) Längsschnitt durch eine Keimpflanze, den Verlauf der Gefässbündel zeigend.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05167-0510-1

Kühn del.

Laue lith.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05167-0544-1



Kühn del. Laue lith.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05167-0545-6

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Flora oder Allgemeine Botanische Zeitung

Jahr/Year: 1889

Band/Volume: 72

Autor(en)/Author(s): Anonymous

Artikel/Article: Arbeiten aus dem botanischen Institut zu Marburg. 457-504