Das Libriform bildet die Hauptmasse des Holzes und zeichnet sich durch seine ganz ausserordentlich starken Membranen vor den anderen Elementen aus. Entsprechend der Dickwandigkeit der einzelnen Libriformzellen ist ihr Lumen ein verhältnissmässig kleines, während die Holzparenchymzellen sich umgekehrt durch eine sehr dünne Membran und durch ein weites Lumen auszeichnen, ein Charakter, welcher natürlich ihr Auffinden sehr erleichtert.

Die Gefässe sind mässig zahlreich vorhanden; sie liegen theils isolirt, theils zu Gruppen vereinigt und haben im Verhältniss zu den Libriformzellen eine sehr dünne Membran. Auf dem Querschnitte zeigen sie theils rundliche, theils polygonale Lumina und sind von plattgedrückten Holzelementen umgeben. Die steil aufgerichteten Wände am Ende der einzelnen Gefässglieder sind ausserordentlich reichspangig, leiterförmig durchbrochen und schliesst sich nach diesem Merkmale Euptelea aufs Engste an Illicium an. Allerdings muss ich bemerken, dass die Uebergänge der Perforation in die Tüpfelform beim vorliegenden Holze deutlicher hervortreten als bei *Illicium* und ohne Weiteres durch das Mikroskop festzustellen waren.

Die Perforation der Wände zwischen den Gefässgliedern ist bei der vorliegenden *Euptelea*-Art von besonderem Interesse. Es ist später in dieser Arbeit für *Liriodendron* in einigen Zeichnungen wiedergegeben worden, wie Leiterspangen durch quer zu ihnen laufende Leisten verbunden sind. Bei *Euptelea pleurosperma* finde ich diese Eigenheit in erhöhter Form wieder.

Nicht selten finden sich nämlich Perforationsflächen, in welchen quer zur Richtung der Hauptspangen verlaufende Zwischenspangen so zahlreich werden, dass die ganze Perforationsfläche netzartig durchbrochen erscheint. Die Hauptspangen sind dabei bedeutend kräftiger als die senkrecht zu ihnen gestellten Zwischenspangen. In anderen Fällen stellen sich aber die Zwischenspangen auch schief und sie verbreitern sich an ihren Ansatzstellen, so dass die Perforation zu einem Netze wird, dessen durchbrochene Maschen, zu 2—4 neben einander liegend, in Querbändern anzutreffen sind. (Taf. II, Fig. 8).

Auf solche Variationen leiterdurchbrochener Querbänder ist zuerst von Caspary[1]) und Sanio[2]) später von Tangl[3]) und auch von Solereder[4]) hingewiesen worden. Sie leitet jedenfalls zu jener netzartigen Form der Perforirung über, welche zuletzt Miss Robiam in den „Ber. der Deutschen Bot. Ges." Bd. VIII, 1890 pag. 188 besprach.

Neben den Treppenhoftüpfeln, die sich der Leiterperforation anschliessen, oder auch auf den einzelnen Gefässwandungen, hier die ganze Breite einnehmend, zu beobachten sind, kommen auch weniger breite oder runde, kleinere Hoftüpfel vor, die ich bis zu 4 nebeneinander liegend beobachten konnte. Bei englumigen und kleineren Gefässen ist die Gefässwand oft so dicht mit kleinen runden Tüpfeln besetzt, dass dieselbe ein netzartiges Aussehen zeigt.

Mit ihresgleichen und den Libriformzellen communiciren die Gefässe durch behöfte, mit den Holzparenchymzellen durch halbseitige Tüpfel, deren Tüpfelhof dem Gefässe angehört.

Die Länge der Gefässglieder beträgt nach 20 an macerirtem Material vorgenommenen Messungen:

Im Mittel	0.689 mm,
Im Maximum	1.142 „
Im Minimum	0.017 „

[1]) Caspary, Monatsber. Ak.-Wiss. Berlin 1863, p. 480.
[2]) Sanio, Bot. Ztg. 1863, p. 123.
[3]) Tangl, Sitzungsber. d. Kaiserl. Acad. d. Wiss. Band 67, p. 80.
[4]) Solereder, l. c. p. 17.

Die Libriformzellen zeigen den allgemeinen Charakter. Zu bemerken ist nur, dass sowohl Radial- als auch Tangentialwände gleichmässig von kleinen, linksschiefen Hoftüpfeln durchsetzt sind, deren kleiner Spalt den Tüpfelhof nicht überragt.

Die Holzparenchymzellen fallen auf dem Querschnitte recht deutlich durch ihr weites Lumen auf und kann ihre Vertheilung im Holzkörper dahin zusammengefasst werden, dass sie sich vornehmlich in der Nähe der Gefässe befinden und einen spärlichen Theil an der Bildung der Jahresring-ähnlichen Abgrenzungen nehmen. Im letzten Falle zeigen sie dieselbe tangentiale Abplattung wie die anderen hier befindlichen Holzelemente. Hin und wieder konnte ich die Holzparenchymzellen indess auch zerstreut im Holze, ohne jede Beziehung zu Gefässen oder Pseudo-Jahresringen zu zeigen, auffinden. Der Zahl nach konnte ich bis 3 Holzparenchymreihen in tangentialer Richtung nebeneinander liegend beobachten. Auf Tangentialschnitten sind sie durch ihre erheblich grössere Länge von den ähnlich aussehenden Markstrahlpallissaden zu unterscheiden. Sowohl ihre Radial-, Tangential- als auch Querwände sind gleichmässig stark porös betüpfelt.

Die mehrschichtigen Markstrahlen sind aus Merenchymzellen und Palissaden zusammengesetzt. Sie sind die zahlreicheren; was ihre Höhe anbelangt, so habe ich bis 142 Stockwerke gezählt. Ihre von mir beobachtete maximale Breite zeigte bis 10 Schichten. Die Palissaden sind in ihnen vorherrschend und bilden in den meisten Fällen nicht nur die obere und untere Markstrahlkante, sondern auch die seitliche Umhüllung des Markstrahles. Es ist hier also dasselbe Vorkommniss zu beobachten, auf welches ich schon bei *Drimys* aufmerksam gemacht habe. Bei *Euptelia* ist aber das Vorhandensein von „Hüllzellen" entschieden auffälliger.

Die Palissaden bilden den grössten Theil des Markstrahles. Ihre grösste Höhe erreichen sie an der äussersten Markstrahlkante. Mehr nach dem Innern zu unterscheiden sie sich betreffs ihrer Höhen oft nur wenig von den Merenchymzellen, sind aber auf Tangentialschnitten in allen Fällen durch den Mangel der Intercellularen nach den anstossenden Libriformfasern hin deutlich zu erkennen.

Mit ihresgleichen, den Merenchymzellen und den Holzparenchymzellen communiciren die Palissaden natürlich durch unbehöfte Poren.

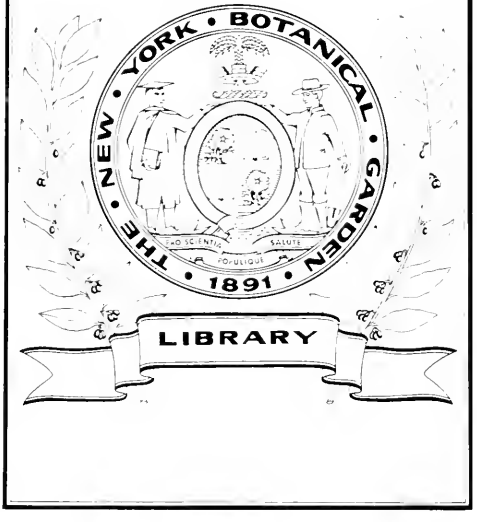
Wo die Palissaden einem Gefässe anliegen, stehen sie mit diesem durch dicht übereinander stehende breite Tüpfel in Verbindung. Diese Communication bietet insofern eine auffällige Erscheinung dar, als die einzelnen, halbseitigen Tüpfel in der Weise untereinander liegen, dass die Palissadenwand auf Radialschnitten beobachtet, regelmässig treppenartige Tüpfel zeigt, so dass man bei oberflächlicher Betrachtung den Eindruck erhält, als liege unmittelbar unter der Markstrahlpalissade eine leiterförmig durchbrochene Wand des Gefässes. Bei aufmerksamer Betrachtung wird aber der Sachverhalt ohne Weiteres deutlich.

Die beigefügte Figur (Taf. III. Fig. 9) zeigt eine solche Communication. Es ist nun auch hier wieder von Interesse, dass dieselben Variationen der „Leitertüpfelung" auf den Palissaden zu beobachten sind, welche oben für die Leiterperforation der Gefässquerwände besprochen worden sind. In extremen Fällen zeigt die Pallissade ein unregelmässiges Gitterwerk grosser, maschenartiger Poren.

Betreffs der Merenchymzellen möchte ich noch bemerken, dass dieselben auch hin und wieder an der äusseren Grenze der Markstrahlen anzutreffen sind und den allgemeinen Charakter dieser Zellen zeigen. Auch diese Zellen zeigen, sobald sie über ein Gefäss laufen, dieselbe Tüpfelung, wie die Palissaden.

580.5 XB v. 6
347 .I346 1896

THE NEW YORK BOTANICAL GARDEN
PRO SCIENTIA SALUTE POPULIQUE
1891
LIBRARY



BIBLIOTHECA BOTANICA.

Original-Abhandlungen

aus

dem Gesammtgebiete der Botanik.

Herausgegeben

von

Prof. Dr. Chr. Luerssen
in Königsberg i./Pr.

und

Prof. Dr. B. Frank
in Berlin.

Band VI.

DUPLICATA DE LA BIBLIOTHÈQUE
DU CONSERVATOIRE BOTANIQUE
VENDU EN 1922

STUTTGART.
Verlag von Erwin Nägele.
1896.

Inhalts-Verzeichnis.

Heft 28.

Beiträge zur Kenntnis der Flora West- und Ostpreussens. Mitteilungen aus dem Kgl. Botan. Institute der Universität in Königsberg i. Pr. Von **Chr. Luerssen.** Mit 23 Tafeln. 1894.

Heft 29.

Botanische Mitteilung über Hydrastis canadensis. Von **J. Pohl.** Mit 4 Tafeln. 1894.

Heft 30.

Ueber Auflösungsweise der sekundären Zellmembranen der Samen bei ihrer Keimung. Von **Th. Elfert.** Mit 2 Tafeln. 1894.

Heft 31.

Vergleichende Anatomie des Holzes der Magnoliaceen. Von **R. Groppler.** Mit 4 Tafeln. 1894.

Heft 32.

Wie wirkt träufelndes und fliessendes Wasser auf die Gestaltung des Blattes? Einige biologische Experimente und Beobachtungen. Von **J. R. Jungner.** Mit 3 Tafeln. 1895.

Heft 33.

Der Faserverlauf im Wundholz. Eine anatomische Untersuchung. Von **C. Mäule.** Mit 2 Tafeln. 1895.

Heft 34.

Untersuchungen über Ascochyta Pisi bei parasitischer und saprophyter Ernährung. Von **M. Jarius.** Mit 1 Tafel. 1896.

Heft 35.

Morphologischer und anatom. Vergleich der Kotyledonen und ersten Laubblätter der Keimpflanzen der Monokotylen. Von **A. Schlickum.** Mit 5 Tafeln. 1896.

L. BIBLIOTHÈQUE
DU CONSERVATOIRE BOTANIQUE DE GENÈVE
VENDU EN 1922

CONSERVATOIRE
BOTANIQUE
VILLE de GENÈVE

BIBLIOTHECA BOTANICA.

Original-Abhandlungen

aus

dem Gesammtgebiete der Botanik.

Herausgegeben

von

Prof. Dr. Chr. Luerssen
in **Königsberg i. Pr.**

und

Prof. Dr. B. Frank
in **Berlin.**

Heft 28.

Prof. Dr. Chr. Luerssen:

Beiträge zur Kenntniss der Flora West- und Ostpreussens. I—III.

Mit 23 Tafeln.

STUTTGART.

Verlag von Erwin Nägele.

1894.

BIBLIOTHECA BOTANICA.

Abhandlungen

aus

dem Gesammtgebiete der Botanik.

Herausgegeben

von

Prof. Dr. Chr. Luerssen und **Dr. F. H. Haenlein**

Königsberg i. Pr. Freiberg (Sachsen)

(Heft 28.)

Prof. Dr. **Chr. Luerssen.** Beiträge zur Kenntniss der Flora West- und Ostpreussens. I—III.

Mit 23 Tafeln.

STUTTGART.

Verlag von Erwin Nägele.

1894.

CONSERVATOIRE BOTANIQUE VILLE de GENÈVE

DUPLICATA DE LA BIBLIOTHÈQUE
DU CONSERVATOIRE BOTANIQUE DE GENEVE
VENDU EN 1922

Beiträge

zur Kenntniss der

Flora West- und Ostpreussens.

Mittheilungen

aus dem

Königlichen botanischen Institute der Universität zu Königsberg i. Pr.

I—III.

Von

Professor Dr. **Chr. Luerssen,**
Director des botanischen Instituts.

Mit 23 Tafeln.

STUTTGART.
Verlag von Erwin Nägele.
1894.

Alle Rechte vorbehalten.

Druck von Friedr. Scheel, Cassel

Inhalt.

I.

Seite

Ueber *Equisetum silvaticum* L. forma *polystachya* Milde 3
Taf. I—IV und V, Fig. 1—3.

II.

Ueber *Athyrium Filix femina* Roth. var. *latipes* Moore 17
Taf. VI—IX.

III.

Ueber Frostformen des *Aspidium Filix mas* Sw. 31
Taf. V, Fig. 4 und Taf. X—XXIII.

Nachträge zu I und II 53

—

LIBRARY

Vorbemerkungen.

Gelegentlich meiner Berufung auf den hiesigen Lehrstuhl der Botanik wurde mir von Seiner Excellenz dem Herrn Minister für geistliche, Unterrichts- und Medicinal-Angelegenheiten der Wunsch ausgesprochen, dass ich die Forschungsarbeiten meines um die Kenntniss der Flora der Provinzen Ost- und Westpreussen so hochverdienten Amtsvorgängers, Professors Dr. R. Caspary, fortsetzen möge. Ich habe mich dieser Aufgabe mit Freuden unterzogen und unter etatsmässiger staatlicher Beihülfe, für welche ich dem Hohen Ministerium an dieser Stelle meinen ergebensten Dank abstatte, seit Ostern 1888 — von zahlreichen kleineren Excursionen in der weiteren Umgebung Königsbergs abgesehen — eine Anzahl grösserer Gebiete beider Provinzen theils neu untersucht, theils einer Nachuntersuchung unterworfen. Namentlich waren bis jetzt die Waldgebiete der Johannisburger Haide, Ibenhorst, Kurischen Nehrung, Elbinger Höhe, Danziger Höhe, sowie der Kreise Neustadt und Carthaus das oft wiederholte Ziel meiner Reisen. Auf den meisten der letzteren hat mich meine Tochter Magdalena nicht nur beim Präpariren des gesammelten Materiales, sondern auch beim Aufsuchen und durch selbständiges Auffinden seltener oder bemerkenswerther Formen wesentlich unterstützt.

Dass ich auf allen Excursionen das Gebiet meiner Specialarbeiten, die Pteridophyten, ganz besonders berücksichtigt habe, wird Jedermann selbstverständlich finden. Ich wurde auch schon aus dem Grunde auf diese höchstentwickelte Abtheilung der Kryptogamen hingewiesen, als dieselbe — von der durch Caspary besonders studirten Gattung *Isoëtes* abgesehen — bezüglich der Formenentwickelung u. s. w. bis dahin sehr wenig berücksichtigt worden war, wie aus den vorliegenden Arbeiten über die west- und ostpreussische Flora, sowie aus den im hiesigen botanischen Institute vorhandenen Sammlungen hervorgeht. Bereits die erstjährigen Excursionen brachten eine Anzahl sehr bemerkenswerther Funde, besonders von Formen der oft so sehr verkannten und doch ausserordentlich interessanten *Equiseten*, für welche ich in der Folge nicht nur das Vorkommen sämmtlicher oder doch der meisten bekannten deutschen Formen in unseren Ostprovinzen constatiren, sondern auch manche neue Beobachtung notiren konnte. Ein noch grösseres Interesse an der Gattung *Equisetum* wurde bei mir rege, als mir im Sommer 1891 und im Frühjahre 1892 durch meine Beobachtungen in der Elbinger Höhe und in den Strandgebieten der Ostsee bei Zoppot, Oliva etc. die schon früher gehegte Vermuthung bestätigt wurde, dass gewisse bisher als alpine und hochnordische Varietäten betrachtete Formen gewisser Arten (*E. pratense*, *E. arvense*) auch als Hungerformen sterilen Bodens bei uns auftreten. Letztere Beobachtungen gaben dann die Anregung zu einer mit ausserordent-

AUG 7 - 1923

licher Unterstützung Seiner Excellenz des Herrn Cultusministers Dr. Bosse im Sommer 1892 unternommenen Forschungsreise nach Norwegen, wo besonders die specielle Untersuchung des Dovre-Fjeld interessante Aufschlüsse über das Verhältniss gewisser nordischer Formen zu Formen unserer Ostseeprovinzen ergab.

Einzelne meiner Excursions- und Reiseergebnisse sind seither als vorläufige Mittheilungen, z. Th. nur als zerstreute Notizen in den „Schriften der physikalisch-ökonomischen Gesellschaft zu Königsberg i. Pr.", Bd. XXX u. folg. (meist in den daselbst abgedruckten „Berichten des preussischen botanischen Vereins") und in den „Schriften der naturforschenden Gesellschaft in Danzig", N. F. VIII, Heft 1, veröffentlicht worden. Von der Publication grösserer Mittheilungen wurde ich bis jetzt theils durch meine amtliche Thätigkeit, theils auch durch den Umstand abgehalten, dass ich bestrebt war, das mir schon jetzt auf dem Gebiete der Gefässkryptogamen vorliegende umfangreiche Untersuchungsmaterial noch mehr zu vervollständigen. Wenn ich jetzt nach fünf Jahren mit der Veröffentlichung specieller Untersuchungen beginne, so geschieht dies nicht etwa, weil ich die betreffenden Abschnitte als abgeschlossen erachte. Von diesem Glauben bin ich selbst weit entfernt. Das hier Gebotene soll nur die Grundlage für weitere Forschungen in unserem Florengebiete bilden und zu solchen in weiteren Kreisen anregen. Dass sich die Untersuchung bestimmter Formenkreise einzelner Arten, sowie der Flora überhaupt nicht auf das in Rede stehende engere Florengebiet beschränken, sondern auch, wie in den vorliegenden Mittheilungen geschehen, vergleichsweise auf andere Florenbezirke ausdehnen soll, bedarf keiner weiteren Begründung.

Die Beigabe zahlreicher und mit besonderer Sorgfalt ausgeführter Abbildungen scheint mir wünschenswerth, wo es sich um neue oder wenig bekannte Formen handelt, oder wo die Abbildung, wie dies vielmals der Fall sein wird, eine klarere Anschauung einer Form gewährt, als es selbst die ausführlichste und beste Beschreibung zu thun vermag. Bezüglich der reichen illustrativen Ausstattung bin ich daher dem Herrn Verleger zu ganz besonderem Danke verpflichtet.

Königsberg i. Pr., Königliches botanisches Institut.

Februar 1894.

I.

Ueber Equisetum silvaticum L. forma polystachya Milde.[1]

Tafel I—IV und V. Fig. 1—3.

1. Geschichtliches.

In seinem Werke „Die höheren Sporenpflanzen Deutschlands und der Schweiz"[2]) stellt Milde eine mit ährentragenden Aesten versehene var. *polystachyum* Milde des *Equisetum silvaticum* L. auf, von der er sagt: „Die 11 vorhandenen Aehrchen sind auf 7 ganz verkürzte Aeste vertheilt. Nur in einem einzigen Exemplare mir bekannt. Jever im Oldenburgischen (Koch)." Dieselbe Form findet sich, nur mit Namen erwähnt, in seinem gleichzeitig erschienenen „Index Equisetorum", editio altera aucta et emendata.[3]) Etwas ausführlicheren Angaben begegnen wir dann in Milde's „Monographia Equisetorum"[4]), in welcher es auf S. 292 heisst: „Von dieser seltenen Form sah ich nur zwei Exemplare. Das erste, welches bei Jever (im Oldenburgischen) von Dr. Koch gesammelt wurde, trägt 11 Aehrchen, welche auf 7 ganz verkürzte Aeste vertheilt sind. Das zweite Exemplar, bei Rostock von Floerke 1822 gesammelt, trägt 28 Aehrchen, welche am Ende der langen, dünnen, bogig herabhängenden Aeste sitzen. Die Aeste werden bis 1½ Zoll lang, das Aehrchen am Ende derselben ist fuchsroth und höchstens 1⅓ Linien lang." Von der Koch'schen Pflanze giebt Milde auf Tafel IX, Fig. 1 seiner Monographie eine sehr unklare Abbildung, welche, — da diese Form seither nicht wieder beobachtet worden ist —, so gut als möglich auf unserer Tafel V, Fig. 3 reproducirt wurde. Von der Floerke'schen Pflanze wird von Milde a. a. O. Taf. IX, Fig. 3 ein Stengelstück mit zwei Aehrchen tragenden Aesten abgebildet. Schliesslich stellt Milde in den „Filices Europae et Atlantidis"[5]) das Verhältniss der beiden ihm bekannten Exemplare der forma *polystachya* zu den übrigen fertilen Formen des *Equisetum silvaticum* wie folgt fest: „Planta Oldenburgensis hujus formae inexauditae ceterum ad var. *praecox*, planta Megapolitana ad var. *serotinum* pertinet."

---

[1]) Vergl. die vorläufige Mittheilung in den Schriften der physikalisch-ökonomischen Gesellschaft zu Königsberg, XXXII (1891), S. 43 der Sitzungsberichte.

[2]) Leipzig 1865. Die Vorrede datirt 20. September 1864.

[3]) Verhandlungen der zoologisch-botanischen Gesellschaft in Wien 1864, S. 546.

[4]) Nova Acta der Kaiserl. Leopold.-Carol. deutschen Akademie der Naturforscher, Bd. XXXII, Abth. 2. Der Band erschien 1867, die Monographie war jedoch schon 1865 der Akademie eingereicht worden.

[5]) Leipzig 1867, S. 223.

Abgesehen von einer hier nicht in Betracht kommenden Notiz Klinge's[1]), dass die forma *polystachya* in den russischen Ostseeprovinzen nicht beobachtet worden sei, finde ich dieselbe in keiner der mir bekannten Floren aufgeführt, ein Beweis für ihr ausserordentlich seltenes Auftreten. Selbst Roeper erwähnt sie nicht, so dass man annehmen muss, dass ihm die Floerke'sche Pflanze unbekannt gewesen ist.[2]) Bei meiner Bearbeitung der Equiseten für Rabenhorst's Kryptogamen-Flora[3]) konnte ich mich, weil ich auch die Originalpflanzen der forma *polystachya* nicht gesehen hatte, daher nur auf die vorstehend citirten Angaben Milde's stützen. Da wurde von neuem mein Interesse für die merkwürdige forma *polystachya* erregt, als Herr Conrector Seydler in Braunsberg in der Jahresversammlung des preussischen botanischen Vereins im October 1889 ein Exemplar des *Equisetum silvaticum* vorlegte, welches ein Schüler, der Secundaner Beyer, im Rodelshöfener Grunde bei Braunsberg (nach einer anderweitigen von Seydler erhaltenen schriftlichen Mittheilung zwischen Rodelshöfen und Zagern) gesammelt hatte, und das von mir sofort als die forma *polystachya* bezeichnet wurde.[4]) Damit war das Vorkommen der letzteren auch in Ostpreussen festgestellt, und ich beschloss, von nun ab der weiteren Forschung nach dem Auftreten dieser Form besondere Aufmerksamkeit zu widmen. Um auch andere zur Beobachtung der Pflanze anzuspornen, demonstrirte ich das mir gütigst überlassene Braunsberger Exemplar auf der 1891 in Neustadt i. Westpr. abgehaltenen Pfingstversammlung des westpreussischen zoologisch-botanischen Vereins.[5]) Auf einer zwei Tage später (am 21. Mai 1891) in Begleitung der Herren Dr. v. Klinggraeff-Langfuhr und Dr. Bockwoldt-Neustadt unternommenen Excursion entdeckte ich dann die forma *polystachya* am Wege von Neustadt nach Pentkowitz (dem „Pentkowitzer Kirchensteige") zwischen der Kiesgrube und dem Kellerplatze auf einer lichten, kurzgrasigen, quelligen Stelle des Waldrandes und konnte mit Hülfe der genannten Herren schliesslich 20 Exemplare unter Tausenden normal fertiler und steriler Sprosse zusammenbringen.[6]) Sechs weitere uns entgangene Exemplare sammelte ich mit Hülfe meiner Tochter Magdalena einige Tage später auf derselben Stelle. Endlich erhielt ich gleichzeitig von Herrn Oberlehrer Herweg in Neustadt ein polystaches Exemplar, das ihm vor Jahren von einem Schüler gebracht worden war, und dessen er sich jetzt erinnerte, für das aber der specielle Standort bei Neustadt nicht mehr angegeben werden konnte.

---

[1]) Die Schachtelhalme von Est-, Liv- und Curland. Dorpat 1882, S. 49.

[2]) Roeper, Zur Flora Mecklenburgs. I. Rostock 1843. Auf S. 143, wo Roeper das Auftreten von Aehrchen an den Aesten der Equiseten, namentlich des *E. palustre* erwähnt, heisst es zudem ausdrücklich: Doch kommt diese Ersatzbildung nicht bei allen Arten vor. „Nie sah ich sie bei den vier ersten der unten aufgezählten Arten." Unter letzteren befindet sich auch (S. 146) *Equisetum silvaticum*.

[3]) Luerssen, Die Farnpflanzen oder Gefässbündelkryptogamen (*Pteridophyta*). Rabenhorst's Kryptogamen-Flora von Deutschland, Oesterreich und der Schweiz. III, S. 656.

[4]) Die im Jahresberichte des preussischen botanischen Vereins für 1889 (Schriften d. physik.-ökonom. Gesellsch. zu Königsberg, XXXI, 1890) auf S. 4 und 31 gemachte Angabe, dass die in Rede stehende Pflanze von Frau Dr. Gers in der Taberbrücker Forst im Kreise Mohrungen gesammelt worden sei, beruht nach schriftlicher Mittheilung Seydler's auf einem Irrthume, der von Seydler (Schriften d. physik.-ökonom. Gesellsch. zu Königsberg, XXXII, 1891, S. 58), sowie von mir (Berichte der deutschen botanischen Gesellschaft, VIII, 1890, S. 176 des Commissions-Berichtes für die deutsche Flora) bereits berichtigt wurde.

[5]) Schriften der naturforschenden Gesellschaft in Danzig, N. F. VIII, Heft 1 (1892), S. 3. Die daselbst sich findende Bemerkung, dass das vorgezeigte Exemplar das bislang zweite für Deutschland sei, ist dahin zu verstehen, dass es das zweite Exemplar einer vieläbrigen forma *serotina* ist (vergl. oben).

[6]) Vergl. auch die Notiz Bockwoldt's in Schriften d. naturforsch. Gesellsch. in Danzig, N. F. VIII, Heft 1, S. 7, Note 1.

Im Jahre 1891 fand ich dann unter noch einzuordnenden Equiseten meiner Sammlung unter Pflanzen des *Equisetum silvaticum*, welche Golenz 1873 bei der Bergmühle unweit Königswalde im Kreise Sternberg der Provinz Brandenburg gesammelt hatte, ein Exemplar der forma *polystachya*.[1]) Diese Form ist von Golenz offenbar nicht erkannt worden, sonst würde er sie wohl als solche bezeichnet haben.

Endlich hatte ich die Freude, am 23. Mai 1893 gemeinsam mit meiner Tochter Magdalena in zwei verschiedenen aber benachbarten schluchtenartigen Thälern der Dörbecker Schweiz auf der Elbinger Höhe, Kreis Elbing, die forma *polystachya* in allerdings nur je einem Exemplare aufzufinden und damit für Westpreussen einen zweiten Standort festzustellen.

Damit wäre die kurze Geschichte der Auffindung dieser sehr seltenen Equisetenform in Deutschland erschöpft. In einem anderen Florengebiete ist dieselbe meines Wissens bis jetzt nicht beobachtet worden.

2. Wuchsformen.

Was zunächst das Verhältniss der forma *polystachya* zu den normalen fruchtbaren Sprossen des *Equisetum silvaticum* betrifft, so ist zu bemerken, dass ich dieselbe in einem Falle gemeinsam mit einem normalen Stengel der forma *serotina* Milde auf demselben Rhizome fand (Taf. I. II. Fig. 5). Es ist durchaus nicht zweifelhaft, dass — abgesehen von dem Auftreten polystacher und normal steriler Triebe auf demselben Rhizome, wie ich es in der Dörbecker Schweiz beobachtete, — auch sonst vieljährige und normal einjährige Fruchtsprosse von demselben Rhizome entwickelt werden. Nur ist es bei der oft tiefen Lage der Rhizome im Boden und bei dem vielfachen Durcheinanderwachsen der letzteren meist nicht leicht, die verschiedenen Sprosse im Zusammenhange zu erhalten. Derselbe Fall des Vorkommens verschiedener Entwickelungs- respective Wuchsformen des Stengels aus demselben Rhizome ist bekanntlich bei den Equiseten keine seltene Erscheinung. Ausser dem in dieser Beziehung besonders auffälligen *Equisetum palustre* L.[2]) könnten hier u. a. noch *E. arvense* L., *E. limosum* L.[3]) und *E. hiemale* L. genannt werden. Ich vermeide es daher auch, hier von „Varietäten" zu sprechen, schliesse mich vielmehr — wie bereits früher[4]) — auch jetzt noch der Auffassung Klinge's[5]) an, ausführlichere Erörterung über diese Frage einer späteren Bearbeitung vorbehaltend.

Was unsere forma *polystachya* speciell anlangt, so hat, wie auf S. 3 bemerkt wurde, bereits Milde die Stellung der beiden ihm bekannten Exemplare zu den von ihm unterschiedenen normalen Formen der Fruchtsprosse des *Equisetum silvaticum* charakterisirt, indem er die Koch'sche Pflanze der forma *praecox* Milde, die Floerke'sche Pflanze der forma *serotina* Milde zuertheilt. Da sich alle später gefundenen

---

[1]) Vergl. meinen Pteridophyten-Bericht in den Ber. d. deutsch. bot. Gesellsch., X (1892), S. 137 des Berichtes der Commission für die deutsche Flora. Die Bezeichnung des Fundortes „Bergmühle bei Königswalde", wie es auf der Etikette heisst, ist hier in „Bergmühle unweit Gleissen" durch Ascherson verbessert worden.

[2]) Leerssen, Farnpflanzen, S. 708.

[3]) Klinge, Schachtelhalme, S. 16.

[4]) Farnpflanzen, als Bd. 3 von Rabenhorst's Kryptogamenflora.

[5]) A. a. O.

polystachen Exemplare als zur forma *serotina* gehörig erwiesen haben, kann die MILDE'sche Gruppirung, trotzdem er sie in seiner Monographia Equisetorum (a. a. O.) nicht beibehält, den folgenden Erläuterungen zu Grunde gelegt werden, selbst angesichts des Umstandes, dass die Formen *praecox* und *serotina* durch Uebergangsformen verbunden sind.[1])

A. Forma polystachya praecox.

Von dieser Form ist das einzige von KOCH bei Jever in Oldenburg gefundene Exemplar leider, wie es scheint, verloren gegangen. Nach einer gütigen Mittheilung des Herrn Professor BUCHENAU finden sich im nordwestdeutschen Herbar des Bremer Museums, dem auch die KOCH'sche Sammlung eingeordnet wurde, nur noch normale Pflanzen des *Equisetum silraticum* vom bezeichneten Standorte vor. Wir sind daher bezüglich der Charakteristik dieser später nicht wieder beobachteten Form auf die von MILDE gemachten kurzen Andeutungen[2]) und die von ihm gegebene Abbildung[3]) beschränkt. Letztere ist auf unserer Taf. V, Fig. 3 wiedergegeben. Nach derselben ist die Pflanze eine der sterilen Aeste noch völlig entbehrende forma *praecox*, welche dicht unter der (wie es nach der unklaren Abbildung scheint, verkümmerten oder noch nicht voll hervorgetretenen) Endähre nach MILDE 11 Secundärähren besitzt, welche „auf 7 ganz verkürzte Aeste vertheilt" sind. Es müssen demnach einzelne der ährchentragenden Aeste wieder verzweigt gewesen sein und deren Zweige Aehrchen besessen haben. Möglicherweise liegt hier aber auch ein Irrthum vor, und es waren in der That 11 ährchentragende Aeste vorhanden, was sich durch Untersuchung der aufgeweichten Pflanze hätte ergeben müssen, da erfahrungsgemäss schlecht präparirtes trockenes Material leicht zu falscher Auffassung Veranlassung geben kann. Das lässt sich jetzt, wo die Pflanze nicht mehr vorliegt, nicht mehr entscheiden. Auch die Frage, wie vielen Internodien die fertilen Aeste angehört haben, lässt sich bei der Unklarheit der MILDE'schen Abbildung nicht sicher beantworten. Jedenfalls aber waren sie, das geht aus der citirten Figur deutlich hervor, auf mehrere Wirtel vertheilt.

Die Auffindung weiterer Exemplare dieser merkwürdigen Form wäre von grösstem Interesse, und es wäre dann, wenn irgend möglich, zu constatiren, 1) ob die ährchentragenden Aeste zur Zeit des Vortretens des Sprosses aus dem Boden bereits äusserlich sichtbar angelegt sind oder erst nachträglich erscheinen, 2) ob sich die ährchentragenden Aeste später noch verlängern, und 3) ob in Folge des frühzeitigen Auftretens kräftiger Secundärähren die Ausbildung steriler Aeste im Verlaufe der weiteren Entwickelung des Sprosses unterbleibt oder solche doch noch nachträglich zur Entwickelung gelangen. Dass ein eine Secundärähre tragender Ast so kurz bleiben kann, dass erstere fast ungestielt erscheint, zeigt eine der von mir in der Dörbecker Schweiz gesammelten Pflanzen der folgenden Form.

---

[1]) LUERSSEN, Farnpflanzen, S. 655 und die dort citirte Literatur.

[2]) MILDE, Die höheren Sporenpflanzen Deutschlands und der Schweiz, S. 107; Filices Europae et Atlantidis, S. 223; Monographia Equisetorum, a. a. O. S. 292.

[3]) Monographia Equisetorum, Taf. IX, Fig. 4.

B. Forma polystachya serotina.

Mit Ausnahme der unter A erwähnten Koch'schen Pflanze gehören alle übrigen mir bekannten Exemplare des polystachen *Equisetum silvaticum* dieser Formenreihe an, d. h. sie repräsentiren in ihrer Gesammtentwickelung, wie die Abbildungen auf Taf. I—IV und V, Fig. 1 und 2 zeigen, die normal einährige forma *serotina* Milde, von der sie sich nur durch das Auftreten von Secundärährchen an einem oder dem anderen Aste oder mehr oder weniger zahlreichen Zweigen eines Wirtels oder vieler Quirle unterscheiden. In letzterer Beziehung, d. h. in der Zahl und Vertheilung der secundären Aehren, zeigt sich uns eine grosse Mannigfaltigkeit. Die Zahl der ährchentragenden Aeste eines polystachen Sprosses schwankt an den allein berücksichtigten Exemplaren meiner Sammlung zwischen 1 (Taf. I, II, Fig. 1) und 59 (Taf. V, Fig. 1), die Zahl der Secundärährchen entwickelnden Astwirtel zwischen 1 (Taf. I, II, Fig. 1) und 6 (Tafel V, Fig. 1). Für die Zahl der Aehrchen wie der ährchentragenden Astwirtel ist die Kräftigkeit in der Gesammtentwickelung der Sprosse nicht immer bestimmend, insofern grosse, kräftige Fruchtstengel wenige, kleine und schmächtige zahlreiche Secundärährchen besitzen können und umgekehrt. Doch glaube ich nach dem mir vorliegenden Material im Allgemeinen constatiren zu dürfen, dass mit der Anzahl der zur Ausbildung gelangenden Secundärährchen die Gesammtentwickelung der fertilen Sprosse mehr und mehr zurückgeht, die letzteren kleiner und schmächtiger werden (vergl. die Tafeln I—V). Die auf S. 8 folgende Tabelle, in welcher die Pflanzen meiner Sammlung unter Berücksichtigung aller dieser Verhältnisse übersichtlich zusammengestellt sind, giebt hierüber weiteren Aufschluss.

Was die weiteren entwickelungsgeschichtlichen Verhältnisse der serotinen forma *polystachya* betrifft, so lassen sich unter den mir vorliegenden Pflanzen zwei in ihren Extremen sehr auffallend verschiedene, aber durch — bisweilen an demselben Fruchtsprosse auftretende — Uebergänge verbundene Wuchsformen derselben unterscheiden, die ich als subforma *deflexa* und subforma *patula* bezeichnen möchte. Erstere ist durch — wie die sterilen Zweige — mehr oder weniger bogig abwärts gekrümmte und normal verzweigte ährentragende Aeste gekennzeichnet (Taf. V, Fig. 2), unterscheidet sich also von den normal fertilen Sprossen nur durch das Vorhandensein der Aehrchen an den Aesten. Letztere Form dagegen besitzt (bisweilen in sehr spitzem Winkel) aufrecht abstehende bis fast wagerecht abstehende ährchentragende Aeste, welche von den bogig abwärts gekrümmten sterilen Aesten desselben Fruchtstengels auch durch geringere — im extremsten Falle selbst gänzlich mangelnde — Verzweigung, abweichende Färbung u. s. w. verschieden sind und der Pflanze einen auffallend abweichenden Habitus verleihen, besonders wenn sie den sterilen Zweigen gegenüber in der Mehrheit auftreten (Taf. I—V, namentlich Taf. III, IV, Fig. 1, 4, 5 und Taf. V, Fig. 1). Beide Wuchsformen sollen im Folgenden specieller besprochen werden.

a. Subforma deflexa.

Als Typus dieser Unterform ist die zuerst von Milde[1]) kurz charakterisirte Floerke'sche Pflanze von Rostock zu betrachten. Durch die Güte des Herrn Professor Falkenberg erhielt ich die im Rostocker Universitäts-Herbarium befindlichen Exemplare des *Equisetum silvaticum* der Sammlung Floerke's sowie

[1]) Milde, Monographia Equisetorum, a. a. O. S. 292; Taf. IX, Fig. 3. — Vergl. auch oben S. 3.

Pflanze No.	Höhe des Stengels in cm[1])	Zahl der vorhandenen Astwirtel	Zahl der Aeste eines Wirtels[2])	Zahl der Secundärährchen in jedem der vorhandenen Wirtel, letztere vom obersten angefangen gezählt: Oben 1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	Unten 9.	Gesammtzahl der Secundärährchen	Fundort der Pflanze
1.	35*	5	9	0	1	0	0	0		—	—	—	1	Neustadt i. Westpr.
2.	24	6	9	0	0	1	0	0	0			—	1	„ „
3.	27	4	10	0	0	1	0			—			1	„ „
4.	30	4	11	0	1	0	0			—	—	—	1	„ „
5.	23	4	11	1	0	0	0	—		—	—		1	Dörbecker Schweiz.
6.	25	3	11	1	0	0	—	—	—	—	—		1	„ „
7.	15	6	11	2	0	0	0	0	0	—		—	2	Neustadt i. Westpr.
8.	22*	5	10	0	2	1	0	0					3	„ „
9.	36	5	10	0	1	2	0	0		—		—	3	„ „
10.	13	6	11	1	1	1	0	0	0				3	„ „
11.	27	6	10	0	3	0	0	0	0				3	„ „
12.	29	4	9	0	3	0	0		—	—			3	„ „
13.	20	4	9	0	4	0	0			—		—	4	„ „
14.	17	4	9	0	4	0	0						4	„ „
15.	36	8	11	0	0	2	3	0	0	0	0		5	„ „
16.	25*	8	10	0	0	0	0	5	0	0	0		5	„ „
17.	32	4	10	2	4	0	0		—				6	„ „
18.	19*	6	9	0	3	3	0	0	0				6	„ „
19.	22	4	9	0	6	0	0	—		—			6	„ „
20.	24	7	8	0	0	2	5	1	0	0	—		8	„ „
21.	24	7	9	0	1	1	3	0	0	0	—		8	„ „
22.	22	6	10	0	5	2	1	0	0	—	—		8	„ „
23.	25	6	10	0	2	4	2	0	0				8	„ „
24.	28*	7	10	0	0	2	4	3	0	0	—	—	9	„ „
25.	24	6	9	0	1	4	4	2	0				11	„ „
26.	17*	6	9	7	3	1	0	0	0				11	„ „
27.	14*	5	9	0	8	3	0	0		—	—	—	11	„ „
28.	27	7	9	0	0	1	6	5	0	0		—	12	„ „
29.	26	5	10	0	9	4	0	0			—		13	„ „
30.	30	5	9	0	9	5	0	0			—	—	14	„ „
31.	23*	6	11	3	10	3	0	0	0	—		—	16	Rodelshöfen.
32.	22*	5	9	0	7	9	1	0	—	—	—	—	17	Neustadt i. Westpr.
33.	32	9	10	0	0	0	0	7	7	4	0	0	18	„ „
34.	22	7	10	0	0	6	10	10	0	0	—		26	„ „
35.	20	8	10	0	0	5	8	6	6	1	0	—	26	„ „
36.	23	5	11	8	11	9	0	0	—	—	—	—	28	„ „
37.	23	5	10	3	10	10	8	2	—	—	—	—	33	„ „
38.	32*	8	13	0	10	10	13	11	5	1?	0	—	49—50	Gleissen i. Br.[3])
39.	28*	8	12	6	10	10	12	12	9	0	0	—	59	Neustadt i. Westpr.

[1]) Die mit einem * bezeichneten Höhen sind nicht genau, da diesen Pflanzen die Stengelbasis fehlt.

[2]) Gezählt in den voll entwickelten (meist mittleren) Wirteln.

[3]) Secundärährchen zum Theil abnorm (vergl. den Text S. 11). Die Zahl der Aehrchen lässt sich nicht genau angeben, da ein scheinbar ein Aehrchen tragender Ast an der Spitze etwas beschädigt ist.

einen Bogen des Strempel'schen Herbars. Gerade der letztere Bogen trägt aber als einzige Pflanze das Milde'sche Originalexemplar des *Equisetum silvaticum polystachyum* mit der Etikette: „*E. silvaticum* var. *ramis plur. fr.*; ab am. Fl. 1822." Die Etikette ist wohl von Strempel geschrieben worden, die Pflanze hat er jedoch von Floerke erhalten, wie die Notiz „ab am. Fl." andeutet.[1]) Jedenfalls hat aber wenigstens Strempel damals die vielährige Form des *Equisetum silvaticum* erkannt, wie aus der Bemerkung var. *ramis plur. fr.* hervorgeht. Ob Floerke sie aber als solche unterschieden hat, bleibt ungewiss. Denn auf einem Bogen des Floerke'schen Herbars finden sich unter normal sterilen und fertilen Exemplaren des „*Equisetum silvaticum* β *abietinum* Floerke"[2]) auch zwei Exemplare derselben forma *polystachya*, ohne als solche bezeichnet zu sein. Allerdings fehlt die Originaletikette, und die jetzige Etikette ist neueren Ursprungs.[3]) Wahrscheinlich hat aber Floerke die Form doch gekannt, sie als solche schon an Strempel abgegeben, und die polystachen Exemplare sind nur beim späteren Einordnen übersehen worden und unter die normalen Pflanzen gerathen. Der Fundort ist auf keiner der Etiketten bezeichnet, wohl aber ein mecklenburgischer, möglicherweise ein bei Rostock gelegener, wie Milde aufs geradewohl annimmt.[4]) Dass Roeper die doch so auffallende Form für Mecklenburg nicht erwähnt, wurde schon auf S. 4 bemerkt.

Dass nun die Pflanze des Strempel'schen Herbars das Original zu Milde's Diagnose ist, unterliegt keinem Zweifel.[5]) Ich zählte allerdings 29 Aehrchen tragende Aeste, Milde deren 28. Allein eines der Aehrchen ist so winzig, dass es wohl übersehen werden konnte.[6]) Das Exemplar ist ziemlich kräftig entwickelt, ca. 30 cm hoch, besitzt 8 Astwirtel (den untersten nur wenig, die übrigen normal ausgebildet) und eine 8,5 mm lange und 3,5 mm dicke Endähre mit kleinem Spitzchen. Die meist aufrecht abstehenden und erst in ihrer oberen Hälfte bogig abwärts gekrümmten Aeste (Taf. V, Fig. 2: halber ährchentragender Astquirl) sind bis ca. 5,3 cm lang. Der längste eine Secundärähre tragende, im dritten Wirtel von unten befindliche Ast misst ca. 4,5 cm, der kürzeste (im obersten Wirtel stehende) ist ca. 2,4 cm lang. Die beiden untersten Astquirle sind gänzlich unfruchtbar, der dritte Wirtel von unten besitzt 2 fertile Aeste, der vierte 9, der fünfte 6, der sechste 7, der siebente 3, der achte und oberste deren 2. Fruchtbare und unfruchtbare Aeste aller Wirtel sind einander in Bezug auf Verzweigung, Färbung etc. völlig gleich; die fertilen Aeste tragen den obersten unvollständigen Quirl der Secundärzweige bisweilen unmittelbar unter dem Aehrchen (Taf. V, Fig. 2). Die Secundärährchen messen knapp 1 mm bis 2,5 mm in der Länge, sind ca. 1—1,5 mm dick und fast kugelig bis meistens ellipsoidisch. Ihre Sporophylle stehen in 2—4

[1]) Derselben Ansicht ist, laut brieflicher Mittheilung, auch Professor Oelmanns.

[2]) Dieses ist die gewöhnliche forma *serotina* Milde. Die beiliegenden jüngeren sterilen, kleinen Fichtenbäumchen ähnlichen Sprosse mögen Floerke zur Aufstellung der Varietät veranlasst haben.

[3]) Professor Oelmanns schreibt mir, dass die übersandten Exemplare alles repräsentiren, was aus Floerke's Herbar noch übrig war, als es in seine Hände gelangte und in das Rostocker allgemeine Herbarium eingeordnet wurde.

[4]) Monographia Equisetorum, S. 292. Möglich ist, dass Milde damals noch die seitdem verloren gegangene Originaletikette Floerke's vorgelegen hat. Ob das auf Strempel's Etikette angegebene Jahr 1822 das Fundjahr bezeichnet, wie Milde ferner angiebt, ist auch nicht mehr sicher zu ermitteln.

[5]) Die anderen beiden Exemplare hat Milde offenbar übersehen. Dass sie ihm vorgelegen haben, ist wahrscheinlich, da er das *E. abietinum* des Floerke'schen Herbars wie das neben demselben vorhandene *E. curvifolium* Floerke ausdrücklich als zu *E. silvaticum* gehörend erwähnt (Monogr. Equis., S. 286).

[6]) Eines oder das andere der sehr kleinen Aehrchen mag, als unter Aesten versteckt, auch von mir noch übersehen worden sein. Ich möchte die sehr zerbrechliche Pflanze behufs genauerer Untersuchung nicht von dem Bogen abnehmen.

Quirlen, doch ist der oberste Wirtel gewöhnlich mehr oder weniger verkümmert. Die „fuchsrothe" Farbe, welche Milde a. a. O. für die Aehrchen angiebt, erklärt sich leicht durch das ziemlich hohe Alter der getrockneten Floerke'schen Pflanzen. Sie dürfte ursprünglich das eigenthümliche Hellbraun der normalen Aehre gewesen sein, wie es auch bei meinen west- und ostpreussischen Exemplaren auftritt.

Von den anderen beiden vielährigen Exemplaren des Floerke'schen Herbars besitzt das eine ca. 45 cm hohe 5 kräftige Astwirtel mit bis 5,7 cm langen Aesten von gleicher Stellung wie bei der Pflanze der Strempel'schen Sammlung, welcher beide Exemplare auch habituell vollständig gleichen. Secundärährchen sind nur im dritten und vierten Wirtel von unten vorhanden, im dritten 5, im vierten 7, zusammen 12. Die zweite Pflanze zeigt gleichfalls 5 kräftige Zweigquirle, von denen die 3 mittleren fertile Aeste besitzen, der zweite (von unten) 2, der dritte 5, der vierte 9, so dass dieses Exemplar im Ganzen 16 Secundärährchen aufweist.[1]) Alle drei Pflanzen des Rostocker Herbars zeigen (von den Secundärährchen abgesehen) die Tracht mittelkräftiger Waldpflanzen, wie sie besonders an schattigen Waldrändern und auf etwas lichten Waldplätzen vorkommen. Bei allen dreien sind die Secundärährchen bald mehr oder weniger deutlich bis ca. 5—6 mm lang gestielt, bald sitzen sie, wie schon erwähnt, unmittelbar über dem letzten Astwirtel, zwischen den Aesten desselben oft halb versteckt.

Den mecklenburgischen Pflanzen schliessen sich die Pflanzen der Dörbecker Schweiz im Kreise Elbing (Nr. 5 und 6 der Tabelle auf S. 8) habituell am nächsten an, insofern auch sie den gewöhnlichen Typus kräftiger Waldpflanzen zeigen. Beide Exemplare besitzen jedoch je im oberen der 3 (beziehendlich 4 — der unterste Wirtel des einen Sprosses ist sehr kümmerlich entwickelt —) Astquirle nur einen fertilen Zweig. Dieser ist bei dem einen, in der Entwickelung weiter vorgeschrittenen Sprosse gegenüber den bis 5 cm langen sterilen Aesten einschliesslich des Aehrchens aber nur 1 cm lang und etwa in der Mitte mit nur einem Wirtel von Secundärzweigen versehen, im Uebrigen aber zurückgebogen, grün und auf den Riefen durch Kieselzähnchen rauh, also im Bau den sterilen Zweigen gleich. Bei dem zweiten Exemplare besteht indessen der das Secundärährchen tragende abstehende, unverzweigte Wirtelast nur aus einem einzigen etwa 2 mm langen Internodium. Die Endähren beider Pflanzen sind gross und kräftig entwickelt, die Secundärährchen entsprechen in Grösse und Form denjenigen der Rostocker Exemplare.

Auf den ersten Blick auffallend verschieden, aber dennoch hier sich anreihend, erscheint die Pflanze von Gleissen in der Provinz Brandenburg (Nr. 38 der Tabelle auf S. 8). Der kräftige, mit einer 9 mm langen und 5 mm dicken Sporangienähre abschliessende Stengel besitzt nämlich noch wenig entwickelte Astwirtel, deren längste Aeste in den unteren beiden der acht vorhandenen Quirle nur wenig über 1 cm messen, während alle übrigen, auch die ährchentragenden, kürzer, einzelne der letzteren in den oberen Wirteln einschliesslich des Aehrchens nur ca. 3 mm lang sind. Sterile und fertile Aeste sind jedoch fast ausnahmslos im starken Bogen abwärts gekrümmt, theilweise dem Stengel fast anliegend, alle — soweit sich das an der getrockneten Pflanze beurtheilen lässt — in Farbe und Oberflächenbeschaffenheit gleich, auch mit den Anlagen von Secundärästen versehen. Ob bei ungestörtem Wachsthum der Pflanze eine Weiterentwickelung der Astwirtel eingetreten und damit die Tracht der vollkommener ausgebildeten

[1]) Vergl. jedoch Note 6 auf S. 9.

Rostocker und Dörbecker Pflanzen erreicht wäre, lässt sich natürlich nicht sagen. Auffallend ist die grosse Zahl der Secundärährchen, welche nur noch bei einer Pflanze von Neustadt i. Westpr. übertroffen wird. Sie beträgt 19 (vielleicht 50 — vergl. S. 8, Note 3 —), die sich von unten nach oben zu 10, 10, 13, 11, 5 (und eventuell 1) auf 5 (respective 6) Wirtel vertheilen, so dass der unterste und oberste Wirtel allein steril sind. Die normal entwickelten Secundärährchen sind, der noch nicht vollendeten Ausbildung des Sprosses entsprechend, noch klein, geschlossen, z. Th. mit ihrem Grunde im obersten Wirtel der Secundärastanlagen versteckt. Die grössere Anzahl der sonst vom sterilen Asttheile deutlich abgesetzten Secundärähren besitzt aber mehr oder minder abnorm ausgebildete Sporophylle: theils sterile, theils Sporangien tragende Mittelbildungen zwischen normalen Sporophyllen und normalen Scheidenblättchen, wie solche bereits von Mohl[1]), Roeper[2]), besonders ausführlich von Milde[3]) erwähnt worden sind. Ich gehe hier auf diese Abnormitäten nicht näher ein, da ich dieselben im Anschlusse an andere preussische Equiseten-Formen in einer besonderen Arbeit specieller zu bearbeiten gedenke.

b. Subforma intermedia.

Der im Vorhergehenden beschriebenen Reihe der subforma *deflexa* schliessen sich die Pflanze von Rodelshöfen bei Braunsberg, sowie eine Anzahl der Pflanzen von Neustadt i. Westpr. als Uebergangsformen zur folgenden subforma *patula* an. Bei ihnen sind die sterilen Aeste stets normal abwärts gebogen; die in verschiedener Zahl an der Pflanze respective in deren Wirteln auftretenden fruchtbaren Aeste aber verhalten sich verschieden. Ein Theil derselben (bei der Braunsberger Pflanze die Mehrzahl) ist abwärts gebogen wie bei der subforma *deflexa*, in der ganzen Ausbildung, besonders durch die rein grüne Färbung, die Kieselstacheln der Internodialrieffen und reichlichere Secundärverzweigung den sterilen Aesten gleich, nur durch das Auftreten der kleinen Endähre von letzteren verschieden. Andere ährchentragende Aeste dagegen sind bereits gerade gestreckt oder kaum merklich gebogen, wagerecht oder fast wagerecht abstehend, stimmen aber, abgesehen von meist geringerer Länge, in ihren äusseren Structurverhältnissen noch mit den vorhergehenden überein. Als Vertreter dieser Uebergangsform kann die Figur 2 unserer Tafel III, IV gelten. Wieder andere sterile Aeste sind stärker bis unter etwa einem halben rechten Winkel aufrecht abstehend, noch mehr verkürzt, oft nur mit einem Wirtel von Secundärästen versehen. Ihre untersten 1—2 Internodien sind noch mehr oder minder grün gefärbt, aber auf den Riefen bereits schwächer bis spärlich mit Kieselzähnen besetzt, daher wenig rauh, während das zunächst unter der Secundärähre befindliche Internodium durch blassgrüne oder bleich fleischrothe Färbung und zartere Beschaffenheit mehr an die normal fertilen Sprosse erinnert, ausserdem ganz glatt oder nur (an der Basis) mit vereinzelten kurzen Kieselstacheln besetzt ist. Dass zwischen diesen verschiedenen Formen der

[1]) Mohl, Morphologische Betrachtungen über das Sporangium der mit Gefässen versehenen Cryptogamen. Tübingen 1837. S. 7.

[2]) Roeper, Zur Flora Mecklenburgs. I (Rostock 1843). S. 140.

[3]) Milde, Beiträge zur Kenntniss der Equiseten: Nova Acta XXIII, P. II. S. 571—573, 584, 585, 590—593, 602, 607; Taf. 55, Fig. 23—38. — Ferner: Monographia Equisetorum. a. a. O. S. 165.

fruchtbaren Aeste in Bezug auf Richtung, Oberflächenbeschaffenheit, Färbung und Festigkeit alle nur denkbaren Uebergänge vorkommen, braucht ebensowenig hervorgehoben zu werden, wie der Umstand, dass dadurch die hier nur der leichteren Uebersicht wegen hervorgehobene subforma *intermedia* allmählich in die subforma *patula* übergeht.

c. Subforma patula.

Zu dieser Formenreihe gehört der grösste Theil der Pflanzen von Neustadt i. Westpr., überhaupt die grosse Mehrzahl der mir bekannten Exemplare des *Equisetum silvaticum polystachyum* (Taf. I—IV u. V, Fig. 1). Die fruchtbaren Aeste, deren Zahl an der ganzen Pflanze zwischen 1—59, in den einzelnen Wirteln von 1—12 schwankt[1], stehen hier meist in einem Winkel von 45° oder weniger steif und gerade aufrecht ab und verleihen daher, besonders wenn sie in grösserer Anzahl in den Wirteln vorkommen (Taf. III, IV, Fig. 1) oder gar ganz allein die Astquirle bilden (Taf. V, Fig. 1), den Pflanzen ein ganz absonderliches Aussehen. Die ährchentragenden Aeste sind dabei bald auffallend länger als die mit ihnen in demselben Wirtel stehenden, bogig abwärts gekrümmten sterilen Aeste, bisweilen fast doppelt so lang als letztere (Taf. III, IV, Fig. 1), in der Regel aber kürzer oder sehr viel kürzer als dieselben, in einzelnen Fällen bis auf 5 mm verkürzt. Ihre Länge schwankt bei den mir vorliegenden Pflanzen von Neustadt zwischen 0,5—ca. 2,5 cm. Die Zahl ihrer Internodien beträgt meist nur 2, seltener 3, und die Internodien sind entweder gleich oder fast gleich lang, oder bisweilen ist das oberste Internodium auffallend länger bis etwa doppelt so lang (bis 12 mm) als das unterste. Letzteres ist fast stets von bleicherer Färbung als die Internodien der sterilen Aeste, oft fast oder völlig fleischfarben, den Stengelinternodien ähnlich, dabei nur von wenigen und meist auch nur an seinem Grunde stehenden Kieselzähnchen der Riefen schwach rauh bis vollständig glatt. Das zweite (eventuell auch das dritte) Internodium der ährchentragenden Aeste ist stets bleich bis fleischfarbig und völlig glatt. Die Secundäräste sind allermeist kurz bis sehr kurz, in unvollzähligen Wirteln, oft nur einer entwickelt. Der Ring unter der Secundährähre zeigt bald die Ausbildung desjenigen der normalen Endähre, bald ist er am Rande mehr oder weniger gezähnt, eine Mittelbildung zwischen Ring und Scheide; in anderen Fällen befindet sich statt seiner dicht unter dem Aehrchen eine bis fast zur Basis in sehr schmale, pfriemliche, bleiche Zipfel gespaltene Scheide, unter welcher bisweilen wieder ein unvollzähliger Astwirtel oder ein einzelner Ast entwickelt ist.

Die Secundärährchen sind 1—5 mm (meist 3—4 mm) lang und 1—3 mm (meist etwa 2—2,5 mm) dick, fast kugelig bis länglich, von der Farbe der normalen Endähre und wie diese am Scheitel stumpf bis völlig abgerundet oder bisweilen mit einem kleinen Spitzchen versehen. An einer einzigen Pflanze fand ich ein Aehrchen von einem ca. 1,5 mm langen Spross durchwachsen. Die meisten Aehrchen besitzen 3—4 Wirtel normaler Sporangienträger, die Wirtel aus 3 oder gewöhnlich 4, seltener 5 Sporophyllen gebildet. Sehr kleine Aehrchen zeigen aber häufig auch nur 1—2 Wirtel gut ausgebildeter Sporophylle.

[1] Vergl. die Tabelle auf S. 8. Von den Angaben in meiner vorläufigen Mittheilung (S. 3, Note 1) hier und im Folgenden abweichende Angaben erklären sich durch die spätere Untersuchung eines umfangreicheren Materials.

Sporangienträger wie Sporangien sind den Grössenverhältnissen der Secundärährchen, wie ja auch bei den polystachen Formen anderer Equiseten, entsprechend kleiner, als in der normalen Endähre, die Sporangien auch in der Zahl reducirt, sonst aber beide normal ausgebildet. Das Gleiche gilt auch für die Pflanzen von Rostock, Rodelshöfen und Dörbeck. Nur die Sporophylle der Pflanze von Gleissen machen, wie auf S. 11 erwähnt, durch theilweise abnorme Ausbildung eine Ausnahme. Die Sporen sind, wie ich mich an frisch gesammeltem Material überzeugen konnte, in dem einzelnen Sporangium der Secundärähren zwar in geringerer Zahl als in den Sporangien der Endähre vorhanden, sonst aber nach Form, Ausbildung der Elateren und Inhalt garnicht, in der Grösse ganz unwesentlich verschieden. Bezüglich der letzteren verhalten sich die Sporen der Secundärährchen zu denjenigen normaler Endähren wie 8—9 : 10.

Die Endähre des Hauptsprosses, welche bei den polystachen Pflanzen von Rostock, Gleissen, Rodelshöfen und Braunsberg normale oder fast normale Grösse zeigt (wie bei den gewöhnlichen Fruchtsprossen), besitzt bei den Neustädter Exemplaren der subforma *patula* sehr schwankende Dimensionen, von der allerdings vorherrschenden gewöhnlichen Grösse abwärts bis zu 5 mm Länge bei knapp 3 mm Dicke. Uebrigens sei hier bemerkt, dass solche aussergewöhnlich kleinährige Formen auch unter den normalen Fruchtsprossen der forma *serotina* auftreten, auf manchen Standorten sogar nicht selten, aber stets durch Uebergänge mit den normal fructificirenden Pflanzen verbunden.

3. Standortsverhältnisse.

Nach dem Bekanntwerden mit der Pflanze von Rodelshöfen bei Braunsberg habe ich seit dem Frühjahre 1890 auf allen meinen Excursionen viele Hunderte von Standorten des *Equisetum silvaticum* nach dem Vorkommen der polystachen Form aufs Sorgfältigste abgesucht, mit Ausnahme von drei Localitäten ohne Erfolg. Die Beschaffenheit der letzteren aber giebt einen Fingerzeig, an welchen Orten man eventuell hoffen darf, die seltene Form zu finden.

Der mässig schattige Standort bei Neustadt i. Westpr. ist ein quelliger, etwas sandiger Lehmboden. Er war stellenweise — wenigstens zur Zeit meines Besuches — so nass, dass das Wasser unter den Fusstritten hervorquoll. In den beiden von einem Bächlein durchflossenen Schluchten der Dörbecker Schweiz ist der Boden oberer Diluvialmergel respective gelbbrauner Geschiebe-Lehm[1]) mit etwas Sand und der völlig freie Standort der einzigen beiden hier gefundenen Pflanzen geradezu sumpfig zu nennen, was auch schon aus Begleitpflanzen wie *Cardamine amara* u. a. hervorgeht. Ueber die Beschaffenheit des Fundortes des Exemplares von Rodelshöfen bei Braunsberg konnte ich nichts erfahren, und auch die Verhältnisse der Fundorte bei Jever, Rostock und Gleissen sind unbekannt. Ich vermuthe aber fast, dass sie ähnliche sind, wie die erwähnten, und dass das *Equisetum silvaticum polystachyum* nur auf quelligen respective schwach sumpfigen, zugleich freien oder nur mässig beschatteten Stellen mit vorwiegend lehmigem respective mergeligem Boden auftritt. Es verhält sich also in dieser Beziehung ähnlich dem *Equisetum Telmateja*, das ich übrigens in einer der genannten Dörbecker Schluchten etwas weiter thal-

[1]) Vergl. auch die geologische Karte der Provinz Preussen, Sect. 13: Frauenburg.

wärts in Gesellschaft von — allerdings nur normalem — *Equisetum silvaticum* antraf. Auf den gewöhnlichen trockenen Waldstandorten und auf Aeckern (altem Waldboden), sowie an Strassen und Wegrändern in der Nähe von Wäldern, wo die Art bekanntlich auch in oft grossen Mengen vorkommt, habe ich die polystache Form trotz reichlichen Fructificirens der Pflanze an den bezeichneten Localitäten bis jetzt vergeblich gesucht.

4. Alljährliches Vorkommen auf demselben Standorte.

Ueber ein wiederholtes oder alljährliches Vorkommen der Form auf demselben Standorte lässt sich bezüglich der Pflanzen von Rostock, Jever, Gleissen und Rodelshöfen nichts sagen. Die beiden erst im vorigen Frühjahre aufgefundenen Standorte in der Dörbecker Schweiz gedenke ich in diesem und in den künftigen Jahren wieder zu besuchen. Für den Standort bei Neustadt i. Westpr. kann ich bestimmt berichten, dass die Form daselbst auch in den Jahren 1892 und 1893 von Herrn Gymnasial-Oberlehrer Dr. Bockwolder wiedergefunden worden und mir jedesmal in schönen Belegexemplaren zugesendet worden ist. Der genannte Herr schrieb mir auf meine Bitte um Auskunft über diesen Punkt unterm 20. Mai 1892: „Ich fand die Form nicht nur in mehreren Exemplaren am vorigen Standorte[1]), sondern auch noch einige Exemplare näher der Stadt (50 Schritt), andere 50—100 m westlich vom alten Standpunkte. Leider habe ich nur einen Theil für Sie retten können, da einer der Herren erklärte, die gefundenen Exemplare selbst behalten zu wollen.“[2]) Eine weitere Zuschrift desselben Beobachters vom 7. Juni 1893 lautet gleichfalls: „Auf Ihre Anfrage theile ich Ihnen mit, dass ich auch in diesem Jahre an der bekannten Stelle, sowie auch etwa 30 m nach der Stadt und ungefähr 50 m westlich von ihr Exemplare von *Equisetum silvaticum polystachyum*, allerdings dies Jahr nur in recht geringer Anzahl (7—8), gefunden habe.

Damit ist wenigstens der Beweis gebracht, dass die polystache Form einige Jahre hinter einander auf derselben Stelle, wenn auch in wechselnder Anzahl, wieder auftreten kann. Ob dies dauernd der Fall ist, müssen fortgesetzte Beobachtungen zeigen.

5. Kurze Zusammenstellung der Formen und Standorte.

Stellen wir noch einmal die bis jetzt bekannten Formen des *Equisetum silvaticum polystachyum* nach ihren wesentlichsten Merkmalen sammt den Fundorten zusammen, so ergiebt sich folgende Uebersicht.

A. Forma polystachya praecox Milde, Fil. Europ. et Atlant., p. 233; Monogr. Equis., a. a. O. Taf. IX, Fig. 4. Unsere Taf. V, Fig. 3. Dem Fruchtsprosse der normalen forma *praecox* Milde gleich, ohne sterile Aeste, nur an den obersten Knoten dicht unter der Endähre mit sehr verkürzten ährchentragenden Zweigen. — Oldenburg: bei Jever (Dr. Koch — nur ein seitdem verschollenes Exemplar).

[1]) Siehe S. 4.

[2]) Vergl. auch Schriften d. naturforsch. Gesellsch. in Danzig N. F. VIII, Heft 2 (1893), S. 4.

B. Forma polystachya serotina Milde, Fil. Europ. et Atlant., p. 223. Den Fruchtsprossen der normalen Forma *serotina* gleich, bereits mit kurzen sterilen wie fertilen Aesten über den Boden hervortretend und die Aeste schon vor Ausstreuung der Sporen der Endähre weiter ausbildend.

a. **Subforma deflexa** Lssn. Fruchtbare (Secundärährchen tragende) Aeste den sterilen Aesten sonst gleich, bogig abwärts gekrümmt und meist den sterilen Aesten gleich lang, selten mehr oder weniger bis sehr stark verkürzt, grün, auf den Riefen der Internodien durch Kieselzähne rauh. (Taf. V. Fig. 2. Milde, Monogr. Equis., a. a. O. Taf. IX. Fig. 3.) — Mecklenburg: bei Rostock (Floerke, 1822 Universitätsherbarium zu Rostock). Provinz Brandenburg: Bergmühle bei Gleissen im Kreise Sternberg (Golenz, 4. Juni 1873, nur ein Exemplar? H. F. L. 16455[1]). **Provinz Westpreussen:** Dörbecker Schweiz in der Elbinger Höhe, Kreis Elbing: auf einer sumpfigen Stelle am Bächlein im oberen, waldfreien Theile der ersten Hauptschlucht an der Feldmark des Dorfes Lenzen, unmittelbar westlich vom Fusswege Lenzen-Dörbeck (dem „Papenstieg", d. h. Pfaffensteig), unter zahlreichen normalen Pflanzen nur ein Exemplar (M. u. Chr. Luerssen, 23. Mai 1893 H. F. L. 17298). Vergl. aber S. 10; das hier erwähnte zweite Exemplar = H. F. L. 17299.

b. **Subforma intermedia** Lssn. Fruchtbare Aeste zum Theil wie die sterilen Aeste bogig abwärts gekrümmt, z. Th. gerade gestreckt und wagerecht oder fastwagerecht abstehend, beide in Färbung und Oberflächenbeschaffenheit den sterilen Aesten (und den fertilen der vorhergehenden Form) gleich. Ein Theil der ährchentragenden Aeste aber stärker und bis etwa unter 45° aufrecht abstehend, merklich verkürzt, oft nur mit einem Wirtel von Secundärästen, ihre untersten Internodien wenig rauh, das oberste Internodium bleich, zart und glatt (Taf. III. IV. Fig. 2). Geht sowohl in die voraufgehende als in die folgende Form über. **Provinz Ostpreussen,** Kreis Braunsberg: im Katzengrunde bei Rodelshöfen nächst Braunsberg (Beyer H. F. L. 14293). **Provinz Westpreussen,** Kreis Neustadt: bei Neustadt vereinzelt unter der daselbst vorherrschenden folgenden Form (siehe diese).

c. **Subforma patula** Lssn. Aehrchentragende Aeste unter einem Winkel von 45° und weniger aufrecht abstehend, gerade, meist kürzer bis viel kürzer als die bogig abwärts gekrümmten sterilen Aeste, meist nur mit zwei Internodien, zart, bleich bis fleischfarben, völlig glatt, ihre Astwirtel gewöhnlich sehr unvollzählig (Taf. I. II und III. IV ausschliesslich Fig. 2 , sowie Taf. V. Fig. 1). **Provinz Westpreussen,** Kreis Neustadt: auf einer lichten, kurzgrasigen, quelligen Stelle des Waldrandes am Wege von Neustadt nach Pentkowitz (dem „Pentkowitzer Kirchensteig") zwischen der Kiesgrube und dem Kellerplatze, unter zahlreichen normalen Pflanzen 26 Exemplare (Luerssen, Bockwoldt,

[1] D. h. Herbarium Filicum Luerssen. Nr. 16455. Ich citire die meinen Beobachtungen zu Grunde liegenden Pflanzen meiner Sammlung, um bei eventuellen späteren Nachuntersuchungen durch andere jeden Irrthum auszuschliessen.

v. Klinggraeff; 21. Mai 1891; M. u. Chr. Luerssen; 24. Mai 1891. H. F. L. 15525, 15526, 15527, 15528). Auf derselben Stelle, und in der Nachbarschaft (vergl. S. 14) von Dr. Bockwoldt in den Jahren 1892 (H. F. L. 16477) und 1893 (H. F. L. 17313) wiedergefunden. Von unbekanntem Standorte bei Neustadt mitgetheilt von Herweg (H. F. L. 15529; ein noch wenig entwickeltes Exemplar, dessen Zugehörigkeit zur vorliegenden Form nicht sicher zu beurtheilen aber wahrscheinlich ist).

Tafelerklärung.

Sämmtliche Figuren in natürlicher Grösse.

Tafel I, II.

Equisetum silvaticum L. forma *polystachya serotina* Milde, subf. *patula* Lssn. von Neustadt i. Westpr.

Fig. 1. Pflanze mit einem fertilen Aste im drittoberen Wirtel.

Fig. 2. Pflanze mit 2 fertilen Aesten im obersten Wirtel.

Fig. 3. Pflanze mit je einem fruchtbaren Aste in den drei oberen Quirlen.

Fig. 4. Pflanze mit 2 fruchtbaren Aesten im dritten und 3 fertilen Aesten im vierten Wirtel von oben.

Fig. 5. Pflanze mit einem normalen und einem polystachen Sprosse, der letztere mit 4 ährchentragenden Aesten im zweitoberen Wirtel, auf demselben Rhizome.

Tafel III, IV.

Equisetum silvaticum L. forma *polystachya serotina* Milde von Neustadt i. Westpr.

Fig. 1. Subf. *patula* Lssn. Pflanze mit 18 Secundärährchen in 3 Wirteln zu je 4, 7 und 7 im 3., 4. und 5. Wirtel von unten.

Fig. 2. Subf. *intermedia* Lssn. Pflanze mit 8 fertilen Aesten, einen im drittunteren, zwei im nächstoberen, 5 im zweitoberen Quirle.

Fig. 3. Subf. *patula* Lssn. Pflanze mit 12 fertilen Aesten in den 3 mittleren Wirteln zu je 5, 6 und 1.

Fig. 4. Subf. *patula* Lssn. Pflanze in fast sämmtlichen Wirteln mit zusammen 33 ährchentragenden Aesten, in den Quirlen von unten nach oben zu 2, 8, 10, 10 und 3.

Fig. 5. Subf. *patula* Lssn. Pflanze mit 28 Secundärährchen in den 3 oberen Wirteln zu 8 (drittunterer), 12 und 8 (oberster Wirtel).

Tafel V.

Fig. 1. *Equisetum silvaticum* L. forma *polystachya serotina* Milde, subf. *patula* Lssn. von Neustadt i. Westpr. Pflanze mit 59 Secundärährchen in 6 Quirlen zu je 9 (im drittunteren), 12, 12, 10, 10 und 6 (im obersten Wirtel).

Fig. 2. Halber Astwirtel der forma *polystachya serotina* Milde, subf. *deflexa* Lssn. von Rostock.

Fig. 3. *Equisetum silvaticum* L. forma *polystachya praecox* Milde. Pflanze von Jever, nach Milde (Monographia Equisetorum, Taf. IX, Fig. 4) copirt, doch hier nur der obere ährchentragende Theil des Fruchtsprosses mit Schattirung ausgeführt.

II.

Ueber Athyrium Filix femina Roth. var. latipes Moore.[1]

Tafel VI—IX.

1. Geschichtliches.

Am 5. August 1891 unternahmen wir unter Führung des Herrn Hauptlehrer F. Kalmuss in Elbing, dem vorzüglichsten Kenner der Elbinger Flora, welchem ich für seine oftmalige Begleitung auf den Excursionen in der Elbinger Höhe, sowie für Ueberlassung zahlreicher interessanter Formen von Gefässkryptogamen zu grösstem Danke verpflichtet bin, eine Excursion in die sogenannte Stagnitter Schlucht[2]) bei Elbing. Etwa zehn Minuten von der Mündung aufwärts entdeckten wir am steilen, schattigen und feuchten rechten Hange in einer Höhe von etwa 10 m über der Thalsohle unter zahlreichen üppigen Exemplaren des *Aspidium Filix mas* und *Athyrium Filix femina* (dieses hier fast ausschliesslich in der var. *multidentata* Doll vertreten) eine mir bis dahin unbekannte, in der Gestalt der Blätter von der gewöhnlichen Tracht der Pflanze so sehr abweichende Form des letzteren, dass dieselbe aus einiger Entfernung zunächst mit dem *Aspidium spinulosum* Sw. *β dilatatum* Roeper, var. *deltoidea* Milde verwechselt werden konnte. Leider fanden sich an der betreffenden Stelle nur zwei Exemplare so dicht neben einander vor, dass das eine den Eindruck machte, als sei es ein Rhizomast des zweiten. Auch in der weiteren

[1]) Vergl. die vorläufige Mittheilung in den Schriften der physikalisch-ökonomischen Gesellschaft zu Königsberg, XXXII (1891), S. 42 der Sitzungsberichte.

[2]) Unter diesem Namen wird hauptsächlich die südlichste, am Fusse des Blaubeerberges in die Hauptschlucht des Vogelsanger Waldes (das Thal der Dameraner Hommel) mündende der drei engen, wild verwachsenen Querschluchten des Hommelthales verstanden, welche bei Stagnitten und Klein-Stoboy ihren Anfang nehmen. Sie ist bei den Elbinger Floristen wegen des häufigen Vorkommens von *Petasites albus* in derselben auch als „Petasitesschlucht" bekannt und wird daher bald als „Stagnitter Schlucht", bald als „Petasitesschlucht" in verschiedenen Publicationen über die Elbinger Flora erwähnt (vergl. z. B. Kalmuss, Die Flora des Elbinger Kreises; Schriften d. naturforsch. Gesellsch. in Danzig, N. F. VI, Heft 2, S. 91 und speciell S. 96). Während der nassen Jahreszeit respective in nassen Jahren zeigt die Schlucht ein Bächlein, an dessen Ufern man sich, so gut es eben gehen will, seinen Weg suchen muss. Die im unteren Theile der Schlucht dicht bewaldeten, schattigen, z. Th. quelligen Hänge sind hier sehr steil und hoch. Die Höhe des Blaubeerberges ist auf der Hardtf'schen „Karte von Vogelsang und Umgegend" (Elbing 1886) zu 116 m angegeben; die Höhe der Mündung der „Stagnitter Schlucht" schätze ich nach den auf der Karte verzeichneten benachbarten Höhenangaben auf ca. 60 m.

Umgebung dieses Standortes liess sich die Pflanze nicht mehr auffinden, zudem wurden wir durch den Ausbruch eines heftigen Gewitters zu schleuniger Rückkehr gezwungen.

Um so grösser war meine Freude, als wir gleich am folgenden Tage (6. August 1894) und gleichfalls unter Führung des Herrn Kalmuss gelegentlich eines Besuches des von Güldenboden aus leicht zu erreichenden Elbinger Kämmerei-Waldes bei Schönmoor an dem zur Zeit sehr nassen südlichen Rande des in diesem Walde gelegenen Moores ein einziges Exemplar derselben Form von *Athyrium Filix femina* und auch hier unter vielen Pflanzen der var. *multidentata* dieser Art nebst weniger zahlreichem *Aspidium spinulosum β dilatatum* var. *deltoidea* Milde fanden. Leider wurden wir auch an diesem Tage durch fortwährende Regenschauer an der weiteren Absuchung des Terrains verhindert.

Als wir am 25. August 1893 in Begleitung des Herrn Kalmuss abermals die Staguitter Schlucht und diesmal in ihrer ganzen Länge aufwärts durchstreiften, waren die Verhältnisse bezüglich der Farnvegetation daselbst zum Theil sehr ungünstige; die Pflanzen waren besonders an dem früheren Standorte durch Rehe vielfach ausserordentlich beschädigt, viele Stöcke ganz oder theilweise zertreten, die erwähnte Form konnte trotz eifrigen Suchens nicht wiedergefunden werden. Ein zweiter Besuch des Standortes bei Schönmoor wurde durch die schlechte Witterung vereitelt.

Die nach der Rückkehr nach Königsberg sofort vorgenommene genauere Untersuchung der gefundenen Pflanzen bestätigte die Vermuthung, dass dieselben eine nicht nur für Westpreussen, sondern auch für ganz Deutschland neue Form des *Athyrium Filix femina* Roth, die var. *latipes* Moore[1]), repräsentiren. Moore beschreibt dieselbe als: „A very remarkable variety, with pyramidal or elongate-triangular fronds, which are rather above two feet in height, and about nine inches across the base where it is broadest. The stipes is about ten inches or a foot long; and the pinnae are broad, two inches or upwards in width, and somewhat irregular. The pinnules are large and coarse-looking, the full-sized ones averaging two inches in length or upwards, the lowest sessile, the rest more or less adnate and decurrent, distinct, pointing forwards, ovate-lanceolate, deeply pinnatifid into large distant lobes which point forwards, and are irregularly and coarsely toothed. The sori are remarkably large and mostly hippocrepiform or hamate. It was found by Mr. S. Appleby, in the neighbourhood of Doncaster, Yorkshire."

Die von Lowe[2]) gegebene kürzere, sich gleichfalls auf die Pflanze von Doncaster beziehende Diagnose lautet ähnlich: „Fronds pyramidal, and about twenty-six inches in length, and nine inches in width across the base, where broadest. Stipes nearly twelve inches long. Pinnae more then two inches in width. Pinnules large and coarse, two inches in length, the lowest sessile and the others adnate, pointing forwards, ovate-lanceolate in shape, profoundly pinnatifid. Teeth irregular and coarse. Sori remarkably large. A most singular variety."

Eine Abbildung wird von den genannten Autoren nicht gegeben. Ich finde die Pflanze auch in keinem anderen der mir zu Gebote stehenden Floren- und Farnwerke erwähnt.

---

[1]) Th. Moore, The octavo nature-printed British Ferns, II, S. 30. London 1860. (Das Werk ist die zweibändige Octavausgabe des 1855 erschienenen Foliowerkes desselben Verfassers: The Ferns of Great Britain and Ireland. Letztere Ausgabe steht mir leider nicht zur Verfügung.)

[2]) Lowe, Our native Ferns, II, S. 126.

2. Die var. latipes Moore Westpreussens.

Es mag nun zunächst die specielle Beschreibung der Pflanzen von Schönmoor und aus der Stagnitter Schlucht bei Elbing folgen, bevor auf die Verwandtschaftsverhältnisse derselben zu anderen ähnlichen Formen eingegangen wird.

Rhizom kräftig, in keiner Weise von den Rhizomen typischer Pflanzen verschieden. Blätter einschliesslich des Stieles ca. 77—88 cm lang, schlaff, weich, sehr dünn-krautig, getrocknet fast seidenpapierartig, auffallend hellgrün. Blattstiel[1]) ca. 32—45 cm (meist 35—45 cm) lang, also bei den typischen Blättern meist ungefähr so lang als die Spreite oder wenig kürzer als letztere, am Grunde in typischer Weise dicht mit den charakteristischen Spreuschuppen[2]) der Art besetzt, weiter aufwärts nur mit vereinzelten kleineren Spreuschuppen oder zuletzt kahl (Taf. VI—IX). Spreite[3]) 41,5—52,5 cm (durchschnittlich 43—48 cm) lang und 26—32,5 cm (meist 29—31 cm) breit, meist fast deltoidisch (Taf. VI, VII) bis deltoidisch-eiförmig oder selten (auf demselben Rhizome respective Rhizomaste) eiförmig (Taf. VIII, IX), in der Regel am Grunde oder nahe dem letzteren am breitesten (Taf. VI, VII), das unterste Paar der Primärsegmente so lang oder fast so lang als die folgenden, seltener auffälliger verkürzt, dann aber immer noch etwa dreiviertel so lang als die längsten Primärsegmente der betreffenden dreifach-fiederschnittig-fiederspaltigen Spreite. Primärsegmente jederseits zu ca. 12—24, gegenständig (bisweilen schon das unterste Paar) bis abwechselnd, am Grunde der Spreite meist einander kaum berührend (Taf. VI, VII) bis etwas (Taf. VIII, IX) oder weiter entfernt gestellt (zwischen ihren Rändern bis 4 cm Abstand), in der Mitte der Spreite einander mehr oder weniger bis schliesslich zur Mittelrippe deckend, wenig aufrecht (das unterste Paar bisweilen horizontal — Taf. VIII, IX) von der Rhachis abstehend und manchmal etwas bogig gekrümmt, 15—18 cm lang und 5—7½ (meist 6—7) cm breit, aus breitem Grunde länglich-lanzettlich bis länglich, meist rasch und stumpflich zugespitzt. Secundärsegmente dicht bis in der Regel etwas locker (mit ihren Rändern bis ca. 6 mm entfernt) gestellt, die grössten (meist das unterste Paar des Primärsegmentes) 3,2—4 cm lang und 1—2 (meist ca. 1,5) cm breit, meist länglich bis länglich-lanzettlich, stumpflich bis mehr oder minder abgerundet, an ihrem Grunde tief fiedertheilig bis fast fiederschnittig, die untersten jedes Segmentes erster Ordnung mit stielartig verschmälerter, die folgenden mit allmählich schwach (nur bei der Pflanze von Schönmoor mit stärker) verbreiterter Basis sitzend, alle mit ausserordentlich schmalem Flügel vollständig herablaufend. Segmente dritter Ordnung gedrängt bis gewöhnlich etwas locker gestellt, die grösseren (basalen) 7—10 mm lang und 4—6 mm breit, eiförmig bis eiförmig-länglich, ringsum tief und grob gezähnt oder an ihrem Grunde fiederspaltig bis fast fiedertheilig und ihre Abschnitte daselbst in 2—4 kräftige Zähne

[1]) Bis zur Abzweigung des ersten Primärsegmentes gemessen.

[2]) Vergl. Luerssen, Farnpflanzen: Rabenhorst's Kryptogamenflora von Deutschland etc., III, S. 135; auch bezüglich der übrigen allgemeinen und hier daher nicht berücksichtigten Verhältnisse.

[3]) Von der Abzweigung des untersten Primärsegmentes an gemessen. Bei Messung der wirklichen Länge — unter Zurechnung der halben Breite des untersten Primärsegmentes — ergeben sich ca. 44—54 cm.

gespalten und dementsprechend mit gegabelten Nerven letzter Ordnung. Blätter der Pflanzen aus der Stagnitter Schlucht steril oder nur hie und da zerstreute Sori, die Pflanzen von Schönmoor normale Sorusentwickelung zeigend, in beiden Fällen aber die typisch ausgebildeten Sori zu jung, um einen Vergleich mit Moore's Angabe, nach welcher sie auffallend gross sein sollen, zu gestatten.

Was dann die weitere Bemerkung Moore's bezüglich der etwas unregelmässigen Primärsegmente betrifft, so ist für unsere westpreussischen Pflanzen zu erwähnen, dass auch bei ihnen theils die Secundär-, theils die Tertiärsegmente in geringer Zahl abnorm verkleinert und dabei namentlich durch ungleichseitige Verkürzung und Verschmälerung unregelmässig gestaltet sind, ohne dass eine äussere Verletzung an ihnen wahrzunehmen wäre. Das Blatt behält dabei im Allgemeinen so ziemlich ein normales Aussehen, so bei der einen Pflanze aus der Stagnitter Schlucht (Taf. VI, VII) und in etwas geringerem Grade auch bei dem Exemplare von Schönmoor. Andere Blätter zeigen jedoch ein sehr unregelmässiges Aussehen (Taf. VIII, IX), welches neben den vereinzelt bemerkbaren voraufgehenden Fällen durch zweierlei andere Ursachen veranlasst wurde. Einmal sind durch Spätfrost einzelne noch nicht völlig entwickelte Segmentspitzen getödtet worden und diese sitzen dem lebend gebliebenen Theile des betreffenden Segmentes dann vielfach noch als trockene braune Anhängsel an.[1]) Allermeist sind aber Beschädigungen durch (wahrscheinlich) Insecten oder Insectenlarven, welche fast nur die obere Blatthälfte betreffen, der Grund der unregelmässigen Gestalt der Segmente. Letztere sind an einer oder mehreren Stellen deutlich an- respective ausgefressen, möglicherweise in geringem Umfange zuerst minirt und dann ab- respective ausgebrochen, da man neben den durch braune Wundränder gekennzeichneten offenen Frassstellen auch weisse minirte Fleckchen findet, an denen nur noch die Epidermis einer oder beider Blattflächen vorhanden ist. In manchen Fällen ist in Folge durch solche Frassstellen veranlassten einseitig stärkeren, mit Krümmung verbundenen Wachsthums der unversehrten Segmenthälfte die Unregelmässigkeit der Fiederchen vergrössert.[2])

Die letzteren den wesentlichen Charakter unserer Form nicht eigentlich berührenden, auch bei anderen Farnen vielfach zu beobachtenden Verhältnisse[3]) sind deshalb hier nochmals ausdrücklich hervorgehoben worden, weil ich auch in letzter Zeit noch derartige Blätter in einzelnen Sammlungen als forma *erosa* bezeichnet fand, während als letztere doch nur aus anderen Wachsthumsursachen unregelmässige Blattformen ohne Verletzungen aufzufassen sind. Auch die von Lowe[4]) gegebenen Abbildungen einer Anzahl monströser Formen des *Athyrium Filix femina* lassen die Vermuthung zu, dass es sich bei denselben wenigstens zum Theil nur um durch Frost oder Frass beschädigte Blätter handelt.

Bezüglich der Stellung der var. *latipes* zu den anderen bekannten Formen des *Athyrium Filix femina* unterliegt es keinem Zweifel, dass dieselbe der in der ganzen Entwickelungsreihe allerdings nicht scharf abgegrenzten[5]) Formengruppe der var. *multidentata* Doll anzuschliessen ist, mit der sie auch durch Uebergänge verbunden wird. In ihrer vollendetsten Aus-

[1]) Vergl. auch Abhandlung III dieser Beiträge.

[2]) So ist es auch bei dem auf Taf. VIII, IX abgebildeten Blatte, das aus diesem Grunde eigentlich nicht zur Darstellung geeignet war, für dessen Wiedergabe aber die von der typischen so sehr abweichende Form der Spreite ausschlaggebend war, um so mehr, als die untere Blatthälfte sonst normale Entwickelung zeigt.

[3]) Vergl. u. a. Luerssen, Farnpflanzen, S. 392.

[4]) Our native Ferns, II.

[5]) Vergl. Luerssen, Farnpflanzen, S. 138 u. folg.

bildung unterscheidet sich die var. *latipes* Moore von der typischen var. *multidentata* Doll hauptsächlich durch den fast oder völlig die Länge der Spreite erreichenden Blattstiel, durch die deltoidische bis deltoidisch-eiförmige Gestalt der letzteren, welche wieder durch die ausserordentliche Länge der untersten Primärsegmente bedingt wird, die den folgenden Segmenten erster Ordnung gleich oder fast gleich lang sind, während bei der typischen var. *multidentata* Doll der Blattstiel — selbst bei grossen Pflanzen — auffallend kürzer (meist nur ein Viertel oder gar weniger bis etwa ein Drittel so lang) als die Spreite ist und letztere in Folge allmählicher und zuletzt starker Verkürzung der zugleich oft abwärts gebogenen oder zurückgebrochenen basalen Primärsegmente allermeist längliche bis elliptische Gestalt erhält. Beiden gemeinsam ist ausser der Grösse die weitgehende Theilung des Blattes, die von europäischen Formen vielleicht nur noch durch die mir im Originale nicht bekannten, aber dem Formenkreise der var. *multidentata* einzureihenden var. *incisa* Moore[1]) und var. *decomposita* Moore[2]) erreicht wird.

Dass nun zwischen der typischen var. *latipes* Moore und der typischen var. *multidentata* Doll Uebergänge vorhanden sind, beweisen schon die Pflanzen aus der Stagnitter Schlucht bei Elbing. Während das Exemplar aus dem Elbinger Kämmerei-Walde bei Schönnoor in allen der deltoidisch-eiförmigen Blätter den Charakter der var. *latipes* besitzt, das unterste Paar der Primärsegmente in seiner Länge sich zum folgenden wie 13 : 16,5 bis 17 : 19 cm, die Gesammtbreite der Blattspreiten sich zur Länge wie 29,5 : 43 respective 32 : 48 cm verhält[3]), der Blattstiel fast die Länge der Spreite erreicht, — zeigt von den Pflanzen aus der Stagnitter Schlucht nur das eine Rhizom ein typisches deltoidisches Blatt von ca. 31 cm Breite bei 46 cm Länge der Spreite und 34 cm Länge des Blattstieles, sowie ca. 16,5 cm Länge des untersten Primärsegmentpaares zu 17 cm Länge des folgenden längsten (Taf. VI, VII). Ein zweites Blatt desselben Rhizoms besitzt schon eiförmige Gestalt bei ca. 30 cm Breite und 17 cm Länge und 13 cm Länge des untersten Segmentpaares erster Ordnung zu 17 cm des drittunteren längsten. Ein Blatt des zweiten, vielleicht nur einen Ast des ersten repräsentirenden (S. 17) Rhizomes ist dem letzterwähnten Blatte wesentlich gleich, ein anderes dagegen zeigt bei einer Stiellänge von nur 32 cm eine längliche Spreite von ca. 16,5 cm Breite bei 54 cm Länge (Taf. VIII, IX) und unter auffälliger Verkürzung des untersten Paares der Primärsegmente, nähert sich also schon den typischen Formen der var. *multidentata* Doll.

3. Westpreussische Uebergangsformen zur var. multidentata Döll: forma sublatipes.

Weitere westpreussische Mittelformen zwischen der typischen var. *latipes* Moore und der typischen var. *multidentata* Doll, welche ich in Manuscripten und Sammlung vorläufig als forma *sublatipes* bezeichnet habe, fand ich im Sommer 1893 vereinzelt (im Ganzen

---

[1]) Moore, Nature-printed British Ferns, II, S. 10, 31; Taf. 56. — Lowe, Native Ferns, II, S. 58, Fig. 354.

[2]) Moore, a. a. O. S. 32. — Lowe, a. a. O. S. 38.

[3]) Die erste Zahl bezieht sich stets auf dasselbe erste, die zweite auf ein zweites Blatt, so dass sich die Maasse jedes Blattes leicht ergeben.

nur vier Pflanzen) und zugleich in Gesellschaft der var. *multidentata* Doll im Hohlbachgrunde[1]) beim Forsthause Neu-Panklau in der Elbinger Höhe (den sogenannten Rehbergen) und zwar am 8. August ein Exemplar kurze Strecke vom Forsthause thalabwärts (gegen Cadinen) an einem feuchten, sehr schattigen Waldhange des linken Bachufers (im Panklauer Waldbezirke), dann am 11. August in geringer Entfernung von einander drei Exemplare kurze Strecke thalaufwärts in der Nähe des rechten Bachufers in sehr feuchten, meist von Brombeergebüsch bewachsenen Vertiefungen der Thalsohle auf Cadiner Waldgebiet.

Sämmtliche vier Pflanzen stimmen in der ausserordentlichen Zartheit des Laubes (einzelne Blätter waren allerdings noch nicht ganz ausgewachsen, wenn auch vollständig ausgebreitet) mit den Pflanzen der Stagnitter Schlucht und von Schönmoor überein. In der Theilung der Spreite gehen sie grossentheils sogar noch etwas weiter, insofern die meisten der durchweg locker gestellten Secundärsegmente (bis zu halber oder mehr als halber Länge der Segmente erster Ordnung) an ihrem Grunde stielartig verschmälert sind und der herablaufende Flügelsaum an der Mittelrippe der Primärsegmente noch schmäler, in der unteren Hälfte der letzteren sehr häufig nur noch stellenweise oder garnicht mehr entwickelt ist. Sie schliessen sich in dieser Beziehung den oben (S. 21) erwähnten var. *incisa* Moore und var. *decomposita* Moore an, mit denen sie zum grossen Theile auch die etwas entfernteren und daher durch deutlichere Buchten von einander getrennten Tertiärsegmente gemeinsam haben, so dass die in Rede stehenden Pflanzen der Rehberge möglicherweise mit den genannten englischen Varietäten identisch sind, worüber eine Vergleichung mit Originalexemplaren der letzteren entscheiden müsste. Die Sori (die meisten Blätter sind fertil) waren zur Zeit des Einsammelns der Pflanzen noch sehr jung.

In der Gesammttracht aber gleichen die fast völlig normalen (nur an einzelnen Stellen etwas ausgefressenen[2]) Blätter unserer forma *sublatipes* sämmtlich dem einen auf unserer Tafel VIII, IX abgebildeten abweichenden Blatte der var. *latipes* aus der Stagnitter Schlucht. Die Blattstiele haben nur die gewöhnliche Länge, sind also im Verhältniss zur Spreite kurz. Die Spreite besitzt längliche bis eiförmig-längliche Gestalt, und das unterste der von der Rhachis rechtwinkelig abstehenden Primärsegmente (oder das unterste gegenständige Primärsegmentpaar) ist stets (bisweilen allerdings nur wenig) kürzer als die folgenden, immerhin aber den typischen Formen der var. *multidentata* Doll gegenüber von sehr auffallender Länge, so dass namentlich bei etwas aufrecht-abstehender Richtung der nächsten längeren Segmente das Blatt stets noch eine sehr charakteristisch abweichende Form erhält. Im Folgenden sind die zur Erläuterung des zuletzt Gesagten dienenden Maasse zusammengestellt.

[1]) Auf der Harder'schen „Karte von Panklau, Cadinen und den Rehbergen" (Elbing 1890) führt dieser schmale, nur kurze Strecke thalwärts vom Forsthause Neu-Panklau mit Fusswegen versehene Grund den Namen „Tannengrund". Das ist aber nur eine von Touristen gegebene und allmählich eingebürgerte Bezeichnung. Nach der mir von Herrn Förster Neubert zu Neu-Panklau gewordenen Auskunft ist die officielle Bezeichnung des Thales „Hohlbachgrund".

[2]) An einzelnen Blättern sind verschiedene Secundärsegmente auffallend bis sehr stark aber in allen Theilen völlig proportional verkleinert, wohl in Folge ganz localer Wirkung von Spätfrost, worauf ich an anderer Stelle zurückkommen werde.

	I. Pflanze.[1])		II. Pflanze.[2])	III. Pflanze.[2])		IV. Pflanze.[2])	
	Erstes Blatt	Zweites Blatt	Nur ein Blatt gemessen.	Erstes Blatt	Zweites Blatt	Erstes Blatt	Zweites Blatt
Länge des Blattstieles	25	29	35	31	33	23	27,5
Länge der Spreite . .	63	71	68	66	72	53	63,5
Breite der Spreite . .	32	32	37	37	39	26	31,5
Länge des basalen Primärsegmentes . .	10,5	11	15	14,5	11	11	14
Länge des grössten Primärsegmentes .	17[3])	20,5[3])	20[4])	21,5[5])	21[5])	14[3])	16,5[3])

Alle Maasse in cm angegeben.

Den vorgehend erwähnten Pflanzen der forma *sublatipes* schliesst sich ein Exemplar an, das ich am 6. August 1893 gleichfalls in den Rehbergen, Kreis Elbinger Höhe, und zwar im schattigen Walde am Fusse des Treppenberges gegen den Sauerampfer- und Grenzgrund fand. Die Messungen zweier Blätter A und B ergaben:

A. Blattstiel 12 cm; Spreite 76 cm lang und 32 cm breit; unterstes der fast rechtwinkelig abstehenden Primärsegmente 15 cm, längstes (sechstunteres, aufrecht-abstehendes) 21 cm lang;

B. Blattstiel 15 cm; Spreite 77 cm lang und 29,5 cm breit; unterstes (sonst wie bei A sich verhaltendes) Primärsegment 12 cm, längstes (fünftunteres, aufrecht-abstehendes) 24 cm lang.

In der Länge des Blattstieles hält also diese Pflanze die Mitte zwischen der typischen var. *latipes* und der forma *sublatipes*, mit der letzteren theilt sie im Allgemeinen die Form und weitgehende Theilung der Spreite, sowie die entfernte Stellung der Secundärsegmente, unterscheidet sich von ihr aber durch die derbere, den gewöhnlichen Formen zukommende Textur der reich fructificirenden, aber nicht durch auffallende Grösse der Sori ausgezeichneten Blätter.

4. Zur forma sublatipes gehörige oder ihr sehr nahestehende andere deutsche Formen.

Gelegentlich der Vergleichung meines umfangreichen Herbarmateriales von *Athyrium Filix femina* fand ich noch eine Anzahl Pflanzen der Formenreihe der var. *multidentata* Doll, welche zur forma *sublatipes*

[1]) Vom Waldhange unterhalb des Forsthauses.
[2]) Von der Thalsohle oberhalb des Forsthauses.
[3]) Im fünftunteren Paare.
[4]) Im dritt- bis sechstunteren Paare.
[5]) Im viertunteren Paare.

zu ziehen sind oder derselben doch ausserordentlich nahe stehen, und die ich alle persönlich in anderen deutschen Florengebieten gesammelt habe.

Zunächst liegen mir Pflanzen des Zschopauthales in Sachsen vor und zwar aus der Katzbachschlucht am rechten Ufer der Zschopau zwischen Waldheim und Kriebstein (19. August 1874). Die eine derselben, von feuchten, schattigen Stellen zwischen Granulitblöcken (H. F. L. 5647, 5647a), zeigt reichlich aber nicht aussergewöhnlich fructificirende Blätter der gewöhnlichen Textur mit ca. 45 respective 37 cm langen Stielen, Spreiten von 60 respective 64 cm Länge bei 31 respective 30,5 cm Breite und unterste horizontal abstehende Primärsegmente von 15 respective 10,5 cm Länge.[1]) Die dicht gestellten Secundärsegmente sind grösstentheils mit sehr verschmälerter, aber nur die jedesmal basalen mit stielartig verschmälerter Basis angeheftet und sehr schwach herablaufend.

Das zweite zwischen feuchten Felsblöcken am Bache daselbst gewachsene Exemplar (H. F. L. 5714, 5715, 5715a) besitzt Blätter von zarter Textur. Zwei derselben sind denen der vorigen Pflanze in Form etc. der Spreite ähnlich; das dritte dagegen hat einen Stiel von nur 22 cm Länge, eine längliche Spreite von 61 cm Länge bei 33 cm Breite, und sein unterstes der wenig zurückgebrochenen Primärsegmente ist ca. 10,5 cm lang, während die längsten schwach aufrecht-abstehenden Segmente erster Ordnung der Spreitenmitte 17,5 cm Länge erreichen.

Eine Pflanze vom schattigen Bachufer im Thale der grossen Mittweide am westlichen Fusse des vorderen Fichtelberges bei Oberwiesenthal im Erzgebirge (2. September 1883 — H. F. L. 11794, 11794a, 11795, 11795a), ausserordentlich üppig, aber mit verhältnissmässig derben, reich und normal fructificirenden Blättern und etwas locker gestellten Secundärsegmenten mit fast durchweg stark, fast stielartig verschmälertem Grunde, besitzt Spreiten von 92 respective 73 cm Länge bei 39 respective 38 cm Breite mit untersten Primärsegmenten von 13,5 respective 13 cm Länge, während die längsten der aufrecht-abstehenden Primärsegmente 23 respective 21,5 cm messen. Die Länge der leider nicht mehr vollständig vorliegenden Blattstiele kann nicht genau angegeben, jedoch auf mindestens 40 respective 41 cm geschätzt werden.

Weitere zwei Pflanzen stammen aus dem Fichtelgebirge. Die eine Pflanze, vom schattigen Bachufer am Fusse des Ochsenkopfes im Mainthale zwischen Bischofsgrün und Weissmainshochofen (21. August 1877 — H. F. L. 7994, 7995), besitzt Blattspreiten von 80 respective 73 cm Länge bei 36 respective 30 cm Breite und 15 respective 14 cm Länge der untersten Primärsegmente, aber Blattstiele von nur ca. 35 respective 30 cm. Dabei sind die ziemlich dicht gestellten, normale Textur zeigenden, reich fructificirenden Segmente zweiter Ordnung wenigstens bei dem grösseren Blatte zum grössten Theile mit stielartig stark verschmälertem Grunde angeheftet, mit kaum bemerkbarem Flügelsaume herablaufend und an ihrer Basis fast fiederschnittig, der var. *incisa* Moore entsprechend. Das zweite Exemplar, vom schattigen Mainufer im oberen Theile des Mainthales zwischen Bischofsgrün und Berneck (22. August 1877 — H. F. L. 7992, 7993), verhält sich dem ersteren in allen wesentlichen Charakteren gleich.

---

[1]) Die erste Zahl bezieht sich wie auch im Folgenden stets auf dasselbe erste, die zweite auf dasselbe zweite Blatt, so dass die Maasse leicht für jedes Blatt allein wie in dem S. 23 gegebenen Falle der Blätter A und B zusammengestellt werden können.

5. Der forma sublatipes verwandte nordamerikanische Formen.

Dass das *Athyrium Filix femina* auch in Nordamerika, wo es ausserordentlich weit verbreitet vorkommt, in einer grossen Anzahl von Formen auftritt, wird nicht allein durch das allerdings meist verhältnissmässig spärliche Material unserer Sammlungen erwiesen, sondern auch von Eaton in seinem vortrefflichen Werke über die nordamerikanischen Farne[1]) ausdrücklich hervorgehoben. Derselbe sagt im Bd. II. S. 229: „The fronds vary in length from four or five inches to nearly as many feet, from narrowly lanceolate to broadly ovate in outline, and from pinnate with pinnatifid pinnae to nearly quadripinnate in composition." Wenn er dann auf S. 230 hinzufügt: „Various attempts have been made to separate specifically the North American forms from the European, but the opinion of Hooker, Mettenius and Milde that all belong to one species is undoubtedly correct", so kann man ihm hierin nur vollkommen beistimmen[2]), desgleichen seiner S. 227 gegebenen Bemerkung: „The so-called varieties of this fern are almost innumerable, but all pass into one another by various gradations."

Unter dem in meinem Herbarium befindlichen Material befinden sich denn auch neben Formen, welche sich durch allmählich sehr starke Verkürzung der zuletzt zurückgebrochenen basalen Primärsegmente den typischen Formen der deutschen *multidentata*-Reihe anschliessen, auch andere, welche durch die weitgehende Theilung und Form der Spreite, durch die auffallend langen grundständigen Primärsegmente, wie durch den die Länge der Spreite erreichenden Blattstiel der forma *sublatipes* gleichen. So eine von Chapman in Florida gesammelte Pflanze (H. F. L. 17906) mit 17 respective 58 cm langer und 18 respective 29 cm breiter Spreite mit 12,5 respective 11,5 cm langen untersten Primärsegmenten, deren längste überhaupt nur 13,5 respective 15 cm messen.

Ein anderes von Watt bei Montreal in Canada gesammeltes Exemplar (H. F. L. 2840) besitzt einen 51 cm langen Blattstiel, eine 57 cm lange und 25 cm breite Spreite mit 12,5 cm langen basalen Primärsegmenten. Ein ähnliches Blatt mit untersten Segmenten erster Ordnung von 12, mittleren von nur 15 cm Länge besitze ich aus Alabama, von Jevett gesammelt (H. F. L. 7506).

Auch die von Eaton a. a. O. Taf. LXXVI, Fig. 4 gewissermaassen als Typus gegebene Abbildung einer nordamerikanischen Pflanze zeigt bei einer Blattstiellänge von ca. 29 cm eine Spreite von ca. 36,5 cm Länge und 27 cm Breite mit ca. 9,5 cm langen untersten Segmenten erster Ordnung. Ebenso bildet z. B. Williamson[3]) eine Pflanze mit ähnlicher Blattform als Repräsentantin des *Athyrium Filix femina* ab.

6. Der var. latipes in der Gestalt der Blattspreite verwandte ausserdeutsche Formen.

Von solchen Formen wäre vielleicht zunächst die var. *axillaris* Milde[4]) von Madeira, den canarischen Inseln und Azoren zu erwähnen, von der Milde a. a. O. S. 52 angiebt: „differt a forma normali solum segmentis primae ordinis infimis longioribus, minus abbreviatis." Sie ist das *Asplenium axillare* Webb et Berth.[5]).

[1]) D. C. Eaton, The Ferns of North America; coloured figures and descriptions. 2 Bände. Boston 1879—80.

[2]) Auch Hooker, Species Filicum, III, S. 219, sagt: „I do not find any of the North American forms to differ essentially from the European."

[3]) Williamson, Ferns of Kentucky (Louisville 1878), Taf. XXIII.

[4]) Milde, Filices Europae et Atlantidis, S. 51.

[5]) Webb et Berthelot, Phytographia canariensis (Hist. natur. des îles Canaries, III, 2), S. 442.

welches mir in authentischen Exemplaren nicht vorliegt. Da sowohl METTENIUS[1]) als KUHN[2]) die betreffende Pflanze als eigene Art beibehalten haben, übergehe ich dieselbe.

Dagegen liegt mir zunächst ein *Asplenium Filix femina* BERNH. var. *Athyrium* METT.[3]) vor, allerdings nur in im Leipziger botanischen Garten cultivirten, doch von METTENIUS bestimmten Exemplaren (H. F. L. 1243—1245) der in Nordamerika und Peru heimischen Pflanze. Dieselben weichen in der Gestalt der meist auffallend (bis 6 mm) entfernt gestellten Secundärsegmente allerdings von der seitens METTENIUS gegebenen Diagnose („segmenta secundaria ovato-oblonga") ab. Da die Namengebung der Leipziger Pflanze aber von METTENIUS herrührt, letzterer auch das *Aspidium asplenioides* SW.[4]) und WILLDENOW's[5]) als Synonyme heranzieht, SWARTZ die Secundärsegmente als länglich, WILLDENOW dieselben in Uebereinstimmung mit meiner Leipziger Pflanze als lineal-lanzettlich beschreibt, so nehme ich keinen Anstand, letztere als richtig zu betrachten.[6]) Die sieben einem und demselben Exemplare entstammenden Blätter meiner Sammlung besitzen eine eiförmige bis deltoidisch-eiförmige oder deltoidisch-längliche Spreite, deren Breite zur Länge sich verhält wie 34 : 42 (unterstes Segment erster Ordnung 15 cm lang), 25 : 40 (unterstes Segment erster Ordnung 9,5), 27 : 42,5 (unterstes Segment erster Ordnung 13), 24 : 41 (unterstes Segment erster Ordnung 13), 30 : 41 (unterstes Segment erster Ordnung 12) cm etc., während die Blattstiele allerdings nur eine Länge von ca. 12—20 cm besassen.

Dann besitze ich eine von STEERE bei Contumarca in Peru gesammelte Pflanze (H. F. L. 17905), bezüglich deren ich nicht zu entscheiden wage, ob sie nicht etwa trotz reicher Fructification ein Jugendstadium repräsentirt. Ich kann sie aber von *Athyrium Filix femina* trotz des abweichenden Habitus nicht specifisch unterscheiden, und auch HARRINGTON hat sie in Kew unter Assistenz von BAKER als solches bestimmt.[7]) Zwei der Blätter haben eine ausgeprägt deltoidische, zweifach-fiederschnittig-fiedertheilige Spreite von 15 respective 18 cm Länge und 12 respective 12,5 cm Breite. Ihre untersten Primärsegmente sind zugleich die längsten, die Secundärsegmente von länglicher bis eiförmig-länglicher Gestalt. Das dritte Blatt dagegen weicht durch seine dreieckig-längliche Form bei 24 cm Länge und 11 cm Breite, sowie durch seine allerdings nur wenig kürzeren (5,5 cm langen zu 6 cm der längsten) basalen Primärsegmente von den anderen beiden Blättern ab.

Durch ausserordentlich grosse basale Primärsegmente, welche in der Länge den folgenden vollständig oder fast gleich sind, so dass die Spreite dreieckig-eiförmigen oder dreieckig-länglichen Umriss erhält, ferner durch die beträchtliche Entwickelung des Blattstieles von halber bis völliger Länge der

---

[1]) METTENIUS, Ueber einige Farngattungen: VI. *Asplenium*. Abhandl. d. Senckenberg'schen naturf. Ges. zu Frankfurt a. M., III. S. 200, Nr. 247.

[2]) KUHN, Filices africanae, S. 97.

[3]) METTENIUS, Filices Horti botanici Lipsiensis, S. 79; Ueber einige Farngattungen, a. a. O. S. 199, Nr. 246.

[4]) SWARTZ, Synopsis Filicum, S. 60.

[5]) WILLDENOW, Species plantarum, V. S. 276.

[6]) MOORE, Index Filicum, S. 179, behält allerdings dieselbe unter dem alten Namen *Athyrium asplenioides* DESV. (Prodrome de la famille des Fougeres, in Ann. Soc. Linn. Paris, VI, S. 266) als Art bei und giebt deren vollständige Synonymie, während auch EATON (vergl. S. 25, Note 1) und HOOKER (vergl. S. 25, Note 2) sie mit *Athyrium Filix femina* vereinigen.

[7]) HARRINGTON, The tropical Ferns collected by Professor STEERE in the years 1870—75. Journal of the Linn. Soc. London, Botany, XVI, S. 36.

Spreite sind einige ostindische, vorzüglich den Himalaya bewohnende Formen des *Athyrium Filix femina* ausgezeichnet. Von diesen ist zunächst die var. *pectinata* (Wall. Catal. Nr. 231) Clarke[1]) zu erwähnen. Dieselbe kommt im Himalaya von Sikkim bis Gurwhal in Höhen von 2000—5000 Fuss, südlich vom Ganges auf dem Parasnath von 4000—4500 Fuss, in den Gebirgen am Godaveri und Central-Indiens etc. vor. Sie besitzt sehr fein getheilte, drei- bis vierfach-fiederschnittige Blätter mit sehr schmalen, etwas entfernt stehenden Segmenten dritter Ordnung und unterscheidet sich dadurch, sowie durch die sehr von einander entfernt stehenden Primärsegmente, desgleichen durch die fast quadratischen bis kurz länglichen, sehr wenig hufeisenförmig gekrümmten Indusien vornehmlich von var. *latipes*. Leider stehen mir nur einige Blätter junger, von Clarke gesammelter Pflanzen (H. F. L. 17907) zur Verfügung, so dass ich mich im Uebrigen auf die Angaben der citirten Autoren stützen muss.

Eine zweite var. *retusa* Clarke[2]), im Himalaya von Kashmir bis Bhotan in 10000—15000 Fuss Meereshöhe häufig, ähnelt in der Form der doppelt fiederschnittigen bis doppelt-fiederschnittig-fiedertheiligen ausgewachsenen Blätter den etwas länger gestreckten Formen der var. *latipes*, unterscheidet sich aber ausser anderem auch durch die entfernter stehenden, weit schmäleren Primärsegmente, sowie durch rundliche, mit kleinem, hinfälligem Indusium versehene Sori. Nach den Angaben Clarke's scheint sie je nach ihrem Vorkommen in verschiedenen Höhen in Form und Grösse der Blätter, in der Gestalt des Indusiums etc. sehr zu variiren. Ich besitze leider auch nur kleinere respective jüngere Formen aus der Clarke'schen Sammlung (H. F. L. 17908—17915), welche einen genügenden Vergleich nicht gestatten.

Auch die dritte ostindische var. *flabellulata* Clarke[3]), im Sikkim-Himalaya in einer Höhe von 13000 Fuss vorkommend, schliesst sich bezüglich der allgemeinen Form der bis drei Fuss grossen, fast dreifach-fiederschnittigen Blätter der var. *latipes* an, unterscheidet sich aber auch wieder wesentlich durch die schmäleren, von einander entfernt stehenden Primärsegmente. Indusien und Sori verhalten sich bei dieser Varietät wie bei der vorigen, von der sie nach Clarke's Ansicht vielleicht nur eine höher entwickelte Form ist.

7. Zusammenfassung der Resultate.

Var. latipes Moore. Blätter 77—88 cm lang, schlaff, weich, sehr dünn-krautig, auffallend hellgrün, ihr Stiel meist ungefähr so lang oder wenig kürzer als die meist deltoidische oder deltoidisch-eiförmige, dreifach-fiederschnittig-fiederspaltige Spreite. Unterste Primärsegmente meist so lang oder fast so lang als die folgenden, die mittleren einander mehr oder weniger bis schliesslich zur Mittelrippe deckend, alle aus breitem Grunde länglich-lanzettlich bis länglich. Secundärsegmente in der Regel etwas locker gestellt, meist länglich bis länglich-lanzettlich, stumpflich bis mehr oder minder abgerundet, die untersten jedes Segmentes erster Ordnung mit stielartig verschmälerter, die folgenden mit allmählich meist nur

[1]) Clarke, A Review of the Ferns of Northern India; Transact. of the Linn. Soc. London, ser. II, Botany, I, S. 492, Taf. LVIII. — Beddome, Handbook of the Ferns of British India, S. 169.

[2]) Clarke, a. a. O. S. 492, Taf. LIX, Fig. 2. — Beddome, a. a. O. S. 170.

[3]) Clarke, a. a. O. S. 493, Taf. LX. — Beddome, a. a. O. S. 170.

schwach verbreiterter Basis sitzend, alle an ihrem Grunde tief fiedertheilig bis fast fiederschnittig, mit eiförmigen bis eiförmig-länglichen, ringsum tief und grob gezähnten oder an ihrer Basis fiederspaltigen bis fast fiedertheiligen Segmenten dritter Ordnung und im letzteren Falle deren basale Abschnitte in 2—4 Zähne gespalten. — **Westpreussen**, Kreis Elbing (Höhe): an dem bewaldeten, sehr schattigen und quelligen Hange der am Fusse des Blaubeerberges in die Vogelsanger Hauptschlucht (Thal der Hommel) mündenden Stagnitter Schlucht bei Elbing, nur 2 Exemplare (5. August 1891[1]. — H. F. L. 15887—15890). Nasse Stelle am südlichen Rande des Moores in dem Elbinger Kämmerei-Walde bei Schönmoor, nur eine Pflanze (6. August 1891. — H. F. L. 15585, 15586). — Geographische Verbreitung: England (Doncaster in Yorkshire). In der Blattform ähnliche Varietäten in Nordamerika (S. 26), Peru (S. 26) und Ostindien (S. 27).

Forma sublatipes Luerss. Blätter 0,76—1,05 m lang, schlaff, weich, meist sehr dünn-krautig, auffallend hellgrün, ihr Stiel meist nur ein Drittel bis etwa halb so lang als die längliche bis eiförmig-längliche, dreifach-fiederschnittig-fiedertheilige Spreite. Unterste Primärsegmente meist rechtwinkelig abstehend, stets (bisweilen allerdings nur wenig) kürzer als die folgenden aber immer von auffallender Länge (vergl. die Tabelle S. 23). Secundärsegmente zum grossen Theile am Grunde stielartig verschmälert, der Flügelsaum an der Mittelrippe der Primärsegmente äusserst schmal, sehr häufig nur noch stellenweise oder am Grunde der Segmente erster Ordnung garnicht mehr entwickelt. — Var. *incisa* Moore, a. a. O. ? — var. *decomposita* Moore, a. a. O. ? — Geht in die Hauptform über und kommt mit ihr vereinzelt auf denselben Rhizome vor (S. 21). — **Westpreussen**, Kreis Elbing (Höhe): in den Rehbergen und zwar im Hohlbachgrunde beim Forsthause Neu-Panklau theils an einem feuchten und sehr schattigen Waldhange des linken Bachufers, theils in feuchten Vertiefungen der Thalsohle in der Nähe des rechten Bachufers; nur 4 Exemplare (8. und 11. August 1893. — H. F. L. 17360—17366). Im schattigen Walde am Fusse des Treppenberges gegen den Sauerampfer- und Grenzgrund der Rehberge, nur ein Exemplar (6. August 1893. — H. F. L. 17367, 17368). — Sachsen: In der Katzbachschlucht des Zschopauthales zwischen Waldheim und Kriebstein auf feuchten, schattigen Stellen zwischen Granulitblöcken und zwischen feuchten Felsblöcken am Bachufer (19. August 1871. — H. F. L. 5647, 5714, 5715). Im Erzgebirge am schattigen Bachrande im Thale der grossen Mittweide am westlichen Fusse des vorderen Fichtelberges bei Oberwiesenthal (2. September 1883. — H. F. L. 11794, 11795). — Baiern: Am schattigen Ufer des Mains im oberen Mainthale zwischen Bischofsgrün und Berneck (22. August 1877. — H. F. L. 7992, 7993). Schattiges Bachufer am Fusse des Ochsenkopfes im Mainthale zwischen Bischofsgrün und Weissmainshochofen (21. August 1877. — H. F. L. 7994, 7995). — Geographische Verbreitung: England? (vergl. S. 22), Nordamerika? (vergl. S. 25), nördliches Asien? (Milde, Fil. Eur. et Atlant., S. 50 unter var. *multidentata* Doll: „In speciminibus manchuriensibus segmenta primaria infima 4" et 5" longa inveni.")

Wie die übrigen deutschen Formen der Art so vielfach in einander übergehen und so wandelbar sind, dass sich keine scharfen Grenzen ziehen lassen[2], so geht auch die var. *latipes* allmählich in ihre

[1] Alle im Folgenden aufgeführten deutschen Pflanzen von mir selbst gesammelt.

[2] Doll, Flora des Grossherzogthums Baden, I. S. 23. — Luerssen, Farnpflanzen, S. 138. — Eaton, The Ferns of North America, II. S. 227. — Etc.

Unterform *sublatipes* und letztere in die typische Formenreihe der var. *multidentata* über. Dazu kommt noch, dass wie in vielen anderen Fällen [1]), so auch hier die beiderlei Formen auf demselben Rhizome beisammen auftreten (S. 21), wie andererseits die typische var. *latipes*, so unvermittelt dicht neben der typischen var. *multidentata* von mir gefunden wurde, dass unmöglich Standortsverhältnisse bei Entstehung der ersteren eine Rolle gespielt haben können, wie letzteres für viele Varietäten von Pteridophyten unzweifelhaft nachgewiesen werden kann.

Eben so wenig ist das Verhältniss unserer deutschen zu namentlich den englischen und nordamerikanischen Varietäten respective Formenreihen des *Athyrium Filix femina* in irgendwelcher befriedigenden Weise aufgeklärt, ja kaum angedeutet. Es hat dies seinen Grund einmal darin, dass die Mehrzahl der Floristen bei Feststellung der Formen ihres engeren Gebietes sich in der Regel viel zu wenig oder allermeist garnicht um die in anderen Florengebieten auftretenden Formen der betreffenden Art kümmert, wie dies bei so sehr variirenden und so weit verbreiteten oder fast kosmopolitischen Arten, wie *Athyrium Filix femina*, absolut gefordert werden muss. Eine weitere Schwierigkeit in der Aufklärung der Formenverwandtschaften gerade bei gewissen Pteridophyten liegt in der oft gar zu oberflächlichen Beschreibung der Formen und der bisweilen völlig planlosen Aneinanderreihung der letzteren. Wer vermag sich z. B. unter den von Lowe [2]) beschriebenen ca. 240 Varietäten des *Athyrium Filix femina*, denen er noch 58 von ihm meist nicht gesehene nur mit Namen anreiht, zurecht zu finden? Ich nicht. Ein dritter Grund ist das oft geradezu gedankenlose Zusammenraffen und „Heimmachen" seitens vieler Sammler. Da bekommt man häufig — von dem Fehlen der Angaben über die besonderen Standortsverhältnisse, Vorkommen mit anderen Formen derselben Art u. s. w. ganz abgesehen — unvollständige und bisweilen zugleich schlecht präparirte Blätter oder Pflanzen, oder unter einer Etikette mehrere Blätter oder (z. B. von Equiseten) Sprosse, von denen nicht gesagt ist, ob sie einer oder mehreren Pflanzen angehört haben, die dann bisweilen verschiedene Formen repräsentiren und dadurch die Sache noch bedenklicher machen. Das ist gerade so, als würde man beim Sammeln von *Salix*, *Rubus* etc. die Blüthenzweige von dem einen, Blattzweige oder Schösslinge von einem anderen Individuum nehmen und solche dann zu „einem Exemplare" vereinigen. Und über solche Exemplare wird dann eine Bestimmung respective ein Urtheil gewünscht. So lange eine derartige Nichtbeachtung wichtiger Regeln, ein solcher Schlendrian — die Sache kann kaum anders bezeichnet werden — bei vielen Sammlern anhält, wird dem Monographen seine Arbeit ausserordentlich erschwert, ja oft unmöglich gemacht. Andererseits ist es ausdrücklich anzuerkennen, dass manche botanisch gut geschulte und gewissenhafte Sammler mit dem von ihnen zusammengebrachten Material dem Specialisten die werthvollsten Dienste geleistet haben. Möchte das doch allgemeine Regel werden!

[1]) Vergl. u. a. Luerssen, Farnpflanzen S. 148, 377, 385, 431, 443 u. s. w.
[2]) Lowe, Our native Ferns, II, S. 3—144.

Tafelerklärung.

Tafel VI, VII.

Athyrium Filix femina Roth, var. *latipes* Moore. Blatt einer Pflanze aus der Stagnitter Schlucht bei Elbing; drei Viertel natürliche Grösse. (H. F. L. 15889.)

Tafel VIII, IX.

Athyrium Filix femina Roth, forma *sublatipes* Lessn., aber von einem Exemplare der var. *latipes* aus der Stagnitter Schlucht (vergl. S. 21). Drei Viertel natürliche Grösse. (H. F. L. 15888.) Das Blatt ist leider insofern nicht normal, als es in seiner oberen Hälfte die auf S. 20 erwähnten Beschädigungen zeigt und die Spitze des untersten linken Primärsegmentes abgebrochen ist. Die Tafel war aber bereits gestochen, als im Sommer 1893 bessere Exemplare der Form im Hohlbachgrunde bei Neu-Pauklau aufgefunden wurden.

III.

Ueber Frostformen des Aspidium Filix mas Sw.[1]

Tafel V. Fig. 4 und Tafel X—XXIII.

1. Geschichtliches.

Bereits in meiner Bearbeitung der Farnpflanzen Deutschlands[2]) habe ich unter *Aspidium Filix mas* Sw. forma *erosa* Doll[2]) auf durch Spätfröste verursachte Entwickelung monströser Formen hingewiesen. Die a. a. O. gemachten, mehr allgemein gehaltenen Bemerkungen lauten: „In einzelnen Fällen sind aber, wie ich ganz bestimmt nachzuweisen vermag, Spätfröste die Ursache von Beschädigungen, die unter Umständen zur Ausbildung monströser Formen führen können. Ich fand derartige theilweise erfrorene Pflanzen z. B. am 29. Juni 1884 an einem grasigen, mit niedrigem Gebüsch bewachsenen, der Morgensonne exponirten Felsenhange am Ufer der Mulde bei Rochsburg in Sachsen. Die Spuren des Frostes waren je nach dem Alter der Blätter mehr oder minder ausgedehnt und deutlich bis zur völligen Bräunung der gänzlich getödteten Theile sichtbar. So waren an einer Pflanze die ältesten Blätter an der Spitze kaum merklich oder garnicht gebräunt, die obersten Primärsegmente jedoch sichtbar im Wachsthum beeinflusst (kleiner, gedrängter, die Sori todt); an anderen Blättern war die noch schwach eingerollte Spitze total erfroren und gebräunt, waren die Spitzen der nächst abwärts folgenden und gleichfalls noch theilweise eingerollten Primärsegmente je nach ihrem Alter in entsprechender Ausdehnung getödtet; an sämmtlichen Blättern waren aber auch diejenigen Primärsegmente, welche keine Bräunung zeigten, in Folge bleibender Frostkrümmung in eigenthümlicher Weise widderhornartig eingerollt, je nach dem Alter nur die Spitzen bis die oberen Hälften der Primärsegmente und nur die oberen oder auch die mittleren oder fast sämmtliche der letzteren; die unbeschädigten Secundärsegmente waren mit Ausnahme ganz vereinzelter völlig normal."

„Eine zweite unmittelbar neben der eben erwähnten stehende Pflanze zeigte das eine der jüngsten Blätter stark vom Froste mitgenommen, die Spitze total erfroren mit noch ganz oder grösstentheils eingerollten gebräunten Segmenten. An den nächst unteren Primärsegmenten waren nur die Spitzen ganz

[1]) Vergl. die vorläufigen Mittheilungen in den Schriften der physik.-ökonom. Gesellsch. zu Königsberg, XXXII (1891), S. 44 der Sitzungsberichte, und Schriften d. naturforsch. Gesellsch. in Danzig, N. F. VIII, Heft 1 (1892), S. 2.

[2]) Rabenhorst, Kryptogamenflora, III, S. 392.

todt, die kümmerlich entwickelten basalen Secundärsegmente an den Spitzen und Rändern gebräunt und abgestorben; an den nächst folgenden Segmenten erster Ordnung zeigten nur die äussersten Secundärsegmente das gleiche Verhalten, der untere Theil des Blattes war ziemlich normal. Ein zweites Blatt derselben Pflanze zeigte in seiner ganzen Ausdehnung monströs entwickelte, grösstentheils stark oder sehr stark bis auf ohrartige Läppchen verkümmerte und dann nur 1—2 Sori tragende Secundärsegmente und an diesen sowie an den Spitzen der Primärsegmente fast durchweg die Frostspuren in Form brauner Ränder, Spitzen oder Zähne, bald in starker, bald nur in leichter Verfärbung. Ein drittes Blatt war typische forma *erosa* [1]) mit nur vereinzelten braunen, abgebröckelten Randfleckchen."

„Auch bei Grimma in Sachsen, sowie am Fusse des Schneeberges bei Bodenbach in Böhmen beobachtete ich schon 1873 und 1874 Pflanzen mit durch Frostwirkung reducirten Secundärsegmenten."

Seit Niederschrift obiger Zeilen habe ich auf zahlreichen Excursionen in West- und Ostpreussen in dieser Richtung neues und zum Theil ganz vorzügliches Material gesammelt. Ganz besonders günstig war der Sommer 1891, der noch Mitte Juni Spätfrost brachte und daher zahlreiche Beobachtungen von Frostformen gestattete, nicht nur bei *Aspidium Filix mas* Sw., sondern auch bei *Aspidium spinulosum* Sw. und namentlich dessen Unterart β *dilatatum* (Hoffm.) Roeper, ferner bei dem von mir cultivirten *Aspidium remotum* A. Br. (d. *Filix mas* — *spinulosum*), sowie an *Athyrium Filix femina* Roth. Die Frostformen der letztgenannten Arten stimmen zum Theil mit einzelnen Frostformen des *Aspidium Filix mas* überein oder sind ihnen ähnlich; andere (und besonders diejenigen von *Athyrium Filix femina*) weichen von ihnen stärker ab. Ich hoffe, bei anderer Gelegenheit auf die übrigen Arten specieller eingehen zu können, und beschränke mich hier auf die Frostformen des *Aspidium Filix mas*.

In der Literatur über die letztgenannte Art — und ebensowenig über die anderen Arten — habe ich ausdrückliche Angaben über durch Spätfröste verursachte Monstrositäten nicht finden können. Ich glaube aber nicht zu irren, wenn ich die Vermuthung ausspreche, dass zunächst einzelne der von Moore und Lowe unterschiedenen Varietäten auch nur Frostformen sein dürften. Verdächtig in dieser Beziehung ist mir zuerst die von beiden Autoren beschriebene und von Lowe auch abgebildete var. *erosa* Clowes (non Dolle).[2]) Die Beschreibung derselben lautet bei Lowe[3]): „Found at Lodore, near Keswick, by Miss Wright, and at Windermere by Mr. Clowes. A subpermanent variety. The fertile portions of the frond are variously erose (abbreviated), being irregularly contracted. Pinnules biserrated, oblong-obtuse. The basal sterile pinnules rigid and not erose. Occasionally the whole fronds are abbreviated, the fronds more lax, and the pinnae and pinnules distant and irregular in size and semi-depauperated."

Die von Moore[4]) gegebene Beschreibung lautet etwas abweichend: „This form has oblong obtuse biseriated pinnules, which are more or less and variously abbreviated or erose in the fertile portions, giving an irregularly contracted appearance to these parts; while the lower sterile portions are sometimes much like *rigida*.[5]) The fronds are, however, at other times more lax and more generally affected,

[1]) D. h. die monströsen Segmente zeigen keinerlei Verletzungen.

[2]) Auch nicht var. *erosa* Wollaston, in Lowe, Ferns british and exotic, VI, S. 43, von der es daselbst heisst: „Laciniated, looking as if nibbled by insects."

[3]) Lowe, Our native Ferns, I, S. 248, Fig. 196.

[4]) Moore, Nature-printed British Ferns, I, S. 188.

[5]) D. h. gleich *Lastrea rigida* Pr.? (*Aspidium rigidum* Sw.). Das Wort ist cursiv als Name gedruckt.

the pinnae being than distant, and the pinnules more widely separated and decurrent, as well as more irregular in size. When in this state, it has a semi-depauperated aspect." Die Fundorte sind die von Lowe angegebenen, beiden Autoren haben von Clowes („who finds it subpermanent", setzt Moore dem Namen hinzu) gesammelte Pflanzen vorgelegen.

Lässt sich nun auch aus den Beschreibungen kein bestimmter Schluss auf die oben ausgesprochene Vermuthung machen, so wird letztere doch durch die von Lowe beigegebene Abbildung unterstützt. Letztere, ein Stück Rachis mit drei Primärsegmenten darstellend, zeigt die Secundärsegmente von unregelmässigem Umriss und an dem einen Primärsegmente einseitig eine Strecke weit sogar auf kleine zahnartige Vorsprünge der Mittelrippe reducirt, wie dies bei typischen erosen, aber auch bei Frostformen beobachtet wird. Ganz besonders weist aber eines der drei abgebildeten Primärsegmente durch seine ganze Ausbildung auf eine Umgestaltung durch Spätfrost hin. Dasselbe ist nämlich auf etwa zwei Siebentel Länge der übrigen Segmente erster Ordnung verkürzt, in seiner unteren Hälfte den letzteren gleich entwickelt, d. h. mit denselben grossen Secundärsegmenten besetzt, in seiner oberen Hälfte aber plötzlich abgesetzt proportional verkleinert und mit seiner minimalen Spitze noch schneckenförmig eingerollt, gerade so, wie dies alles auch bei gewissen Frostformen vorkommt. Auf derartig ausgebildete Primärsegmente bezieht sich jedenfalls auch die Bezeichnung „semi-depauperated" der oben citirten Beschreibungen.

Eine zweite gewissen Frostformen ähnliche (oder identische?) Form des *A. Filix mas* erwähnt Moore [1]) als var. *flexuosa* Moore mit folgender Diagnose: „This is allied to *decorso-lobata* [2]) in its general character, but the main rachis is strongly and curiously twisted in zig-zag way as in the zig-zag variety of Lady Fern [3]); the secondary rachides are also curved in a tortuous manner." Der letztere Satztheil deutet auf Formen hin, wie solche z. B. auf unseren Tafeln X, XI, XVIII abgebildet sind. Die Frage jedoch, ob es sich bei diesen var. *erosa* Clowes und *flexuosa* Moore um muthmaassliche Frostformen oder um andere monströse Formen handelt, könnte nur durch Untersuchung von Originalexemplaren entschieden werden, welche mir nicht zu Gebote stehen.

Dagegen kann ich bezüglich der von Warnstorf aufgestellten forma *diversiloba* des *Aspidium Filix mas* [4]) sichere Auskunft geben. Warnstorf beschreibt diese Form wie folgt: „Fruchtbare Primärsegmente in der oberen Spreitenhälfte fast plötzlich sehr verschmälert und die Segmente zweiter Ordnung auf kleine dreieckige oder rundliche, ganzrandige Läppchen reducirt, welche unterseits von den zahlreichen dicht gedrängten, normal entwickelten Sori vollkommen bedeckt werden und häufig an den Rändern nach oben gebogen sind. Bis auf die von den sterilen Blattsegmenten ganz verschiedenen fruchtbaren Abschnitte zeigen die mir vorliegenden Blätter sonst keinerlei Abweichungen normaler Blätter. Diese monströsen Bildungen sah ich bisher nur an in Gärten cultivirten Exemplaren; wild erhielt ich sie von Abbach bei Regensburg, leg. Zahn."

Da diese Beschreibung mich lebhaft an von mir gesammelte Frostformen erinnerte, bat ich Herrn Lehrer Warnstorf um ein Exemplar seiner forma *diversiloba*, das mir auch vor Kurzem gütigst übersendet wurde und sich als entschiedene Frostform repräsentirte. Das mir vorliegende Blatt von Abbach (H. F. L.

---

[1]) Moore, a. a. O., II, S. 349. — Lowe, a. a. O., I, S. 278. — Abbildungen sind leider nicht vorhanden.

[2]) D. h. einer anderen Varietät des *A. Filix mas*.

[3]) *Athyrium Filix femina* Roth.

[4]) Warnstorf, in Schriften d. naturwissensch. Vereins d. Harzes in Wernigerode, VII (1892), S. 84.

17919) gleicht, von der geringeren Grösse abgesehen, habituell dem auf unserer Tafel XIX abgebildeten Blatte, kommt aber in dem Grade der Reduction der vom Spätfrost beeinflussten oberen fertilen Secundärsegmente dem auf Taf. XIV, XV, Fig. 1 dargestellten Blatte (dem Spitzentheile desselben) näher. Die Spitzen der basalen sterilen Primärsegmente sind normal, diejenigen der nächst höheren vom Froste schon etwas beeinflusst, schwach gebräunt und schwach eingerollt geblieben. Die sterilen Primärsegmente des mittleren Blattdrittels sind allmählich mit ihren stark gebräunten, respective getödteten Spitzen stärker eingerollt, doch nirgends in gerade sehr auffallendem Maasse; auch die der eingerollten Spitze der Primärsegmente nächsten Segmente zweiter Ordnung zeigen, wie das auch bei anderen ähnlichen Frostformen der Fall ist, an ihrem Scheitel leichte Bräunung und z. Th. Einkrümmung nach der Blattunterseite. Im oberen fertilen Drittel der Spreite sind die Spitzen der Primärsegmente total gebräunt, abgestorben und z. Th. (speciell diejenigen der obersten) eingerollt geblieben, z. Th. sind auch die untersten der fertilen Primärsegmente bogig nach abwärts gekrümmt, ähnlich wie diejenigen auf Taf. XIX. Die an Rändern und Scheitel mehr oder minder gebräunten, theils noch ziemlich flachen, theils mit den Rändern nach unten, theils auch (namentlich die stark verkleinerten) nach oben gebogenen Secundärsegmente sind schon an den untersten fruchtbaren Segmenten erster Ordnung im Gegensatze zu den sterilen stark und nach aufwärts allmählich sehr stark reducirt (wie auf Taf. XIV, XV, Fig. 1), aber selbst noch auf den letzten Primärsegmenten der Blattspitze von grossen normalen Soris dicht und meist bis zum Rande bedeckt.

2. Standorte der Frostformen und allgemeine Verschiedenheiten der Frostwirkungen.

Frostformen, d. h. Pflanzen mit dauernd bleibenden Frostschäden, finden sich nie in dicht geschlossenen Waldbeständen oder Gebüschen, in denen ihnen genügender Schutz gegen Wärme- respective Kältestrahlung gewährt wird; sie werden immer nur auf schwach bestandenen und daher lichten Plätzen, auf Blössen, Schlägen und jungen, lichten Schonungen im Walde, an Waldrändern, in niedrigen, lichten Gebüschen, an schwach buschigen Gräben etc. beobachtet, also an Orten, wo die Planzen der Einwirkung von Spätfrost weniger oder mehr oder in vollem Maasse ausgesetzt waren. In einzelnen Fällen constatirten die mich begleitenden Forstbeamten solche Plätze geradezu als „Frostlöcher", also als Stellen, auf denen in Folge besonderer localer Verhältnisse Frostbeschädigungen fast alljährlich auftreten. In zahlreichen Fällen liess sich ferner nicht unschwer feststellen, dass in Folge der Position der Localität — offene Lage nach Ost oder Südost — die der Kältewirkung einer hellen Frostnacht ausgesetzt gewesenen Pflanzen in den ersten Morgen- oder Vormittagsstunden von der Sonne zu einer Zeit getroffen wurden, zu welcher ein Aufthauen der gefrorenen Blätter wohl noch nicht oder nicht vollständig eingetreten war. Andererseits sind auch Süd- und Südosthänge in Folge der dort früher erwachenden Vegetation gefährdeter, als gegen Norden und Nordwesten exponirte Plätze. Mancherlei andere Umstände, welche als bekannt hier nicht im Einzelnen aufgeführt zu werden brauchen, können bezüglich des localen Auftretens von Frostformen ausser den angegebenen Verhältnissen selbstverständlich noch ferner maassgebend sein; die gemachten Andeutungen werden jedoch genügen, das Auffinden von Frostformen seitens der sich für dieselben interessirenden Botaniker und Sammler zu erleichtern.

Was nun die durch Spätfröste bewirkten Formänderungen an den Blättern der Farne betrifft, so sind dieselben wie auch bei anderen der Frostwirkung unterlegenen Pflanzen natürlich sehr verschiedener Art, so dass die Blätter späterhin ein ausserordentlich wechselndes, aber für die Einzelfälle sehr charakteristisches Aussehen zeigen. Von solchen Fällen, in denen das ganze Blatt total erfroren ist und als gebräunte verschrumpfte Leiche an der Pflanze bleibt, bis es in Folge weiterer Unfälle zerbröckelt, ebenso von solchen, in welchen grosse Theile des Blattes — meist die obere, bisweilen aber auch die untere Hälfte — total erfroren, andere Theile völlig normal erhalten sind, ist im Folgenden selbstverständlich abgesehen. Es sind nur diejenigen Fälle berücksichtigt, in denen die lebend gebliebenen Blätter in Folge der Frostwirkung eine von der normalen Blattform abweichende Form erhalten und dauernd behalten haben.

Derartige Formänderungen können in geringer oder weiterer Ausdehnung noch an zur Zeit der Frostwirkung bereits völlig oder fast völlig ausgewachsenen Blättern eintreten und zur Bildung pseudoeroser Formen führen (vergl. Abschnitt 3, A.). In weitaus den allermeisten Fällen sind es jedoch die jüngeren, noch nicht ausgewachsenen Blätter, welche dem gestaltändernden Einflusse eines Spätfrostes allein ausgesetzt sind, und es hängen dann wie bei anderen Pflanzen Grad und Ausdehnung der Formveränderungen zunächst von der Altersstufe der betroffenen Blätter ab, indem jüngere und sehr jugendliche Blätter und Blatttheile der Frostwirkung der Regel nach mehr unterliegen, als bereits weiter entwickelte, in ihren Geweben kräftiger ausgebildete.

Dazu kommt dann die sehr verschiedenartige grössere oder geringere Deckung[1], welche einzelnen Theilen des Blattes in Folge der eigenen Knospenlage, durch benachbarte Blätter oder Blatttheile derselben Pflanze oder gar durch Blätter benachbarter Individuen gewährt wird und durch welche die Theile vor starker Strahlung und somit vor Frostwirkung geschützt sind, so dass sie sich weiterhin normal ausbilden, während die nicht gedeckten Blatttheile der letzteren unterliegen und — soweit sie nicht total erfrieren — sich in abweichender Form weiter entwickeln. Daraus erklärt es sich nun, dass in gewissen Fällen nur die unteren, in anderen nur die mittleren und oberen Blattstrecken Formänderungen erlitten haben, dass bald an der Basis, bald an der Spitze der Primärsegmente eine Verkleinerung und Gestaltsänderung der Secundärsegmente eingetreten ist, oder dass die Spitzen sämmtlicher Primärsegmente ihre Weiterentwickelung einstellten etc.

Wenn ferner einerseits derartige Aenderungen in der Form und Entwickelung mit einem totalen Erfrieren bestimmter Blatttheile Hand in Hand gehen, so kann andererseits der Fall eintreten, dass ein gefroren gewesener Blatttheil nach dem Aufthauen nicht getödtet (braun und vertrocknet), sondern völlig oder mit Ausnahme von Stellen geringen (bisweilen fast nur unter der Lupe wahrnehmbaren) Umfanges gesund und grün erscheint, dass aber während der Zeit des Gefrorenseins in seinem Zelllinhalte Veränderungen vor sich gegangen sind, welche eine weitere Zellenvermehrung und ein Zellenwachsthum unmöglich machen. Der in dieser Weise betroffene Blatttheil behält dann diejenige Grösse, welche er zur Zeit des Gefrorenseins besass, und setzt sich in Folge dessen von der nicht veränderten Blattstrecke in proportionaler Verkleinerung gewöhnlich scharf ab. In noch anderem Falle haben die vor völlig erfolgter Aufrollung gefroren gewesenen Blattspitzen und namentlich auch die Spitzen der Primärsegmente nach

[1]) Vergl. auch Frank, Krankheiten der Pflanzen, S. 193 (2. Aufl., S. 201).

dem Aufthauen die Fähigkeit der weiteren Aufrollung aus ihrer Knospenlage durch Streckung verloren; sie bleiben auch am ausgewachsenen Blatte in verschiedenem Grade aufgerollt erhalten.

Bei dem ungleichen Alter und der damit in Verbindung stehenden verschiedenen Widerstandsfähigkeit der Blätter einer Pflanze zur Zeit des Eintrittes eines Spätfrostes und wegen der so sehr verschiedenartigen Deckungsverhältnisse der Blätter derselben Pflanze ist es erklärlich, dass man nur selten alle Blätter eines Individuums in gleicher Frostform, ja die zur Zeit der Frostwirkung bereits vollkommen ausgebildeten älteren sowie natürlich die erst nach dieser Zeit entwickelten jüngsten Blätter überhaupt unverändert antrifft, dann nämlich, wenn zur Zeit sehr spät eintretenden Spätfrostes die Blätter ihr Hauptwachsthum bereits hinter sich, respective die ältesten dasselbe ganz abgeschlossen hatten. Bei frühzeitigen Spätfrösten zeigen die von denselben betroffenen jüngeren Individuen gewöhnlich zwei oder mehrere verschiedenartige Frostformen späterhin vereinigt, bisweilen sogar ohne normale Blätter.

Eine Classification der verschiedenen von mir beobachteten Frostformen nach den Individuen ist nach dem zuletzt Gesagten daher nicht thunlich. Eine scharfe Gruppirung wird aber auch dadurch unmöglich gemacht, dass die verschiedenartigsten Frostformen allmählich in einander übergehen, ja dass solche nicht selten an einem und demselben Blatte neben einander auftreten. Zur Erleichterung der Uebersicht lassen sich aber die von mir bis jetzt beobachteten Formen in die folgenden Gruppen[1]) ordnen, die weiterhin einzeln besprochen werden sollen, vorläufig jedoch nur nach ihrer äusseren Erscheinung, während die anatomischen Verhältnisse im Anschlusse an die in einer späteren Arbeit zu schildernden Frostformen anderer deutscher Farnarten ihre Darstellung finden werden. Dabei sei bemerkt, dass von den zahlreichen, in den einzelnen Gruppen selbst wieder vielfach variirenden Frostformen auf den beigegebenen Tafeln nur einzelne der auffälligsten abgebildet worden sind, da die bildliche Darstellung aller Formen eine ungleich grössere Zahl von Tafeln erfordert hätte. Es lassen sich demnach unterscheiden:

1. Verkümmerung von Secundärsegmenten an den verschiedensten Stellen des Blattes unter Erzeugung pseudo-eroser Formen.

2. Rudimentäre Entwickelung zahlreicher zusammenhängender basaler Secundärsegmente der unteren Segmente erster Ordnung.

3. Rudimentäre Entwickelung zahlreicher zusammenhängender basaler Secundärsegmente an den Segmenten erster Ordnung vorzugsweise des mittleren und oberen Spreitentheiles.

4. Spitzen der Primärsegmente in verschiedenem Grade der derzeitigen Knospenlage eingerollt geblieben.

5. Spitzen der Primärsegmente in verschiedenem Grade eingerollt geblieben und Blattspitze zugleich allmählich abnorm verkleinert.

6. Proportional mehr oder weniger regelmässig allmählich verkleinerte Blattspitzen.

7. Regelmässige Verschmälerung der Blätter durch Verkürzung sämmtlicher Primärsegmente.

8. Proportionale Verkleinerung plötzlich abgesetzter unverletzter Spitzen der Primärsegmente.

9. Blattspitzen plötzlich abgesetzt proportional verkleinert und mit allen Graden der Frostwirkung.

10. Proportionale Verkleinerung ganzer Blätter mit oder ohne sichtbare Frostverletzungen.

11. Verschiedene Frostformen an demselben Blatte oder auf derselben Pflanze.

---

[1]) Diese Gruppirung weicht von der früher in den vorläufigen Mittheilungen (S. 31, Note 1) gegebenen in Folge der seit jener Zeit vermehrten Zahl der Beobachtungen ab.

3. Die bis jetzt beobachteten Frostformen.

A. Verkümmerung von Secundärsegmenten an den verschiedensten Stellen des Blattes unter Erzeugung pseudo-eroser Formen.

Sämmtliche hierher gehörigen Formen haben das gemeinsam, dass sie in der unregelmässigen Gestalt kleinerer oder umfangreicher Theile der Blattfläche oder schliesslich der ganzen Spreite die forma *erosa* Doll.[1]) nachahmen, die sich abgesehen von einer oft auftretenden mehr oder weniger monströsen Verkürzung der Primärsegmente namentlich dadurch auszeichnet, dass die unregelmässig buchtig-gezähnten bis eingeschnitten-gelappten oder unregelmässig fiederspaltigen, wie zerfressen aussehenden Secundärsegmente sehr häufig einzeln oder zahlreich oder zuweilen selbst sämmtlich mehr oder minder unregelmässig verkürzt bis stellenweise oder in grösserer Ausdehnung zu ohrartigen Lappen reducirt sind.[2])

Während aber die typische forma *erosa* Doll. keinerlei Verletzungen ihrer monströsen Secundär- respective Primärsegmente erkennen lässt, zeigen die hier in Rede stehenden pseudo-erosen Formen deutlich ihre Entstehung in Folge der Einwirkung von Spätfrost durch mehr oder weniger gebräunte, abgestorbene und vertrocknete, meist zugleich mehr oder minder verschrumpfte, leicht zerbröckelnde Ränder oder Spitzen der Segmente, an welchen Stellen das Blattmesophyll zwischen den abgestorbenen und vertrockneten Epidermen der Ober- und Unterseite als ein todtes, zusammengeschrumpftes Gewebe liegt, wie dies auch bei Frostflecken der Blätter anderer Pflanzen beobachtet wird.[3]) Es sind dies „Stellen wo beim Gefrieren Eisbildung stattfand und beim Aufthauen die Zellen getödtet wurden".[4])

Wie bei der typischen forma *erosa* Doll. so herrscht auch bei den ihr nachahmenden Frostformen eine solche Mannigfaltigkeit von fast normalen bis zu an fast allen Segmenten umgestalteten Blättern, dass eine genauere Charakterisirung fast einer Einzelbeschreibung der Blätter gleichkäme. Im schwächsten Falle ist nur eine kleine Anzahl unregelmässig vertheilter oder mehr oder minder zusammenhängender Secundärsegmente derartig vom Froste getroffen, dass allein eine sehr schmale Randzone des abgerundeten Scheitels getödtet und verschrumpft oder nach der Unterseite zu umgerollt ist, die Segmente daher nur wenig verkürzt und gegen ihren Scheitel nur schwach verjüngt erscheinen, das Blatt sich von den unversehrt gebliebenen Blättern derselben Pflanze nur wenig unterscheidet. Meist aber dehnen sich die Froststellen weiter aus; die Secundärsegmente werden in mehr regelmässiger Form mehr und mehr verkürzt (ähnlich wie die in Fig. 4 auf Taf. V mit b und c bezeichneten) bis schliesslich auf ohrartige Läppchen reducirt (wie bei b, f und g der Taf. XII, XIII), — oder der total erfrorene und stark verschrumpfte Scheiteltheil setzt sich plötzlich und scharf als braunes Spitzchen gegen die in grösserer oder geringerer Ausdehnung lebend gebliebene und normal ausgebildete Segmentbasis ab, — oder die nicht erfrorene Segmentbasis hat sich in Folge einseitig stärkeren Flächenwachsthums mehr oder weniger gekrümmt, so dass der gebräunte erfrorene Scheitel seitwärts sitzt, — oder der letztere bleibt endständig, wird aber in die beiderseits mehr oder minder stark ohrartig sich vergrössernde Segmentsbasis eingesenkt. Aehnliche

---

[1]) Doll, Rheinische Flora, S. 16; Flora d. Grossherzogth. Baden, I, S. 27. Luerssen, in Rabenhorst, Kryptogamenflora, III, S. 389.

[2]) Ueber die Formenmannigfaltigkeit der forma *erosa* vergl. Luerssen, a. a. O.

[3]) Frank, Die Krankheiten der Pflanzen, S. 194 (2. Aufl., S. 202).

[4]) Frank, a. a. O.

Erscheinungen treten oft auch an den Spitzen vereinzelter Primärsegmente auf, ja die letzteren werden in einzelnen Fällen in den verschiedensten Zwischenstufen bis auf ein einziges Paar von Secundärsegmenten reducirt. Je nach der Form und dem Grade der Reduction, nach der geringeren oder grösseren Zahl der reducirten Segmente, dem Auftreten derselben an der Spitze, der Mitte, der Basis der Spreite u. s. w. ist aber, wie oben angedeutet, das Aussehen der Frostformen ein ausserordentlich verschiedenes, wobei noch zu bemerken ist, dass diese Verschiedenheit schon an Blättern derselben Pflanze auftritt und auf letzterer bisweilen die verschiedensten Uebergangsstadien von gewöhnlich gleichzeitig vorhandenen normalen Blättern bis zu stark oder völlig umgestalteten gefunden werden.

In diese Formreihe gehört vielleicht auch die var. *erosa* Clowes, über welche S. 32 zu vergleichen ist.

Hervorragende Formen dieser Gruppe sammelte ich[1]) in **Westpreussen,** Kreis Elbing (Höhe): in einem Hohlwege am Waldrande zwischen Dörbeck und Reimannsfelde (5. August 1894 — H. F. L. 17963); am lichten Waldhange im Hohlbachgrunde beim Forsthause Neu-Pauklau (6. August 1894 — H. F. L. 17961, 17962); auf freier, sonniger Stelle einer niedrigen Fichtenschonung auf dem „Schweinehof" zwischen Forsthaus Scharfenberg und Cadinen (Rehberge — 12. August 1894 — H. F. L. 17948). Kreis Neustadt: auf freier Stelle am Waldsaume des Schlossberges über der Ziegelei im Cedronthale bei Neustadt (29. August 1891 — H. F. L. 15874, 15875). — **Ostpreussen,** Kreis Heidekrug: im Jagen 137 der Ibenhorster Forst, Partie gegen das Bredszuller Moor in der Nähe des Forsthauses zu Skirwith (1. September 1889 — H. F. L. 13767—13769); bruchiger Wald südlich an der Chaussee von Alk nach Michel-Sakuthen bei Heidekrug, Partie gegenüber dem Forsthause des zur Oberförsterei Norkaiten, Schutzbezirk Bundeln, gehörenden Revieres (21. August 1889 — H. F. L. 13770—13773). Kreis Sensburg: feuchter Waldhang am Westufer des Gartensees, Jagen 128 im Schutzbezirk Lissuhnen, Oberförsterei Pfeilswalde der Johannisburger Haide (30. August 1890 — H. F. L. 15301). Kreis Fischhausen: östlicher Hang des „hohlen Grundes" bei Medenau, nahe dem Ausgange desselben bei Polwitten (1. Juli 1888 — H. F. L. 13137).[2])

B. Rudimentäre Entwickelung zahlreicher zusammenhängender Secundärsegmente an den unteren Segmenten erster Ordnung.

Der gemeinsame Charakter der Blätter dieser zweiten Frostformenreihe liegt darin, dass nur die Mittelpartie, d. h. ein schmälerer oder breiterer Streifen beiderseits der Rachis des untersten Blatttheiles bis schliesslich der unteren Spreitenhälfte oder selbst höher hinauf von der Einwirkung des Frostes getroffen wurde, weil diese Partie derzeit nicht durch Deckung geschützt war, während die geschützt gewesenen Seitenpartien der unteren sowie die ganze obere Blatthälfte sich normal ausbildeten. Jedes der unteren Primärsegmente zeigt daher seinen basalen Theil modificirt, seinen Scheiteltheil in den allermeisten Fällen in unveränderter Gestalt. Je nach dem Alter, in dem sich der betreffende Blatttheil zur Zeit der Frostwirkung befand, und je nach dem Grade respective der Ausdehnung der letzteren auf die Secundärsegmente ist das Aussehen der einzelnen Blätter später ein verschiedenes.

---

[1]) Auch alle im Folgenden aufgeführten Pflanzen entstammen den eigenen Excursionen, mit Ausnahme von drei Fällen, in denen die Sammler genannt sind.

[2]) Auch in Sachsen: buschiger Felsenhang am Ufer der Mulde gleich oberhalb Rochsburg (29. Juni 1885 — H. F. L. 13210).

War das Blatt zur Zeit des Frostes schon sehr weit entwickelt, so werden die basalen Segmente zweiter Ordnung der jeweiligen Primärsegmente nur in ihrer vorderen Randpartie getödtet, daher nur schwach verkleinert, auch in ihrem allgemeinen Umrisse nicht stark verändert, und ein solches Blatt fällt den normalen Blättern gegenüber nur wenig auf. In den meisten mir vorliegenden Fällen ist indessen eine mehr oder weniger starke Reduction der Basalsegmente der Primärfiedern eingetreten: unter meist entsprechender Verschmälerung bis zur halben Länge und weniger bis allmählich (und dieser Fall ist häufig) zu winzigen abgerundeten ohrartigen bis dreieckigen zahnartigen, ganzrandigen Läppchen, welche dann, falls sie nicht in einzelnen Fällen nach der Blattunterseite zu umgebogen sind, den schmalen Flügelsaum der Primärsegment-Mittelrippe gekerbt oder gezähnt erscheinen lassen, gerade so wie es bei einer anderen Frostform der Tafel XII, XIII an den Segmenten f und g der Fall ist. Die auf der lebend gebliebenen Partie selbst sehr stark reducirter Segmente etwa vorhandenen Sori enthalten normal entwickelte Sporangien mit gut ausgebildeten, normalen Inhalt führenden Sporen. Die Zahl der so veränderten basalen Secundärsegmente ist verschieden; bald ist es nur das erste Paar (d. h. das erste Segment rechts und links der Mittelrippe des Primärsegmentes), meist aber sind es zwei, drei oder mehr Paare bis zur Mitte des Primärsegmentes oder selbst weiter, doch so, dass in den allermeisten Fällen die Reihe der Frostsegmente durch normal entwickelte Segmente nicht unterbrochen wird. Es können ferner die basalen stärker bis sehr stark reducirten Secundärsegmente unter allmählicher Vergrösserung der folgenden ganz allmählich in die normal entwickelte obere Hälfte des Primärsegmentes übergehen (wie auf Tafel XII, XIII bei den Segmenten f und g), oder dieser Uebergang findet sehr rasch auf kurzer Strecke statt, oder die durch den Frost modificirte untere Partie ist gegen die obere normal gestaltete plötzlich scharf abgesetzt, so dass auf ein stark oder sehr stark verkleinertes Secundärsegment völlig unvermittelt ein normales Segment folgt. Weiterhin kann die Frostwirkung sich auf beide Längsseiten des Primärsegmentes erstrecken, oder sie trifft nur die eine und dann — wenigstens in den mir vorliegenden Fällen — fast ausnahmslos die gegen die Blattspitze aufwärts gekehrte Längsseite, so dass die grundwärts gekehrte normal ausgebildet ist. Schliesslich kann auch die obere Partie der betreffenden Primärsegmente vom Froste in geringerem Grade umgestaltet werden, so dass Formen wie die Segmente f und g auf Tafel XII, XIII entstehen. In anderen Fällen sind die untersten Segmente erster Ordnung total oder an den Spitzen erfroren, so dass dadurch das Gesammtaussehen des Frostblattes noch mehr verändert wird. Dass endlich manche Frostblätter verschiedene der erwähnten Modificationen neben einander zeigen, braucht kaum noch erwähnt zu werden, desgleichen, dass die Frostwirkung als Ursache wie bei den unter A geschilderten Formen auch hier in Gestalt brauner abgestorbener Ränder, Spitzen etc. sichtbar bleibt (vergl. S. 37).

Fundorte sind in **Westpreussen**, Kreis Elbing (Höhe): im Cadiner Walde (Rehberge) auf freier, sonniger Stelle einer niedrigen Fichtenschonung auf dem „Schweinehof" zwischen Forsthaus Scharfenberg und Cadinen (12. August 1894 — H. F. L. 17951, 17935 und 17936, 17937 und 17938, 17941—17943, d. h. von vier Pflanzen). **Ostpreussen**, Kreis Johannisburg: auf lichter Stelle der bruchigen Randpartie des Jagens 128 im Schutzbezirke Wielgilas der Oberförsterei Turoscheln der Johannisburger Haide (28. August 1888 — H. F. L. 13201, 13202).[1]

[1]) Böhmen: an sonnigen Feldsteinmauern am Fusse des hohen Schneeberges bei Neudorf nächst Bodenbach (6. September 1873 — H. F. L. 5511). — Sachsen: Waldhohlweg der Porphyrhöhen auf dem rechten Ufer der Mulde, Grimma gegenüber, dem Rabensteine zu (21. Juni 1874 — H. F. L. 5898).

C. Rudimentäre Entwickelung zahlreicher zusammenhängender basaler Secundärsegmente an den Primärsegmenten vorzugsweise des mittleren und oberen Blatttheiles.

In den wesentlichen durch Frost bewirkten Formänderungen der basalen Secundärsegmente mehr oder weniger zahlreicher Segmente erster Ordnung stimmt diese Reihe mit der voraufgehenden B überein, nur dass hier der mittlere oder obere Blatttheil die Frostform zeigt, während die untere Blattpartie normale Ausbildung erfahren hat oder doch kaum auffällig verändert ist. Dadurch wird die Tracht der Blätter eine von derjenigen der voraufgehenden Reihe etwas abweichende, was besonders da auffällt, wo Formen beider Reihen auf derselben Pflanze neben einander auftreten. Das ist auch der einzige Grund, weshalb hier eine gesonderte Aufführung stattfindet; scharf geschieden sind die Formenreihen nicht.

Westpreussen, Kreis Elbing (Höhe): im Cadiner Walde (Rehberge) auf freier, sonniger Stelle einer niedrigen Fichtenschonung auf dem „Schweinehof" zwischen Forsthaus Scharfenberg und Cadinen (12. August 1894 — H. F. L. 17939 und 17940, 17945 und 17946). Kreis Neustadt: auf freier Stelle im Jagen 55 der Forst zu Schloss Neustadt auf dem Südwesthange des Schlossberges bei Neustadt (29. August 1891 — H. F. L. 15882); Schlucht hinter dem Schlossberge bei der Ziegelei im Cedronthale nächst Neustadt (1. September 1891 — H. F. L. 15881). — **Ostpreussen,** Kreis Johannisburg: Waldrand am Südostufer des Niedersees im Jagen 74 des Schutzbezirkes Niederwald der Oberförsterei Curwien in der Johannisburger Haide (3. September 1888 — H. F. L. 13203, 13204); am Wiesenrande des gemischten Bestandes im Jagen 28 des Schutzbezirkes Czessinna der Oberförsterei Curwien (4. September 1888 — H. F. L. 13200, 13205).

D. Spitzen der Primärsegmente in verschiedenen Graden der derzeitigen Knospenlage eingerollt geblieben.

Die am schwächsten entwickelten Formen dieser Reihe sind solche Blätter, welche zur Zeit eines Spätfrostes nahezu vollständig ausgebildet waren. Sie zeigen nur die Spitzen der obersten Primärsegmente gekrümmt, und die Krümmungen sind auch nur sehr schwach abwärts bogige, so dass die Blätter von normal entfalteten nur wenig abweichen. Bei anderen, zur Zeit der Frostwirkung zwar fast völlig entwickelten, gegenüber den vorigen aber jüngeren Blättern werden jedoch die Krümmungen der Primärsegmentspitzen des oberen Spreitentheiles allmählich stärker bogig bis zuletzt halbkreisförmig abwärts, wie bei der auf Taf. XVIII dargestellten Blattspitze. Je jünger die Blätter bei Eintritt des Spätfrostes, je stärker ihre Segmentspitzen noch eingerollt waren, desto zahlreicher nach dem Blattgrunde zu sind nach und nach die mit ihren Spitzen eingerollt gebliebenen Primärsegmente, desto stärker bis schliesslich zum vollen Kreise oder selbst darüber hinaus bis zur 1½ Windungen zeigenden schnecken- oder widderhornartigen Einrollung sind im oberen und mittleren Spreitentheile die Krümmungen (Taf. X, XI), während dieselben nach abwärts in den älteren, zur Zeit des Frostes bereits weiter ausgebildeten Blattregionen allmählich wieder schwächer werden, die untersten ältesten und bereits aufgerollt gewesenen Segmente erster Ordnung normale Form zeigen. Dabei sind die äussersten Segmentspitzen bald durch den Frost ganz getödtet, bald nur theilweise, bald gänzlich unversehrt und im letzteren Falle eventuell auch normal fructificirend, d. h. in den Sporangien der Sori vollständig entwickelte Sporen führend, während in anderen Fällen die Sori auf ihren jeweiligen jüngeren Entwickelungsstufen stehen geblieben sind. Die Blattspitze selbst ist entweder auch eingerollt oder überhängend geblieben und dann, wenn das Blatt noch

ziemlich jung war, meist ganz oder theilweise getödtet; oder sie hat sich, falls sie vom Froste verschont blieb, noch nachträglich aufgerollt (während die unter ihr befindlichen Primärsegmente eingerollt blieben), aber nicht vergrössert.

Die Blätter der in Rede stehenden Frostformen sind also unter sich zwar etwas verschieden, erhalten aber durch die Einrollung der Primärsegmentspitzen einen so eigenthümlichen gemeinsamen Charakter, dass das Gesammtaussehen ein sehr übereinstimmendes ist und den Pflanzen, namentlich wenn sämmtliche oder die meisten Blätter derselben die Veränderung zeigen, ein ausserordentlich auffälliges Gepräge verleiht.

Sehr wahrscheinlich gehört in diese Formenreihe die auf S. 33 erwähnte var. *flexuosa* Moore, wenigstens lässt, wie dort schon erwähnt, der Satz: „the secondary rachises are also curved in a tortuous manner" eine Form ähnlich den hier geschilderten vermuthen, wenn auch die weitere Angabe: „the main rachis is strongly and curiously twisted in a zig-zag way" nicht auf unsere Formen passt.

Dass die charakteristischen Krümmungen der Primärsegmente wirklich der Knospenlage derselben zur Zeit des Spätfrostes entsprechen und nicht — wie bei anderen Blättern beobachtet — stationär gebliebene Frostkrümmungen bereits ausgewachsener Blätter sind[1]), geht aus den oben geschilderten ganz allmählichen Uebergängen zwischen den ältesten und jüngsten Blättern der Pflanzen, der Form der Primärsegmentspitzen, der Entwickelungsstufe ihrer Sori, den eventuell beobachteten verschiedenen Tödtungsgraden der getroffenen Blatttheile hervor. Eine Erklärung der Erscheinung kann zur Zeit wohl nur dahin abgegeben werden, dass während der Zeit des Gefrorenseins in den noch nicht völlig entwickelten Geweben das Protoplasma der Zellen zwar nicht getödtet wurde, dass aber in ihm irgendwelche Veränderungen vor sich gegangen sind, welche weiteres Zellenwachsthum und Zellenvermehrung und damit normale Streckung des eingerollten Segmenttheiles unmöglich machen, während in dem oben erwähnten Falle der nachträglichen Aufrollung der ganzen Blattspitze wohl noch die Streckung, nicht aber weiterer Wachsthum erfolgt.

Westpreussen, Kreis Elbing (Höhe): in der „Dörbecker Schweiz" auf freier Stelle im Gebüsch des Berghanges gegenüber der Wassermühle bei Reimannsfelde in ganz reiner Formentwickelung (8. August 1891 — H. F. L. 15850—15860, 15861—15865, 15866—15869). Auf freier Stelle des bewaldeten Hanges der am Fusse des Blaubeerberges in das Thal der Hommel mündenden Stagnitter Schlucht bei Elbing gleichfalls in ganz reiner Form (5. August 1891 — H. F. L. 15876 und 15877, 15878—15880). Im Cadiner Walde (Rehberge) auf freier, sonniger Stelle einer niedrigen Fichtenschonung auf dem „Schweinehof" zwischen Forsthaus Scharfenberg und Cadinen, mit anderen Frostformen auf derselben Pflanze (12. August 1894 — H. F. L. 17956). Kreis Neustadt: zwischen niedrigem Gebüsch am Waldrande des Jagens 55 der Forst zu Schloss Neustadt auf dem Schlossberge bei Neustadt, mit anderen Frostformen auf derselben Pflanze (29. August 1891 — H. F. L. 15840, 15841). — **Ostpreussen,** Kreis Pr. Holland: auf lichter Stelle im Gebüsch des Hohlweges vor Rapendorf in reinen Formen (6. August 1891 — H. F. L. 15845 bis 15849; und auf derselben Stelle wieder am 15. August 1894 — H. F. L. 17929—17934). Kreis Sensburg: auf lichter Stelle in einer thalartigen Senkung des Kiefernhochwaldes Jagen 151 des Schutzbezirkes Nieden der Oberförsterei Guszianka in der Johannisburger Haide, mit anderer Frostform auf derselben Pflanze beisammen (13. September 1888 — H. F. L. 13199).[2])

---

[1]) Vergl. Frank, Die Krankheiten der Pflanzen, S. 183, 194 (2. Aufl., S. 184, 202).

[2]) Sachsen: buschiger Felsenhang am rechten Ufer der Mulde gleich oberhalb Rochsburg, mit anderer Form auf derselben Pflanze (29. Juni 1884 — H. F. L. 13211, 13212).

E. Spitzen der Primärsegmente in verschiedenem Grade eingerollt geblieben und Blattspitze zugleich abnorm verkleinert.

Die in dieser Gruppe vereinigten Formen stimmen mit denjenigen der voraufgehenden Reihe, mit denen sie durch Uebergänge verbunden sind, in der mehr oder weniger starken Einrollung der Spitzen der mittleren oder in einzelnen Fällen selbst auch der nächst oberen Primärsegmente überein (Taf. XIX), unterscheiden sich aber durch auffälligere abnorme bis fast regelmässige Verkleinerung der durch den Frost stärker beeinflussten, aber immer völlig oder fast völlig ausgebreiteten Blattspitze (Taf. XIX). Die Secundärsegmente der letzteren sind allmählich immer mehr verkleinert, zunächst mehr verkürzt als verschmälert, dann aber sowohl gegen die Blattspitze selbst als auch gegen die Spitzen der Segmente erster Ordnung weiter zu immer kleineren ohrartigen, zuletzt ganzrandigen Läppchen reducirt, deren Ränder bald flach, bald ziemlich stark nach unten, in anderen Fällen nach der Oberseite zu flacher aufwärts gebogen sind. Bei fertilen Blattspitzen ist die Unterseite dieser Segmente manchmal durch normal entwickelte, namentlich auch vollkommen ausgebildete Sporen führende Sori so dicht besetzt, dass nur die Scheitelpartie der grösseren Segmente nackt sichtbar bleibt, während an anderen Blättern die Sori daselbst (nicht dagegen die sie tragende Blattfläche) im jüngeren Entwickelungsstadium getödtet wurden. In Bezug auf die Bräunung und Tödtung der Segmentränder und -Spitzen gilt im Allgemeinen das bereits früher Gesagte (S. 37).

Zu dieser Formenreihe gehört auch das mir vorliegende Blatt der forma *diversiloba* Warnst., welche schon auf S. 33 specieller beschrieben wurde.

Ostpreussen. Kreis Sensburg: in einer thalartigen Senkung des Kiefernhochwaldes Jagen 151 im Schutzbezirke Nieden der Oberförsterei Gusziauka in der Johannisburger Haide, mit anderer Frostform zusammen auf derselben Pflanze (13. September 1888 — H. F. L. 13199).[1]

F. Proportional mehr oder weniger allmählich verkleinerte Blattspitzen.

Das auf Taf. XIV, XV, Fig. 1 um ein Viertel verkleinert abgebildete Blatt veranschaulicht eine andere Frostform, bei welcher die untere und mehr oder weniger auch die mittlere Partie der Spreite völlig normal ausgebildet ist oder nur selten vereinzelte Primärsegmente schwach gekrümmte Frostspitzen zeigen, während etwa das obere Drittel (oder etwas mehr) des Blattes eine gegen die Spitze ganz allmählich sich steigernde proportionale und in der Regel auch dem Gesammtumrisse nach regelmässige Verkleinerung der Secundärsegmente erfahren hat. Die letzteren werden, vom normal entwickelten Blatttheile ausgehend, zunächst allmählich verkürzt, behalten aber allgemeine Form und feine Zähnung des Randes respective des abgerundeten Scheitels noch bei. Nach und nach werden sowohl gegen die Spitzen der einzelnen Primärsegmente als auch gegen die Blattspitze selbst die Segmente zweiter Ordnung unter weiterer Verkleinerung allmählich abgerundet bis zugespitzt dreieckig und die Zähnelung ihres Scheitels verschwindet. Noch weiter nach jeder Richtung treten sie zuletzt als immer kleinere ohr- bis schliesslich zahnartige, an ihrem Scheitel gebräunte Läppchen auf, welche in die gesägten Primärsegment- und Blattspitzen all-

[1] Sachsen, buschiger Felsenhang am rechten Ufer der Mulde gleich oberhalb Rochsburg, mit anderer Form zusammen auf derselben Pflanze (29. Juni 1884 — H. F. L. 13212). Baiern: Abbach bei Regensburg, gesammelt von Zahn (= forma *diversiloba* Warnst. — H. F. L. 17919).

mählich übergehen und, durch den schmalen Flügelsaum der Mittelrippe der Primärsegmente zusammenfliessend, letztere beiderseits zierlich gesägt erscheinen lassen. Alle mir vorliegenden Blätter sind auf diesen Segmenten dicht mit Fruchthäufchen bedeckt, welche — mit Ausnahme der unreif gebliebenen der äussersten Spitzen — in den Sporangien normal ausgebildete Sporen enthalten.

Westpreussen, Kreis Neustadt: im niedrigen Gebüsch am Waldrande des Jagens 55 der Forst zu Schloss Neustadt auf dem Schlossberge bei Neustadt (29. August 1891 — H. F. L. 15843). Bruchige Uferstelle des Cedronbaches im Jagen 49 der Forst zu Schloss Neustadt, oberhalb der Ziegelei im Cedronthale bei Neustadt (23. August 1891 — H. F. L. 15870—15872).[1]

G. Regelmässige Verschmälerung der Blätter durch gleichmässige Verkürzung sämmtlicher Primärsegmente.

Diese von mir nur einmal gefundene Form ist ausserordentlich auffällig. Die grossen Blätter sind vollständig aufgerollt; aber an sämmtlichen Primärsegmenten (bisweilen mit Ausnahme des basalen Paares) sind die Spitzen fast gleichmässig total erfroren, gebräunt und vertrocknet und in diesem Zustande auch meist erhalten geblieben. Die den erfrorenen Spitzen zunächst befindlichen Secundärsegmente sind unversehrt geblieben oder bisweilen höchstens an ihrem Scheitel gebräunt, dabei kräftig entwickelt, so dass sie die getödtete Segmentspitze mehr oder weniger zwischen sich verstecken und den Scheitel der Primärsegmente fast regelmässig abgerundet erscheinen lassen (Taf. XX—XXIII). Auch die Blattspitze selbst ist in gleicher Weise modificirt. Nur selten sind die Spitzen vereinzelter Primärsegmente nicht oder nur auf sehr kurze Strecke erfroren, doch im Ganzen verkleinert und blassgrün gefärbt. Die Blätter werden auf diese Weise und je nach dem Alter, welches sie bei Eintritt der Frostwirkung hatten, mehr oder weniger bis ausserordentlich verschmälert, so dass die Spreite von 16 cm Breite bei 57 cm Länge bis zu einer Breite von nur 5,5 cm bei 35 cm Länge, der Umriss der Spreite von breit-linealischer bis zu lanzettlicher Form schwankt (vergl. Taf. XX—XXIII) und in dieser Beziehung oft die Blätter einer und derselben Pflanze erhebliche Verschiedenheiten zeigen. Die auf den fertilen Blättern sehr reichlich vorhandenen Sori sind theils normal entwickelt, theils aber klein geblieben und mit einer geringeren Zahl gut ausgebildeter Sporangien versehen, theils auch — und zwar gegen die Spitzen der Primärsegmente wie des Blattes — erfroren, aber deutlich im derzeitigen Entwickelungszustande erhalten.

In der Gesammttracht erinnern die mittelbreiten Blätter dieser Frostform lebhaft an die aus England bekannte var. *Pinderi* Moore[2]) der gleichen Art, die sich aber durch normal ausgebildete wenn auch mehr oder weniger abgerundete Scheitel der Primärsegmente etc. als eigentliche Varietät charakterisirt.

Ostpreussen, Kreis Memel, kurische Nehrung: am westlichen Theile des Nordhanges der „Grikiun" (Dünenthal am Südfusse des Blocksberges) bei Schwarzort, in etwa halber Höhe des Hanges auf freier Stelle des Waldes am 12. August 1889 in zahlreichen Exemplaren mit sämmtlich in der geschilderten Form umgebildeten und zugleich auch mit total erfrorenen Blättern; nur ein einziges junges nachgewachsenes Blatt der einen Pflanze normal entwickelt. Die in der Nähe unter Schutz stehenden Pflanzen waren sämmtlich normal. Bei einem zweiten Besuche am 11. Juni 1892 fand sich an den (allerdings noch nicht vollständig entwickelten) Blättern der Pflanzen desselben Standortes keine Spur von Frostbeschädigung. (H. F. L. 13774—13780.)

[1]) Hessen: am Bilstein im Höllenthale östlich vom Meissner, gesammelt von Zabel (H. F. L. 17922).

[2]) Moore, Nature-printed British Ferns, I. S. 179, 196. — Lowe, Our Native Ferns, I. S. 241, Fig. 189.

H. Proportionale Verkleinerung plötzlich abgesetzter Spitzen der Primärsegmente.

An den Blättern des *Aspidium Filix mas* — und in gleicher Weise namentlich auch an denen des *Athyrium Filix femina* Roth — tritt uns bisweilen die Erscheinung entgegen, dass vereinzelte Primärsegmente ihre untere Partie in Bezug auf die Grösse ihrer Segmente zweiter Ordnung ganz normal ausgebildet, die obere Partie dagegen selten allmählich, meist sehr plötzlich abgesetzt und proportional verkleinert zeigen, d. h. die Secundärsegmente sind mehr oder weniger bis stark verkürzt und zugleich entsprechend verschmälert, aber nicht monströs, der ganze reducirte Theil des Primärsegmentes besitzt Grössen- und Formverhältnisse eines jüngeren Entwickelungsstadiums, ist auf letzterem stehen geblieben. In Fig. 4 der Tafel V sehen wir am Segmente a der rechten Blattseite einen solchen Fall in weniger ausgeprägter Form, von welcher aus Uebergänge zu ausserordentlich auffallenden Grössenunterschieden zwischen basaler und apicaler Segmenthälfte hinüberleiten, wie folgende Beispiele zeigen.

1. Die normal entwickelte basale, drei Paare gewöhnlicher Secundärsegmente aufweisende Partie des Primärsegmentes ist 15 mm lang und 17 mm breit; die ansetzende apicale Partie (mit — von der gesägten Spitze abgesehen — 13 Segmentpaaren[1]) hat bei 36 mm Länge eine mittlere Breite von nur 9 mm, beide Partien gehen aber wenigstens einseitig noch allmählich in einander über. Das ganze Primärsegment ist nur 41 mm, das ihm entsprechende gegenüberstehende normale Primärsegment bei gleicher Breite (17 mm am Grunde) dagegen 90 mm lang.

2. Der normal ausgebildete basale, 5 Secundärsegmentpaare umfassende Theil des Primärsegmentes ist 25 mm lang und am Grunde 20, weiter aufwärts 15 mm breit; der scharf, aber nur wenig abgesetzte reducirte Theil (10 Segmentpaare bis zur gesägten Spitze) bei einer Länge von 30 mm an seinem Grunde nur 10 mm breit, von da ab allmählich verjüngt.

3. Basaler normaler Segmenttheil aus 3 Segmentpaaren zweiter Ordnung 12 mm lang und in der Mitte 18 mm breit; reducirter, plötzlich abgesetzter Segmenttheil (mit ca. 19 Paaren Segmente zweiter Ordnung) bei 41 mm Länge in fast seiner ganzen Ausdehnung ca. 6 mm breit und erst gegen die Spitze rasch verjüngt.

4. Normaler basaler Theil des Primärsegmentes (6 Segmentpaare) 34 mm lang und zuletzt noch 27 mm breit; reducirter, plötzlich abgesetzter Theil (ca. 18 Segmentpaare) 18 mm lang und nur 9 mm breit, erst im oberen Drittel sich allmählich verjüngend.

5. Basale normale Partie (8 Segmentpaare) 58 mm lang und 10 mm breit; reducirte, plötzlich abgesetzte Partie (13 Segmentpaare) bei 48 mm Länge im Mittel nur 13 mm breit (an ihrer Basis schwach verbreitert). Die Länge des reducirten Theiles ist hier nicht ganz genau festzustellen, da die äusserste Spitze abgebrochen ist.

Die proportionale Verkleinerung der Secundärsegmente findet in einzelnen Fällen beiderseits der Mittelrippe des Primärsegmentes gleichmässig statt. In anderen Fällen sind die Secundärsegmente der einen Seite bis zu einem Drittel stärker verkleinert als auf der entgegengesetzten. In einem Falle sind in dem veränderten Spitzentheile des Primärsegmentes (von der äussersten sehr stark und gleichmässig reducirten Spitze abgesehen) die Secundärsegmente der einen Längsseite sogar normal ausgebildet, im Mittel 8 mm

[1]) Diese Zahl kann natürlich nur annähernd gegeben werden, da ja der Uebergang der Secundärsegmente in die gesägte Segmentspitze allmählich erfolgt. Es soll damit nur im Allgemeinen das Verhältniss des reducirten zum normal entwickelten Theile des Primärsegmentes angedeutet werden.

lang und 3½ mm breit, während diejenigen der gegenüberliegenden Seite proportional auf im Mittel 4 mm Länge und 2 mm Breite reducirt sind; in Folge dessen ist die betreffende Partie des Primärsegmentes bogig gekrümmt, die verschmälerte Seite concav.

Die Secundärsegmente des reducirten Segmenttheiles sind aber nicht nur unter Beibehaltung ihrer allgemeinen Gestalt und der sehr feinen Zähnelung ihrer Ränder proportional verkleinert, sie sind auch in der Textur den normal ausgebildeten Segmenten gegenüber verschieden. Sie sind im Allgemeinen dünner und zarter, um so mehr, je stärker die Reduction erfolgt ist, dabei fast stets deutlich bis auffallend heller bis bleichgrün oder gelblichgrün, um so auffallender, je weiter sie in der Entwickelung zurückgeblieben waren. Auf ihnen etwa befindliche Sori sind (mit Ausnahme der endständigen des einzelnen Secundär- als auch des ganzen Primärsegmentes) den normalen gegenüber gleichfalls entsprechend verkleinert, mit normalem Schleier versehen, doch führen sie, soweit ich untersuchen konnte[1]), eine geringere Zahl normal entwickelter Sporangien, deren Sporen aber zur Zeit noch nicht reif waren.

Diese letzteren Umstände weisen, wie die proportionale Verkleinerung des betreffenden Theiles, gleichfalls darauf hin, dass letzterer auf einer jüngeren Entwickelungsstufe stehen geblieben ist, von einem bestimmten Zeitpunkte an kein Wachsthum mehr erfahren hat. Dass diese Erscheinung auf eine Frostwirkung zurückzuführen sein dürfte, schliesse ich aus dem Umstande, dass sich dieselben Verhältnisse in umfangreicherer Weise und mit in den verschiedensten Graden auftretenden Frostspuren in der folgenden Gruppe J der Frostformen wiederholen und auch bei den eben besprochenen Formen vereinzelt Frostspuren als gebräunte Spitzchen sichtbar sind, gewöhnlich allerdings der betreffende Segmenttheil solche nicht aufweist. Hinzufügen muss ich aber, dass in mehreren Fällen sich genau an der Grenze zwischen der normalen und verkleinerten Segmentpartie eine kleine braun geränderte, abgestorbene Wundstelle bemerkbar macht, welche die Annahme zulässt, dass dadurch die Zufuhr von Nährstoffen aus dem unteren in den oberen Segmenttheil herabgesetzt wird, während zugleich in Folge geringeren Chlorophyllgehaltes auch die Assimilationsgrösse der oberen Segmentpartie sinkt, und dass in Folge dieser Umstände die obere Partie des Primärsegmentes nur geringe Grösse erhält. Möglicher Weise ist aber die betreffende Verwundung erst später entstanden, also nicht die primäre Ursache; das lässt sich jedoch in den vorliegenden Fällen nicht entscheiden. Ist aber Frostwirkung die Ursache der auffallenden Veränderungen an den Blatttheilen, so wäre für sie augenblicklich nur die schon auf S. 35 bei anderen Frostformen gegebene Erklärung anzuführen, wobei es allerdings auffällig bleibt, dass — wenigstens in allen mir von *Aspidium Filix mas* vorliegenden Fällen — nur ein oder zwei Primärsegmente eines Blattes unter lauter normalen die geschilderte Erscheinung zeigen.

Westpreussen, Kreis Elbing (Höhe): im Hohlbachgrunde zwischen dem Forsthause Neu-Panklau und der Ziegelei zu Cadinen abwärts, auf dem rechten Ufer im Gebiete des Cadiner Waldes (9. August 1893 — H. F. L. 17356); desgleichen im Hohlbachgrunde vom Forsthause Neu-Panklau aufwärts im Lenzener Bauernwalde (23. August 1893 — H. F. L. 17357). In der am Fusse des Blaubeerberges in das Thal der Hommel mündenden Stagnitter Schlucht bei Vogelsang nächst Elbing (26. August 1893 — H. F. L. 17355). **Ostpreussen,** Kreis Sensburg: im Jagen 114 des Kiefernhochwaldes im Schutzbezirke Nikolaiken der Oberförsterei Nikolaiken, Johannisburger Haide (24. August 1890 — H. F. L. 15308).[2])

[1]) Ich besitze zufällig nur ein derartiges fructificirendes Exemplar.

[2]) Buchenwald des Habelberges oberhalb Meerswinden bei Geisa in der Rhön (19. August 1879 — H. F. L. 17923).

J. Blattspitze plötzlich abgesetzt proportional verkleinert und zugleich mit allen Graden dauernd sichtbarer Frostwirkung.

Aus dieser eigenthümlichen Gruppe liegen mir 9 Blätter von 7 verschiedenen Pflanzen vor. Wie in der vorhergehenden Gruppe die Spitzen einzelner Primärsegmente, so sind hier die ganzen Spitzen, das obere Drittel und mehr bis in einem Falle fast die oberen zwei Drittel der Spreite plötzlich abgesetzt (proportional verkleinert — namentlich meist mit auffallend verkleinerten Secundärsegmenten (noch mehr, wie in Fig. 4 der Taf. V) — und in ihrer Grösse auf einer jüngeren Entwickelungsstufe stehen geblieben, wie es durch die auf Taf. V, Fig. 4 in natürlicher Grösse wiedergegebene obere Partie eines Blattes dargestellt wird. An der Grenze zwischen dem normal ausgebildeten unteren und dem reducirten oberen Blatttheile ist eine Wundstelle an der Rachis nicht wahrnehmbar, so dass der für einzelne Fälle der vorausgehenden Gruppe (S. 45) etwa zu erhebende Einwand wegfällt und nur die Einwirkung eines Spätfrostes als Erklärungsursache dieser weiteren Formenreihe in dem auf S. 35 angegebenen Sinne übrig bleibt. Die Frostwirkung als Ursache wird aber durch die folgenden thatsächlichen Verhältnisse sowie auch durch gleiche, aber in noch viel auffälligerer Weise bei *Athyrium Filix femina* Roth beobachtete Formen unterstützt.

Während in zwei Fällen die verkleinerte Blattspitze nur an den Spitzen sehr vereinzelter Primär- und Secundärsegmente Bräunung respective Tödtung durch Frost unter auffallender Verkleinerung der betreffenden Spitzen bemerken lässt — an dem auf Taf. V, Fig. 4 abgebildeten Blatte an den mit a, b und c bezeichneten Stellen —, sind bei anderen Blättern die Spitzen sämmtlicher Primärsegmente sowie die Blattspitze selbst durch Frost getödtet oder vereinzelte Primärsegmente mehr oder weniger gebräunt bis total abgestorben. In einem anderen Falle zeigt die verkleinerte Blattspitze zugleich erose Entwickelung, und bei drei Blättern einer Pflanze besitzen die Primärsegmente des verkleinerten Blatttheiles zugleich die so sehr charakteristische starke Einrollung, wie sie auf Taf. X, XI abgebildet wurde, bei zweien dieser Blätter auch die bogige Krümmung der Blattspitze auf Taf. XVIII.

Während ferner bei den am wenigsten veränderten Blättern Textur und Färbung der Blattspitze (von den völlig getödteten Theilen natürlich abgesehen) wenig oder garnicht von derjenigen der normal ausgebildeten unteren Blattpartie abweichen, ist bei den stärker modificirten die Textur eine merklich zartere, die Färbung eine heller grüne. Die etwa vorhandenen Sori sind in einem Falle normal entwickelt, wenn auch in geringerer Zahl vorhanden, in einem anderen Falle hingegen klein geblieben und zum Theil getödtet.

Betrachten wir die einzelnen Blätter specieller, so ergiebt sich folgendes Verhalten.

1. Basaler Blatttheil 24 cm lang und 17 cm breit [1]; verkleinerte Blattspitze 13,5 cm lang und 9 cm breit [2]. Diese verkleinerte Blattspitze ist jedoch nur auf der einen Seite im Verhältniss von 11 : 4,5 der angrenzenden Primärsegmente plötzlich abgesetzt; die gegenüberliegende Längsseite ist mit dem unteren Blatttheile von gleicher Breite, aber letzterer ist in seiner oberen Region der gleichliegenden Längsseite gleichfalls schon stark verschmälert. [3] Reducirte Blattspitze in Färbung und Textur von der normalen

[1] An der breitesten Stelle gemessen, die in der Regel an der Grenze beider Regionen, bisweilen etwas tiefer liegt.
[2] An der Basis, d. h. an der Grenze dieses Spreitentheiles gegen den normal ausgebildeten gemessen.
[3] Dieser Fall ist der einzige derartige; bei allen übrigen Blättern sind die reducirten oberen Theile beidseitig gleichmässig plötzlich abgesetzt.

Blattpartie nicht verschieden. Primärsegmente nur vereinzelt an ihren äussersten Spitzen getödtet; Sori klein, zum Theil getödtet. (H. F. L. 17351.)

2. Normal ausgebildeter unterer Blatttheil 22,5 cm lang, 28 cm breit; reducirte Blattspitze 20 cm lang und 14,5 cm breit, in Textur und Färbung nur schwach verschieden, nur an einzelnen Primär- und Secundärsegmentspitzen todte Froststellen zeigend, steril. (H. F. L. 17353 = Taf. V, Fig. 4.)

3. Unterer normaler Blatttheil 33,5 cm lang und 25 cm breit; reducirte Spitze 20 cm lang und 15 cm breit, mit zwei fast ganz abgefrorenen Primärsegmenten, in Textur und Farbe wenig abweichend, vollständig fruchtbar mit normal ausgebildeten Sporen. (H. F. L. 17350.)

4. Normal entwickelte Blattpartie 36 cm lang und 30,5 cm breit; abgesetzte Blattspitze 15 cm lang und 11 cm breit, äusserste Spitzen sämmtlicher Primärsegmente und oberster Theil der ganzen Blattspitze total erfroren, die gesunden Partien von schwächerer Textur und deutlich hellerer Färbung, steril. (H. F. L. 17349.)

5. Normaler Blatttheil 37 cm lang und 27 cm breit; abgesetzte Spitze (unvollständig) 12 cm lang und 9 cm breit, bis auf die fünf untersten Primärsegmente total erfroren, verschrumpft und z. Th. abgebröckelt, die fünf unteren Primärsegmente an ihren Spitzen gleichfalls total erfroren, sonst z. Th. grünbraun, z. Th. missfarbig bleicher grün, steril. (H. F. L. 17351.)

6. Normaler Blatttheil mit nur drei Primärsegmentpaaren, 11,5 cm lang und 16 cm breit; reducirter oberer Blatttheil ca. 18 cm lang und 9,5 cm breit, seine äusserste Spitze total erfroren, einzelne Primärsegmente mehr oder weniger braungrün, sonst die letzteren erose Formen zeigend und vereinzelt — wie auch die normalen unteren Primärsegmente — am Scheitel zwei- bis dreispitzig gegabelt, in Textur und Färbung wenig verschieden, steril. (H. F. L. 17352.)

7. Drei Blätter einer Pflanze im normal ausgebildeten basalen Theile 15—27 cm lang und 10,5—13,5 cm breit; abgesetzte Spitzen 6,5—8,5 cm lang und (ohne Rücksicht auf den eingerollten Theil ihrer Primärsegmente) 3,2—5 cm breit, in Textur und Färbung nicht abweichend, wohl aber die Spitzen ihrer Primärsegmente (wie auch verschiedener der normalen Blattpartie) mehr oder weniger bogig gekrümmt bis stark und fast zur Hälfte widderhornartig eingerollt (wie bei dem auf Taf. X, XI dargestellten Blatte) und z. Th. an den äussersten Spitzen getödtet; äusserste Blattspitze zweier Blätter bogig abwärts gekrümmt (wie auf Taf. XVIII), am dritten Blatte gestreckt, aber total erfroren; steril. (H. F. L. 17926.)

Westpreussen, Kreis Elbing (Höhe): in der am Fusse des Blaubeerberges in das Thal der Hommel mündenden Stagnitter Schlucht bei Vogelsang nächst Elbing; drei Pflanzen mit je nur einem monströsen Blatte unter lauter normalen, die vierte Pflanze mit mehreren (26. August 1893 — H. F. L. 17350—17353). An dem freien Hange des gegen Cadinen verlaufenden Hohlweges beim Gute Panklau; nur ein Blatt auf der sonst normalen Pflanze (24. August 1893 — H. F. L. 17351). Auf freier Stelle am Waldrande eines Bachthales, dem sogenannten „Kleigrund", südöstlich von Succase; nur ein Blatt auf der sonst normalen Pflanze (18. August 1893 — H. F. L. 17349). Im Cadiner Walde (Rehberge) auf freier, sonniger Stelle einer niedrigen Fichtenschonung auf dem „Schweinehof" zwischen Forsthaus Scharfenberg und Cadinen (12. August 1894 — H. F. L. unter Nr. 17949 der Formengruppe L). **Ostpreussen,** Kreis Fischhausen: in der Warnicker Forst, Bezirk am Südufer des Mühlenteiches bei Rauschen; an einem trockenen mit *Calluna* bewachsenen Waldgraben am Rande einer Schonung auf freier, sehr

sonniger Stelle; drei Blätter (die oben unter 7 beschriebene Form) unter den übrigen normalen derselben Pflanze (23. Juni 1894 — H. F. L. 17926).

K. Proportionale Verkleinerung ganzer Blätter mit oder ohne sichtbare Frostverletzungen.

Die proportionale Verkleinerung, welcher bei den Formen der voraufgehenden Gruppe nur die obere Blattpartie unterliegt, erstreckt sich in der jetzt zur Betrachtung gelangenden Formenreihe auf das ganze Blatt. Schon in der vorigen Gruppe wurde ein Fall (Nr. 6, S. 47) erwähnt, in welchem der normal ausgebildete untere Blatttheil nur noch aus drei Paar Primärsegmenten besteht. Weitere Uebergänge zu schliesslich in ihrer ganzen Ausdehnung reducirten Frostblättern liegen mir zur Zeit zwar von *Aspidium Filix mas* nicht vor, wohl aber von *Athyrium Filix femina* Roth, forma *sublatipes* Lsss., bei welchem unter sonst gleichen Verhältnissen zuletzt nur noch das letzte basale Segmentpaar normal, der ganze übrige Blatttheil scharf abgesetzt proportional verkleinert, seine Spitze zugleich total erfroren ist.

Die proportionale Verkleinerung, bei welcher das flach ausgebreitete Blatt in den allermeisten Fällen seine regelmässige Form im Gesammtumriss wie auch in den sämmtlichen Primär- und Secundärsegmenten beibehält, so dass es, von den geringeren Dimensionen aller Theile abgesehen, sonst dem normal ausgebildeten Blatte gleicht, tritt in sehr verschiedenen Graden auf, in einzelnen Fällen von den älteren bis zu den jüngsten Blättern allmählich, während in anderen Fällen die fast auf ein Drittel reducirten, ausserordentlich zierlich aussehenden Blätter als jüngste unvermittelt zwischen den älteren normalen Blättern der Pflanze stehen. Zugleich sind die betreffenden Blätter im Vergleiche mit den normalen Blättern entsprechend zarter, ihre Farbe ist eine heller grüne bis zuletzt gelblichgrüne, und bei einem fruchtbar angelegten Blatte sind sämmtliche Sori getödtet, so dass die Indusien als winzige braune Tüpfelchen sich von der blassgrünen Blattfläche abheben.

An einzelnen Blättern sind Frostverletzungen nicht sichtbar, bei anderen sind die äussersten Spitzen vereinzelter Primärsegmente getödtet und gebräunt. In einem Falle ist eine Anzahl basaler Primärsegmente der einen Längsseite erfroren und bis auf kleine Stummel abgebrochen, während auf der gegenüberliegenden Längsseite die basalen Secundärsegmente einiger Segmente erster Ordnung die auf S. 39 beschriebene Reduction zu ohrartigen Läppchen erfahren haben. Ein anderes Blatt zeigt die ausnahmsweise eingerollt gebliebene erfrorene Spitze als braunes Knäuel.

Alle diese Erscheinungen lassen die Erklärung zu, dass es sich auch hier, wie bei den unter H (S. 44) und J (S. 46) beschriebenen Fällen, um Frostformen handelt, welche in unbekannten, molekularen, durch das Gefrieren hervorgerufenen Veränderungen des Protoplasmas ihren Grund haben, in Folge welcher das Blatt zwar nicht getödtet wurde, aber seine weitere Wachsthumsfähigkeit verlor (S. 35, 45, 46).

Ein paar Beispiele mögen zur speciellen Erläuterung folgen.

1. Spreite des normalen Blattes 44 cm lang und 15 cm breit, grösste Secundärsegmente 10 mm lang und 4 mm breit; — Spreite eines etwas verkleinerten jüngeren Blattes derselben Pflanze 31 cm lang und 10,5 cm breit, ihre grössten Secundärsegmente 6 mm lang und 3 mm breit; — Spreite eines dritten noch jüngeren reducirten Blattes 22,5 cm lang und 7,5 cm breit, grösste Secundärsegmente derselben 5 mm lang und 2 mm breit; — Spreite des vierten jüngsten Blattes 19 cm lang und 7 cm breit, ihre

grössten Secundärsegmente 4 mm lang und 1,5 mm breit; Verkürzung des Blattstieles von 11 cm allmählich auf 5 cm Länge. Alle Blätter ohne Verletzungen. (H. F. L. 17947.)

2. Spreite des normalen Blattes 43 cm lang und 17,5 cm breit, seine grössten Secundärsegmente 11 mm lang und 1 mm breit; — Spreite eines reducirten Blattes 19,5 cm lang und 8,5 cm breit, ihre grössten Secundärsegmente 4 mm lang und 1,5—2 mm breit; — drittes Blatt derselben Pflanze noch ein wenig kleiner; nur wenige Primärsegmentspitzen in geringer Ausdehnung gebräunt; Uebergänge fehlen; Blattstiele 17 : 8 cm lang. (H. F. L. 17359.)

3. Grosses Blatt mit in seinem unteren Theile total erfrorenen, ganz verschrumpften Primärsegmenten, im mittleren Theile die unter B (S. 38) und C (S. 40) beschriebene Reduction basaler Secundärsegmente zeigend; Spitze normal; ursprüngliche Länge der Spreite 36 cm, Breite 17 cm; grösste Secundärsegmente 7 mm lang und 3 mm breit. — Spreite des reducirten Blattes ca. 19 cm lang und 10 cm breit, seine grössten Secundärsegmente 4 mm lang und knapp 2 mm breit, eine Anzahl der untersten Primärsegmente der einen Längsseite total erfroren, die der gegenüberliegenden Seite z. Th. an ihrem Grunde mit auf ohrartige Läppchen reducirten Secundärsegmenten; äusserste Blattspitze total erfroren. (H. F. L. 17944.)

Westpreussen, Kreis Elbing (Höhe): im Cadiner Walde (Rehberge) auf freier, sonniger Stelle einer niedrigen Fichtenschonung auf dem „Schweinehof" zwischen Forsthaus Scharfenberg und Cadinen (12. August 1894 — H. F. L. 17944, 17947). Kreis Carthaus: Weghang im Walde am Fusse des Thurmberges bei Schöneberg (4. September 1893 — H. F. L. 17358, 17359). — **Ostpreussen,** Kreis Johannisburg: thalartige Mulde am Hange des Kiefernhochwaldes Jagen 129 des Schutzbezirkes Lipnick der Oberförsterei Johannisburg, Johannisburger Haide (13. August 1890 — H. F. L. 15298).[1]

L. Verschiedene Frostformen an demselben Blatte oder auf derselben Pflanze vereinigt.

In dieser Gruppe treten uns zuerst Blattgestalten entgegen, bei denen an einem und demselben Blatte verschiedene Frostformen vereint vorhanden sind, wodurch ganz absonderliche, im Vorhergehenden noch nicht beschriebene Monstrositäten entstehen.

1. Betrachten wir zunächst das auf Taf. XII, XIII in natürlicher Grösse abgebildete Blatt. Die untersten Primärsegmentpaare sind normal ausgebildet. An den aufwärts folgenden Segmenten erster Ordnung, e, sind die äussersten Spitzen sowie die Scheitel der denselben zunächst stehenden Secundärsegmente schwach gebräunt und todt, sonst aber sind diese z. Th. mit der Spitze schwach bogig gekrümmten Primärsegmente völlig normal. Die letzten derselben gehen nun durch stärkere allmähliche Verjüngung ihres Scheiteltheiles in die Region d, diese in die Regionen c und b über, in welchen die Primärsegmente unter fortschreitend stärkerer Reduction ihrer oberen und mittleren und zuletzt auch der basalen Segmente zweiter Ordnung die Formen der in Fig. 1, Taf. XIV, XV dargestellten oberen Blatthälften der Gruppe F (S. 42) wiederholen, die dann in den zugleich plötzlich stärker verkürzten Primärsegmenten a am schärfsten ausgeprägt ist. Der oberste, plötzlich wieder verbreiterte Blatttheil zeigt schliesslich in den Primärsegmenten f und noch mehr denjenigen bei g die starke Reduction zahlreicher zusammenhängender basaler

[1] Württemberg: Wald bei Unteressendorf, gesammelt vom Pfarrer Dr. Probst (H. F. L. 12567).

Segmente zweiter Ordnung, wie bei den Formen der Gruppe B (S. 38) und C (S. 40), nur mit dem Unterschiede, dass im vorliegenden Falle die breite Endpartie der Primärsegmente und die Blattspitze selbst auch noch erose Ausbildung erfahren haben. Frost als Ursache dieser Form ist an allen umgestalteten Primär- und Secundärsegmenten auch von der Region d an aufwärts bis zur äussersten Blattspitze in Gestalt gebräunter und abgestorbener Segmentscheitel wahrnehmbar.

Westpreussen, Kreis Neustadt: bruchige Uferstelle des Cedronbaches im Jagen 49 der Forst zu Schloss Neustadt (oberhalb der Ziegelei im Cedronthale) bei Neustadt (23. August 1891 — H. F. L. 15873 — zugleich mit Blättern der auf Taf. XIV, XV, Fig. 1 dargestellten Frostform der Gruppe F = H. F. L. 15870—15872; vergl. S. 42).

2. Eine zweite eigenthümliche Frostform repräsentirt das auf Taf. XIV, XV, Fig. 2 in Dreiviertel seiner natürlichen Grösse abgebildete Blatt. Bei diesem ist nur das unterste Paar der Primärsegmente normal ausgebildet. Die folgenden Paare a zeigen die auf S. 40 beschriebene und auf Taf. X, XI dargestellte, die Gruppe D charakterisirende bogige oder meist widderhornartige Einrollung der Spitzen in aufwärts immer mehr zunehmendem Grade und stetiger Verkürzung der zuletzt an den Spitzen auch gebräunten und abgestorbenen Segmente, die dann gegen b wieder in kurze gestreckte, zuletzt total erfrorene Primärsegmente übergehen. Der obere, plötzlich wieder verbreiterte Blatttheil tritt im Allgemeinen im Charakter der nebenan in Fig. 1, der Taf. XIV, XV abgebildeten obersten Blattpartie, also der Formengruppe F (S. 42) auf (Segmente d), jedoch in unregelmässiger, theils durch starke Verkürzung der dortigen Primärsegmente, theils durch völlige Tödtung und Verschrumpfung der Segmente in grösserer Ausdehnung bedingter Form (Segmente c). Die äusserste Blattspitze war leider abgebrochen. Die Frostspuren sind in dieser Region die gleichen wie unter 1 angegebenen.

Westpreussen, Kreis Neustadt: zwischen niedrigem Gebüsch am Waldrande des Jagens 55 der Forst zu Schloss Neustadt auf dem Schlossberge (am Nordosthange über der Ziegelei im Cedronthale) bei Neustadt (29. August 1891 — H. F. L. 15844); zusammen mit Frostformen der Gruppen E (S. 42, Taf. XIX) und F (S. 42, Taf. XIV, XV, Fig. 1) auf derselben Pflanze (H. F. L. 15844, zweites Blatt, sowie 15843).

3. Eine dritte, im Vorhergehenden noch nicht beschriebene Frostform wird durch das auf Taf. XVI, XVII in seiner oberen Hälfte in natürlicher Grösse abgebildete Blatt veranschaulicht. Auch bei diesem sind wie bei der vorangehenden Form die unteren und mittleren Primärsegmente mit zunächst schwach bis allmählich stärker bogig gekrümmten und z. Th. widderhornartig eingerollten, theilweise getödteten Spitzen versehen (Region a). Dann folgen bei b ein paar Primärsegmente ähnlich denjenigen der Gruppe F (S. 42; Taf. XIV, XV, Fig. 1, obere Segmente). Der obere Blatttheil ist auch hier wieder, wie bei 2, plötzlich stark verbreitert, aber im Gegensatze zum Blatte 2 sind hier die getödtete und gebräunte Scheitel zeigenden Secundärsegmente in sehr ungleichem Grade und grossentheils schwächer reducirt, wodurch die Primärsegmente sehr unregelmässigen und verschiedenartigen Umriss erhalten (Segmente d, e). Die obersten Primärsegmente der leider nicht vollständig erhalten gebliebenen Blattspitze f sind linealisch und nur schwach gekerbt, die Spitzen der Kerbzähne todt und umgebogen.

Westpreussen, Kreis Neustadt: zwischen niedrigem Gebüsch am Waldrande des Jagens 55 der Forst zu Schloss Neustadt (Nordosthang über der Ziegelei im Cedronthale) bei Neustadt (29. August 1891

H. F. L. 15842); ebendort zusammen mit Frostformen der Gruppen E (S. 42, Taf. XIX) und D (S. 40, Taf. X, XI) und normalen Blättern auf derselben Pflanze (H. F. L. 15839—15841).

4. Frostformen der Gruppe C (S. 40) in verschiedensten Graden der Ausbildung, ferner D (S. 40; Taf. X, XI) und schwächer ausgebildeter Form von L 1 (S. 49; Taf. XII, XIII) mit fast normalen Blättern auf derselben Pflanze beisammen.

Westpreussen, Kreis Elbing (Höhe); im Cadiner Walde (Rehberge) auf freier, sonniger Stelle einer niedrigen Fichtenschonung auf dem „Schweinehof" zwischen Forsthaus Scharfenberg und Cadinen (12. August 1894 — H. F. L. 17956—17960).

5. Frostformen der Gruppe B (S. 38) und den Formen 1 und 2 der Gruppe L (S. 49; Taf. XII, XIII und Taf. XIV, XV, Fig. 2) ähnliche, aber weniger charakteristisch entwickelte Blätter mit fast normalen, nur hie und da Frostwirkung zeigenden Blättern auf derselben Pflanze beisammen.

Westpreussen, Kreis Elbing (Höhe); auf dem unter 4 bezeichneten Standorte (12. August 1894 — H. F. L. 17952—17955).

6. Frostform der Gruppe H (S. 44; Taf. V, Fig. 4) mit solcher der Gruppe C (S. 40) in schwächerer Entwickelung, sowie einer der Gruppe L 1 (S. 49; Taf. XII, XIII) ähnlichen, aber weniger charakteristisch entwickelten Form zusammen mit normalen Blättern auf derselben Pflanze.

Westpreussen, Kreis Elbing (Höhe); auf dem unter 1 bezeichneten Standorte (12. August 1894 — H. F. L. 17949, 17950).

Tafelerklärung.

Sämmtliche Figuren beziehen sich auf *Aspidium Filix mas* Sw.

Tafel V.

Fig. 4. Frostform mit proportional verkleinerter, gegen den normal entwickelten unteren Blatttheil plötzlich abgesetzter Spitze. Oberer Theil des Blattes in natürlicher Grösse. Das der Frostspitze angrenzende eine Primärsegment wurde des Raummangels wegen umgebogen, das andere unvollständig gezeichnet. a sind vom Froste getödtete resp. ein- oder beidseitig verkleinerte Primärsegmentspitzen; bei b und c zeigen sich Secundärsegmente mit vom Froste getödteten und gebräunten Spitzen. Weiteres im Texte S. 44 und 47 unter 2. (H. F. L. 17353.)

Tafel X, XI.

Frostform mit stark bogig bis widderhornartig eingerollten Spitzen der Primärsegmente und völlig aufgerollter, aber etwas verkleinerter, leider nicht vollständig erhalten gebliebener Spitze, der Gruppe D (S. 40) angehörend, wo die speciellen Angaben nachzusehen sind. Obere Blatthälfte in natürlicher Grösse. Die Sori wurden im mittleren Theile des dargestellten Blattstückes vollständig genau gezeichnet, im unteren und oberen Theile nur ihrer Stellung nach schematisch angedeutet. (H. F. L. 15863.)

Tafel XII, XIII.

Frostform der Gruppe L 1 (S. 49, wo ausführlicher beschrieben). Blatt in natürlicher Grösse (H. F. L. 15873). e Primärsegmente mit schwach gebräunten, todten Spitzen; d solche mit gegen das Ende stärker

reducirten Secundärsegmenten; e und h Primärsegmente, an denen auch die basalen Segmente zweiter Ordnung allmählich immer mehr verkleinert sind; a in der Gesammtgrösse auffallend verkleinerte Segmente erster Ordnung; f und g Primärsegmente, deren basale und mittlere Segmente zweiter Ordnung mehr oder weniger auf ohrartige bis dreieckige Läppchen reducirt wurden, während ihre oberen Secundärsegmente ungleiche Verkürzung neben unregelmässiger Form zeigen.

Tafel XIV, XV.

Fig. 1. Frostform mit proportional allmählich verkleinerter Spitze, der Gruppe F. S. 42, angehörend, woselbst ausführlichere Angaben nachzusehen sind. Blatt in Dreiviertel der natürlichen Grösse. (H. F. L. 15872.)

Fig. 2. Frostform der Gruppe L 2 (S. 50). Blatt in Dreiviertel der natürlichen Grösse (H. F. L. 15844). a Primärsegmente mit mehr oder weniger stark, meist widderhornartig eingerollten Spitzen; b verkürzte gestreckte, total erfrorene Segmente erster Ordnung; c stark verkürzte bis stärker zurückgefrorene Primärsegmente, wie die längeren Segmente d mit zu dreieckigen Zähnchen reducirten Segmenten zweiter Ordnung. Blattspitze abgebrochen.

Tafel XVI, XVII.

Frostform der Gruppe L 3 (S. 50). Obere zwei Drittel der Spreite in natürlicher Grösse (H. F. L. 15842). a Primärsegmente mit bogig gekrümmten bis widderhornartig eingerollten Spitzen; b verkürzte Primärsegmente mit proportional verkleinerten, an ihren Scheiteln durch Frost getödteten Segmenten zweiter Ordnung; c verlängerte Primärsegmente mit noch ziemlich regelmässig, d und e solche mit unregelmässig verkleinerten Secundärsegmenten; f schwach gekerbte oberste Segmente der verletzten Blattspitze.

Tafel XVIII.

Frostform mit bogig gekrümmten Spitzen der Primärsegmente und kurz bogig gekrümmter Blattspitze, der Gruppe D (S. 40) als schwächer entwickelte Form angehörend (vergl. Taf. X, XI). Oberes Drittel des Blattes in natürlicher Grösse. (H. F. L. 15867.)

Tafel XIX.

Frostform der Gruppe E (S. 42). Die Spitzen der oberen Primärsegmente bogig gekrümmt, die Blattspitze selbst zugleich abnorm verkleinert. Blatt (mit Weglassung des untersten Theiles des Stieles) in natürlicher Grösse, die getrennt gezeichneten Hälften an den Punktstrichen zusammenpassend. (H. F. L. 13199.)

Tafel XX—XXIII.

Frostform der Gruppe G (S. 43). Sämmtliche Primärsegmente durch Erfrieren ihrer Spitzen regelmässig verkürzt und die Blätter in Folge dessen regelmässig verschmälert, zugleich mit erfrorenen Blattspitzen. Vier Blätter von drei Pflanzen in allmählich stärkerer Reduction in der Reihenfolge der Figuren 1, 2 (Taf. XXII, XXIII), 3, 4 (Taf. XX, XXI), alle in Zweidrittel ihrer natürlichen Grösse. (H. F. L. 13775, 13779, 13780.)

Nachträge.

Zu I: Equisetum silvaticum L. forma polystachya Milde. (S. 3.)

Nach Beendigung des Druckes der obigen Abhandlung theilte mir Herr Dr. Buckwoldt auf meine Anfrage mit, dass er die polystache Form auch im Frühjahre 1894 bei Neustadt beobachtet habe, auf dem alten Standorte allerdings „fast gar nicht, dagegen neun Exemplare einige hundert Meter östlich davon, rechts vom Wege, der unmittelbar westlich des gräflichen Parkes nach dem Kellerplatze führt, theils auf einem schon lange Zeit unter dem Pfluge befindlichen Acker, theils im Walde" (vergl. S. 14). Die von ihm gesammelten Exemplare waren dem Provinzialmuseum in Danzig überwiesen worden und Herr Professor Dr. Conwentz hatte die Güte, mir dieselben auf meine Bitte zur Untersuchung zu senden.

Das eine Exemplar zeigt einen normal fructificirenden neben einem polystachen Stengel auf demselben Rhizomaste beisammen (vergl. auch S. 5), beide Sprosse kräftig entwickelt, mit grosser Endähre, die auch noch bei drei anderen Exemplaren in derselben Grösse vorhanden ist, während drei weitere Pflanzen mittelgrosse Endähren besitzen, zwei endlich sich durch kleine, nur 2 und 4 mm lange Endähren auszeichnen (S. 13). Die Länge der Secundärährchen der vorliegenden Exemplare schwankt zwischen 2—7 mm bei einer Dicke von 1.5—4 mm (S. 12). Auf einer Pflanze ist die grösste Zahl der Secundärährchen wie bei dem Exemplare von Gleissen in der Provinz Brandenburg rudimentär entwickelt, bei nur 1.5 mm Länge fast kugelig; nur vier Aehrchen sind mit normalen Sporophyllen versehen (S. 11). Im Uebrigen gehören sechs der Pflanzen der subforma *patula*, zwei der subforma *intermedia* an (S. 15), eine hält die Mitte zwischen beiden. Die anderen Verhältnisse erläutert die S. 54 gegebene Ergänzungstabelle.

Ferner ist den auf S. 14, 15 zusammengestellten Standorten ein neuer Fundort der seltenen Form für **Baiern** nachzutragen. Im „31. Berichte des naturwissenschaftlichen Vereins für Schwaben und Neuburg — 1894" ist in Weinhart's „Nachträgen zur Flora von Schwaben und Neuburg" auf S. 248 die betreffende Pflanze mit der Angabe aufgeführt: „In vielen Exemplaren an einem feuchten Waldrande bei Kaufbeuren (Wengenmayr). Neu für das diesrheinische Baiern." Sofort nach dem Lesen dieser Notiz wandte ich mich an den Entdecker, Herrn Realienlehrer Wengenmayr in Kaufbeuren, mit der Bitte um einige Pflanzen, und mit grösster Liebenswürdigkeit wurde dieser Bitte durch Ueberlassung von vier Exemplaren (H. F. L. 17928) entsprochen. Zugleich theilte mir Herr Wengenmayr mit, dass er auf dem von ihm 1893 entdeckten Standorte auch im Jahre 1894 die vielährige Form in mindestens 150 Exemplaren zwischen der typischen Form beobachtet habe.

Die mir vorliegenden bairischen Pflanzen gehören der subforma *patula* an, neigen aber schon zur subforma *intermedia* hinüber, mit Ausnahme des einen Exemplares und dieses letztere zeichnet sich zugleich dadurch aus, dass ein Theil seiner ährchentragenden Aeste nur ein einziges fleischfarbenes, glattes Internodium ohne jeden Secundärast besitzt, andere gleiche Aeste nur unmittelbar unter dem Aehrchen einen bis zwei Secundäräste aufweisen, nur wenige ährchentragende Aeste zwei Internodien haben (vergl. S. 11, 12). Die übrigen Charaktere sind gleichfalls in der folgenden Ergänzungstabelle zu S. 8 nachzusehen.

Pflanze No.	Höhe des Stengels in cm	Zahl der vorhandenen Astwirtel	Zahl der Aeste eines Wirtels	Zahl der Secundärahrchen in jedem der vorhandenen Wirtel, letztere vom obersten angefangen gezählt: Oben 1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	Unten 11.	Gesammtzahl der Secundärahrchen	Fundort der Pflanze
40.	45	4	12	0	9	0	0	—		—	—			—	9	Neustadt i. Westpr.
41.	34	7	12	0	5	0	0	0	0	0	—	—	—	—	5	„ „
42.	33	5	12	2	7	0	0	0	—	—	—	—		—	9	„ „
43.	33	5	12	2	6	1	0	0	—	—	—	—		—	9	„ „
44.	27	6	10	0	1	6	1	0	0		—	—	—	—	8	„ „
45.	28	6	9	0	1	1	1	0	0	—	—			—	3	„ „
46.	23	6	10	0	3	5	4	0	0		—	—		—	12	„ „
47.	39	11	10	0	0	0	0	2	6	0	0	0	0	0	8	„ „
48.	31	10	12	0	0	0	0	3	5	3	1	0	0	—	12	„ „
49.	25	5	16	0	16	9	0	0						—	25	Kaufbeuren i. Baiern
50.	35	4	14	3	9	1	0	—			—				13	„ „
51.	22	5	12	0	11	12	11	1		—	—				35	„ „
52	33	3	15	10	10	0	—				—			—	20	„ „

Zu II: Athyrium Filix femina Roth. var. latipes Moore. (S. 17.)

Auf den von mir im August 1894 in der Elbinger Höhe und auf der Halbinsel Hela ausgeführten botanischen Excursionen habe ich den Varietäten und Formen des *Athyrium Filix femina* Roth ganz besondere Aufmerksamkeit gewidmet. Ausser einigen neuen, in einem späteren Hefte zu beschreibenden Formen der betreffenden Art wurde zunächst die typische var. *latipes* Moore in zwei Exemplaren wiederum in der Elbinger Kämmereiforst bei Schönmoor gefunden (vergl. S. 19, 28), sodann eine ihr nahestehende, aber in vielen Punkten doch wesentlich abweichende Varietät im Grenzgrunde der Königlichen Forst Stellinen (siehe S. 57). Ein Besuch der Stagnitter Schlucht bei Vogelsang nächst Elbing war auch diesmal bezüglich der var. *latipes* resultatlos (S. 18); doch fand sich auf dem Standorte des Jahres 1891 ein Exemplar der typischen forma *sublatipes* Lssn. vor, möglicher Weise dasselbe, welches damals neben einem Blatte des *latipes*-Typus auch Blätter der *sublatipes*-Form trug (S. 21). Ich sage „möglicher Weise", weil die Erfahrung zeigt, dass bei Farn-Varietäten dieselbe Pflanze nicht immer in den auf einander folgenden Jahren die gleiche Formenentwickelung der Blätter zeigt.[1] Die forma *sublatipes* Lssn. aber wurde nicht

[1] So brachten wir z. B. im Herbste 1893 von Carthaus in Westpreussen ein paar Rhizome des typischen *Aspidium spinulosum* Sw. *α genuinum* Roepr. forma monstr. *erosa* Milde (Luerssen, in Rabenhorst's Kryptogamenflora, III, S. 438) mit, welche im hiesigen botanischen Garten in Töpfen weiter cultivirt wurden. Im Sommer 1894 haben diese Pflanzen nur völlig normale Blätter ausgebildet. Bei Equiseten treten die polystachen Formen gewisser Arten (*Equisetum palustre* L., *E. limosum* L., *E. silvaticum* L. etc.) in einem Jahre in sehr grosser Zahl, im folgenden auf dem gleichen Standorte dagegen in auffallend wenigen Individuen auf (vergl. auch S. 53).

nur in der Stagnitter Schlucht, sowie abermals im Hohlbachgrunde beim Forsthause Neu-Panklau auf genau dem Standorte des Sommers 1893, sondern auch auf einer ziemlich grossen Zahl neuer Standorte des Panklauer, Cadiner („Rehberge") und Stelliner Waldes im Kreise Elbing beobachtet und sie dürfte in den feuchten respective quelligen und meist auch schattigen, leider grossentheils sehr schwer und z. Th. nur in sehr trockenen Sommern zugänglichen Gründen und Schluchten der Elbinger Höhe (besonders der „Rehberge") eine allgemein verbreitete Form sein, die bald unvermittelt zwischen typischer var. *multidentata* Doll steht, bald auf demselben Standorte Uebergangsformen zu derselben in getrennten Individuen oder auf derselben Pflanze zeigt. Auch die reine var. *latipes* Moore dürfte sich in diesem Gebiete finden, da die Excursionen im Sommer 1894 ergeben haben, dass die forma *sublatipes* Lssn. daselbst so allmählich in die var. *latipes* Moore übergeht, dass es zuletzt fraglich ist, ob man eine Pflanze noch zu den extremsten Formen der forma *sublatipes* Lssn. oder schon zur var. *latipes* Moore ziehen soll. Auch zwischen den typischen Formen der var. *multidentata* Doll und der forma *sublatipes* Lssn. wurden eine Reihe von ganz allmählichen Uebergangsformen beobachtet, durch welche im Anschluss an das eben Gesagte die bereits in Rabenhorst's Kryptogamenflora (III. S. 137) von mir hervorgehobene Unmöglichkeit einer scharfen Abgrenzung der Formen des *Athyrium Filix femina* nur bestätigt wird.

Die für den in Rede stehenden Formenkreis „*multidentata* Doll — *sublatipes* Lssn. — *latipes* Moore" maassgebenden Charaktere lassen sich, soweit zur Zeit das Beobachtungsmaterial vorliegt, am zweckmässigsten an der Hand der verschiedenen Formen und Uebergangsgruppen in folgender Weise unter gleichzeitiger Aufzählung der westpreussischen Standorte kurz erläutern.

1. Schwächere Uebergangsformen von var. *multidentata* Doll zur forma *sublatipes* Lssn. — Spreite der auf freieren respective weniger feuchten Standorten gewachsenen Pflanzen in der allgemeinen Tracht und der Textur des Laubes noch den typischen *multidentata*-Formen gleichend, die Primärsegmente noch etwas entfernt oder sich kaum berührend, nicht deckend, aber das basale, noch stark zurückgebrochene bis fast rechtwinkelig abstehende Paar derselben auffallend verlängert; bei Pflanzen etwas schattiger oder feuchterer Plätze die Spreite etwas zarter, die Primärsegmente sich berührend bis schwach deckend, das basale Paar derselben bereits bis etwas mehr als die halbe Länge der grössten Primärsegmente erreichend, auch der Blattstiel allmählich mehr verlängert. — **Westpreussen,** Kreis Elbing (Höhe): feuchte, schattige Stelle des Cadiner Waldes (Rehberge) an dem hinter dem Forsthause Scharfenberg in den Wingensteingrund links hinabführenden Wege (7. August 1894 — H. F. L. 18097). Im „Kleigrund", einem quelligen, schattigen Thale des Panklauer Waldes zwischen dem Forsthause Neu-Panklau und Succase (11. August 1894 — H. F. L. 18088 und 18089; 18090—18092; 18093 und 18094; 18095 und 18096). Im Hohlbachgrunde vom Forsthause Neu-Panklau kurze Strecke aufwärts auf feuchter, schattiger Stelle der schmalen Thalsohle auf Cadiner Waldgebiet (6. August 1894 — H. F. L. 18083) und ebendort etwas thalabwärts auf einem steilen, schattigen Waldhange (6. August 1894 — H. F. L. 18086 und 18087).

2. Sehr stark zur forma *sublatipes* Lssn. neigende Formen oder solche und die forma *sublatipes* selbst auf derselben Pflanze beisammen. — Formen feuchterer, schattiger Standorte; Spreite zart krautig; Primärsegmente allmählich mehr verbreitert, ihre Deckung zunächst noch wie bei den vorangehenden Formen, aber allmählich stärker, das basale und meist schon fast oder völlig horizontal abstehende Paar derselben bis zu Zweidrittel (oder selbst etwas mehr) der Länge der grössten Segmente

erster Ordnung, der Blattstiel oft schon die halbe Länge (oder selbst mehr) der Spreite erreichend. **Westpreussen,** Kreis Elbing (Höhe): Hohlbachgrund vom Forsthause Neu-Panklau aufwärts (siehe S. 55; 6. August 1894 — H. F. L. 18174 und 18175; 18109 und 18110; 18111 und 18112) und daselbst abwärts (siehe S. 55; 6. August 1894 — H. F. L. 18145—18147; 18150; 18102 und 18103; 18107 und 18108; 18104—18106; 18099—18101). Kleigrund zwischen Forsthaus Neu-Panklau und Succase (siehe S. 55; 11. August 1894 — H. F. L. 18128—18133; 18126 und 18127; 18140 und 18141; 18222—18227; 18230—18232). Sehr feuchter und schattiger Waldhang des Baches im oberen Theile des Wingensteingrundes beim Forsthause Scharfenberg im Cadiner Walde („Rehberge"; 9. August 1894 — H. F. L. 18115 und 18116; 18187 und 18188; 18113 und 18114; 18120—18123), sowie feuchte Stelle im Walde an dem hinter dem Forsthause Scharfenberg in den Wingensteingrund links hinabführenden Wege (7. August 1894 — H. F. L. 18151, 18152). Unterer Theil des Wingensteingrundes nahe seiner Mündung in den Stellner Grenzgrund (12. August 1894 — H. F. L. 18137—18139; 18134—18136). Quelliges, in den Wingensteingrund mündendes Seitenthälchen südlich vom „Moltke"[1]) im Cadiner Walde (9. August 1894 — H. F. L. 18124 und 18125; 18117—18119). Mittlerer, sehr schattiger, feuchter Theil des Bildhauergrundes im Cadiner Walde (9. August 1894 — H. F. L. 18213—18216). Auf feuchter, schattiger Stelle des Jagens 171 im Grenzgrunde der Königlichen Forst Stellinen (12. August 1894 — H. F. L. 18142 bis 18144).

3. **Forma sublatipes** Lssn. (S. 21, 28). — Unter den im Sommer 1894 gesammelten Pflanzen sind einzelne dadurch von den früheren verschieden, dass die Primärsegmente an keiner Stelle der Spreite einander decken. Da aber diese Formen bisweilen mit typischen Blättern (mit mehr oder weniger sich deckenden mittleren und oberen Primärsegmenten) auf derselben Pflanze zusammen vorkommen, ist auf diesen Umstand kein besonderes Gewicht zu legen. Das basale, meist rechtwinkelig abstehende Paar der Primärsegmente besitzt durchschnittlich Zweidrittel und selbst etwas mehr der Länge der grössten Primärsegmente derselben Spreite; da die letzteren aufrecht abstehen, ist das Blatt in der Mitte trotzdem oft nur wenig breiter als am Grunde. Der Blattstiel erreicht in einzelnen extremen Fällen schon Zweidrittel der Spreitenlänge. **Westpreussen,** Kreis Elbing (Höhe): am feuchten, schattigen Rande des Waldmoores in der Elbinger Kämmereiforst bei Schönmoor (15. August 1894 — H. F. L. 18250—18252; 18253 und 18254). Im Hohlbachgrunde kurze Strecke vom Forsthause Neu-Panklau aufwärts auf schattiger Stelle der feuchten, schmalen Thalsohle unter Gebüsch von Brom- und Himbeeren (6. August 1894 — H. F. L. 18167 und 18168; 18165 und 18166; 18163 und 18164; 18161 und 18162). Im Kleigrunde des Panklauer Waldes zwischen dem Forsthause Neu-Panklau und Succase auf sehr quelliger, schattiger Stelle am Bache (11. August 1894 — H. F. L. 18228 und 18229; 18233—18235). Feuchte, schattige Stelle des Cadiner Waldes (Rehberge) an dem beim Forsthause Scharfenberg in den Wingensteingrund links hinabführenden Wege (7. August 1894 — H. F. L. 18169—18172; 18176—18178; 18179 und 18180; 18157); daselbst im oberen Theile des Wingensteingrundes auf dem sehr feuchten und schattigen Waldhange unmittelbar am Bachufer, sowie auf einer quelligen, freien Stelle des linken Bachufers (7. und 9. August 1894 — H. F. L. 18201—18203; 18194—18196; 18181—18186; 18159 und 18160; 18153; 18154; 18155; 18156; 18192 und 18193; 18190 und 18191; 18189; 18204 und 18205); unterer Theil des Wingenstein-

[1]) Eine nach unserem berühmten Heerführer benannte Höhe.

grundes nahe seiner Mündung in den Stellmer Grenzgrund (12. August 1894 — H. F. L. 18148 und 18149). Quelliges, in den Wingensteingrund mündendes Seitenthälchen im Cadiner Walde (Rehberge) südlich vom „Moltke" (9. August 1894 — H. F. L. 18209—18212; 18158; 18199 und 18200; 18197 und 18198). Im mittleren, sehr feuchten und schattigen Theile des Bildhauergrundes des Cadiner Waldes (9. August 1894 — H. F. L. 18206—18208). In der Königlichen Forst Stellmen auf feuchten, schattigen Stellen im Jagen 166 des Grenzgrundes (9. August 1894 — H. F. L. 18217—18219; 18220 und 18221), desgleichen im Jagen 176 daselbst (12. August 1894 — H. F. L. 18246—18249; 18236 und 18237; 18259; 18244 und 18245), sowie im Jagen 171 daselbst (12. August 1894 — H. F. L. 18240—18243; 18238 und 18239, letztere Pflanze in einer etwas abweichenden grossblätterigen Form mit auffallend schmalen Primärsegmenten) und im Jagen 177 daselbst (12. August 1894 — H. F. L. 18255 und 18256).

4. Schwächere Uebergangsformen der forma *sublatipes* Lssn. in var. *latipes* Moore. — Grosse, üppige Formen mit durchschnittlich noch mehr verlängertem Blattstiele und allmählich weiter vergrösserten, horizontal abstehenden basalen Primärsegmenten. — **Westpreussen**, Kreis Elbing (Höhe): am feuchten, schattigen Rande des Waldmoores in der Elbinger Kämmereiforst bei Schönmoor (15. August 1894 — H. F. L. 18277—18279; 18273—18276). Im unteren Theile der am Fusse des Blaubeerberges in das Hommelthal mündenden Stagnitter Schlucht bei Vogelsang nächst Elbing (16. August 1894 — H. F. L. 18280 und 18281). Oberer Theil des Wingensteingrundes im Cadiner Walde (Rehberge) beim Forsthause Scharfenberg: feuchter, sehr schattiger Waldhang, sowie auf freier, quelliger Stelle am Bachufer (7. und 9. August 1894 — H. F. L. 18269—18272; 18267 und 18268). Hohlbachgrund kurze Strecke vom Forsthause Neu-Panklau aufwärts, auf schattiger Stelle der schmalen, feuchten Thalsohle unter Gebüsch auf Cadiner Waldgebiet (6. August 1894 — H. F. L. 18264—18266; 18262 und 18263; 18260 und 18261). In der Königlichen Forst Stellmen auf feuchter, schattiger Stelle des Jagens 166 im Grenzgrunde (9. August 1894 — H. F. L. 18257 und 18258).

5. Sehr stark zur var. *latipes* Moore neigende Pflanzen der forma *sublatipes* Lssn. — Allmählich in die erstere übergehend, mit auffallend langem Blattstiele und sehr grossen, bis 18 cm langen, wegen der Schlaffheit des Laubes bisweilen bogig abwärts gekrümmten basalen Primärsegmenten, die Basis daher oft nur wenig schmäler als die Mitte der Spreite. — **Westpreussen**, Kreis Elbing (Höhe): feuchter, schattiger Rand des Waldmoores in der Elbinger Kämmereiforst bei Schönmoor (15. August 1894 — H. F. L. 18295—18298; 18299—18304). Hohlbachgrund kurze Strecke vom Forsthause Neu-Panklau aufwärts, schattige Stelle der feuchten Thalsohle unter Gebüsch von Brom- und Himbeeren auf Cadiner Waldgebiet (6. August 1894 — H. F. L. 18282—18286). In der Königlichen Forst Stellmen auf feuchter, schattiger Stelle des Grenzgrundes, Jagen 166 (9. August 1894 — H. F. L. 18287—18294).

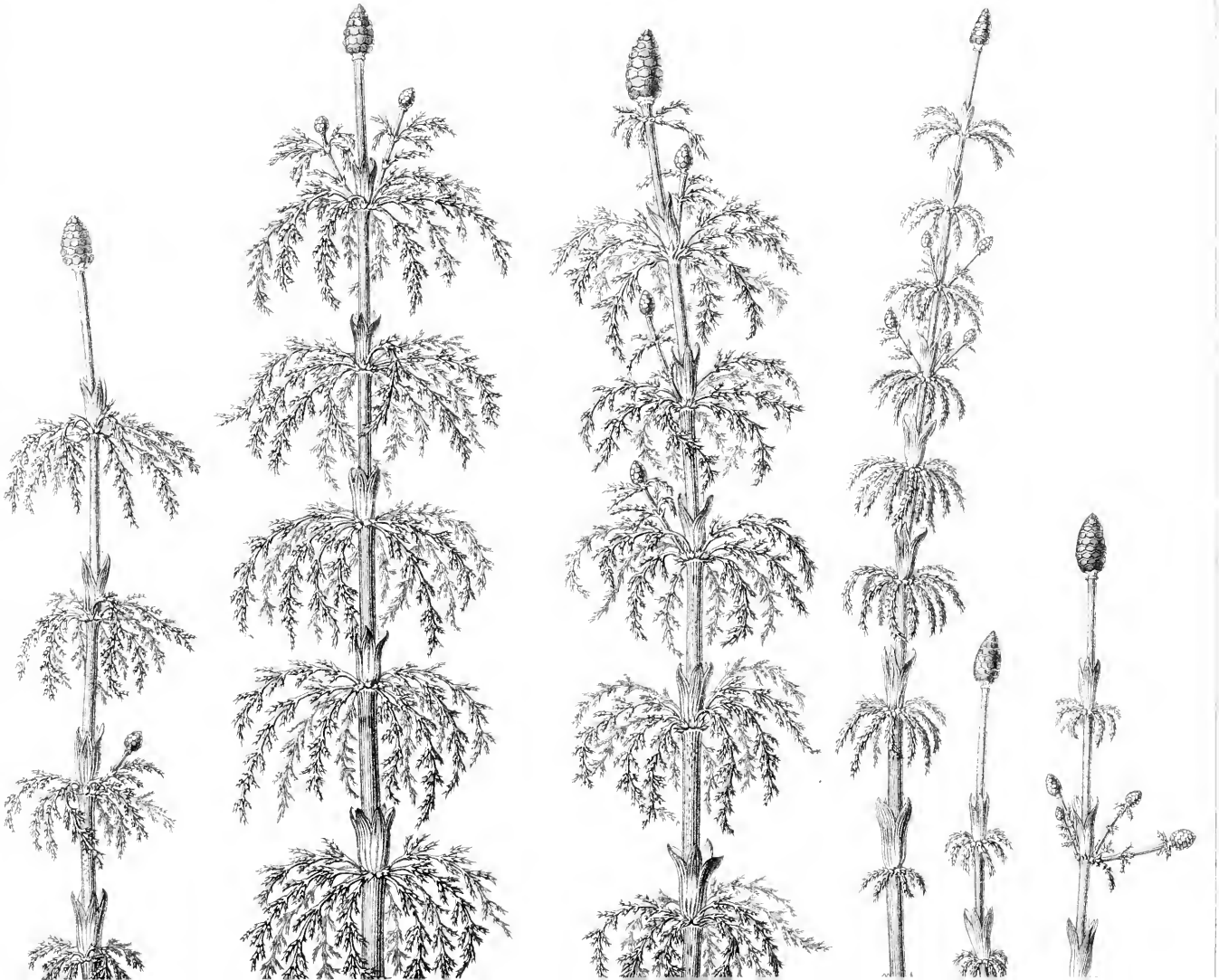
6. **Var. latipes** Moore (S. 19, 27). — Basale, bis 20 cm lange Primärsegmente bisweilen schlaff und bogig abwärts gekrümmt. — **Westpreussen**, Kreis Elbing (Höhe): feuchter Grabenrand im Walde am Wege nach dem Waldmoore in der Elbinger Kämmereiforst bei Schönmoor (15. August 1894 — H. F. L. 18311—18314) und Rand des Waldmoores daselbst (15. August 1894 — H. F. L. 18305—18310).

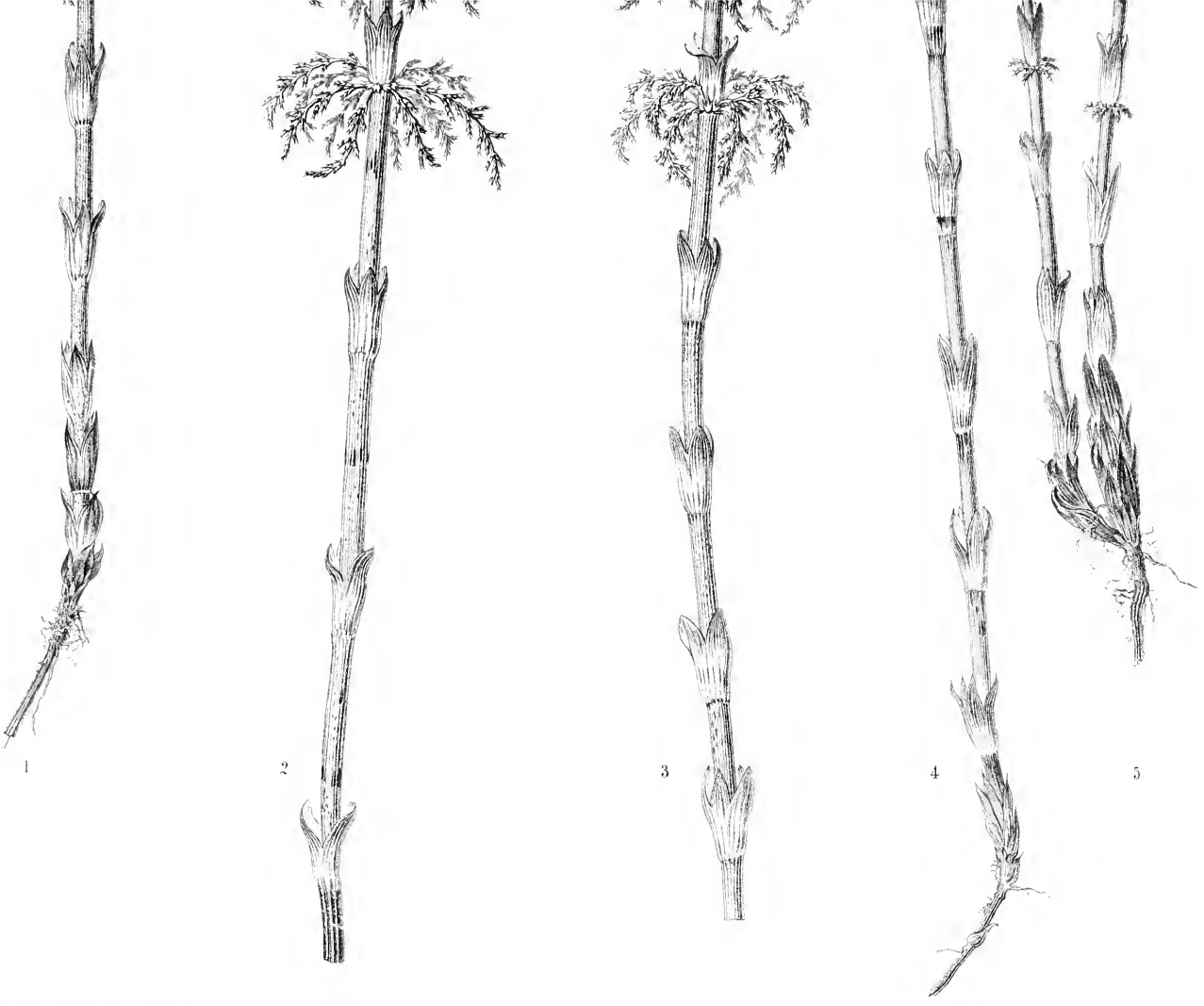
Diesen Formen der var. *latipes* Moore reiht sich eine sehr auffällige Pflanze an, welche am 12. August 1894 in der Königlichen Forst Stellmen an einem feuchten, schattigen Waldhange des Jagens 176 im Grenzgrunde in nur einem Exemplare unvermittelt unter lauter normalen Formen des *Athyrium Filix femina* Roth, var. *multidentata* Döll von mir gefunden wurde (H. F. L. 18315—18317).

Nach der Stärke des Rhizomes zu urtheilen ist es eine jüngere Pflanze etwa mittleren Alters. Von ihren Blättern repräsentiren die meisten fast den Typus der forma *sublatipes* mit 19—26 cm langem Blattstiele, 40—48 cm langer und 21—25,5 cm breiter, eiförmiger bis länglich-eiförmiger Spreite und horizontal abstehenden 6—6,5 cm langen basalen Primärsegmenten. Ein Blatt aber zeigt bei 22 cm Blattstiellänge eine fast dreieckige Spreite von 38 cm Länge und 23 cm Breite, mit rechtwinkelig abstehenden, 10 cm langen basalen Segmenten erster Ordnung, hat also die Spreitenform der var. *latipes*. Die etwas entfernten bis einander schwach deckenden Primärsegmente aller Blätter sind höchstens 3 cm breit, und ihre meist 5—6 mm breiten Segmente zweiter Ordnung besitzen die Theilung derjenigen der var. *fissidens* Döll. Die Sori der meist reich fructificirenden Blätter sind durchschnittlich klein. Habituell steht die Pflanze der auf S. 27 erwähnten var. *retusa* Clarke sehr nahe, von welcher Clarke besonders auch noch erwähnt, dass die Blätter am Grunde oft nur wenig, oft stärker verschmälert sind. Weitere Beobachtungen müssen entscheiden, ob die Pflanze, wie mir wahrscheinlich, nur ein jugendliches Entwickelungsstadium der var. *latipes* Moore oder eine eigene Varietät dieser Reihe repräsentirt.

Berichtigung:

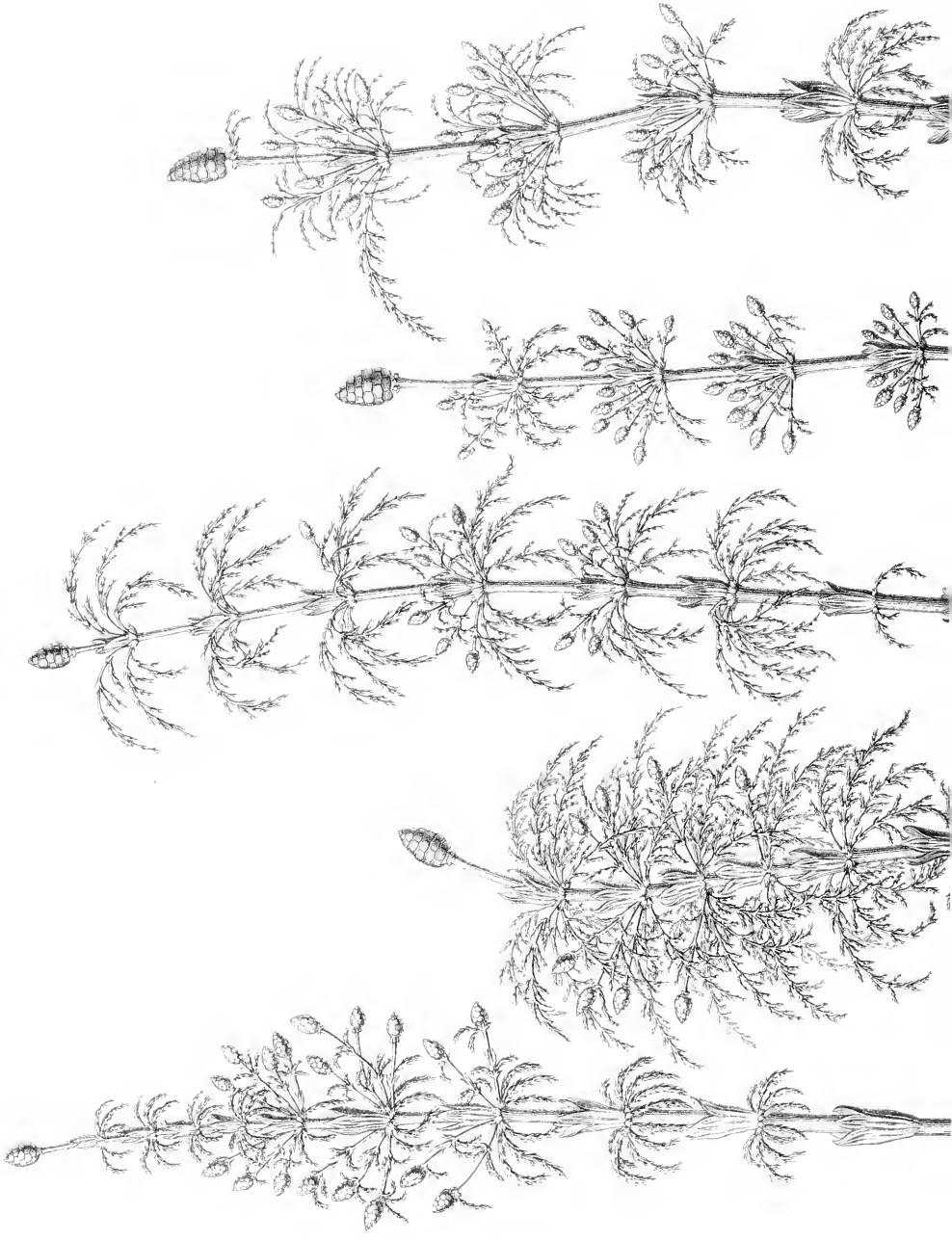
Auf S. 11, Zeile 7 des Textes von unten, ist fertile Aeste statt „sterile" zu lesen.

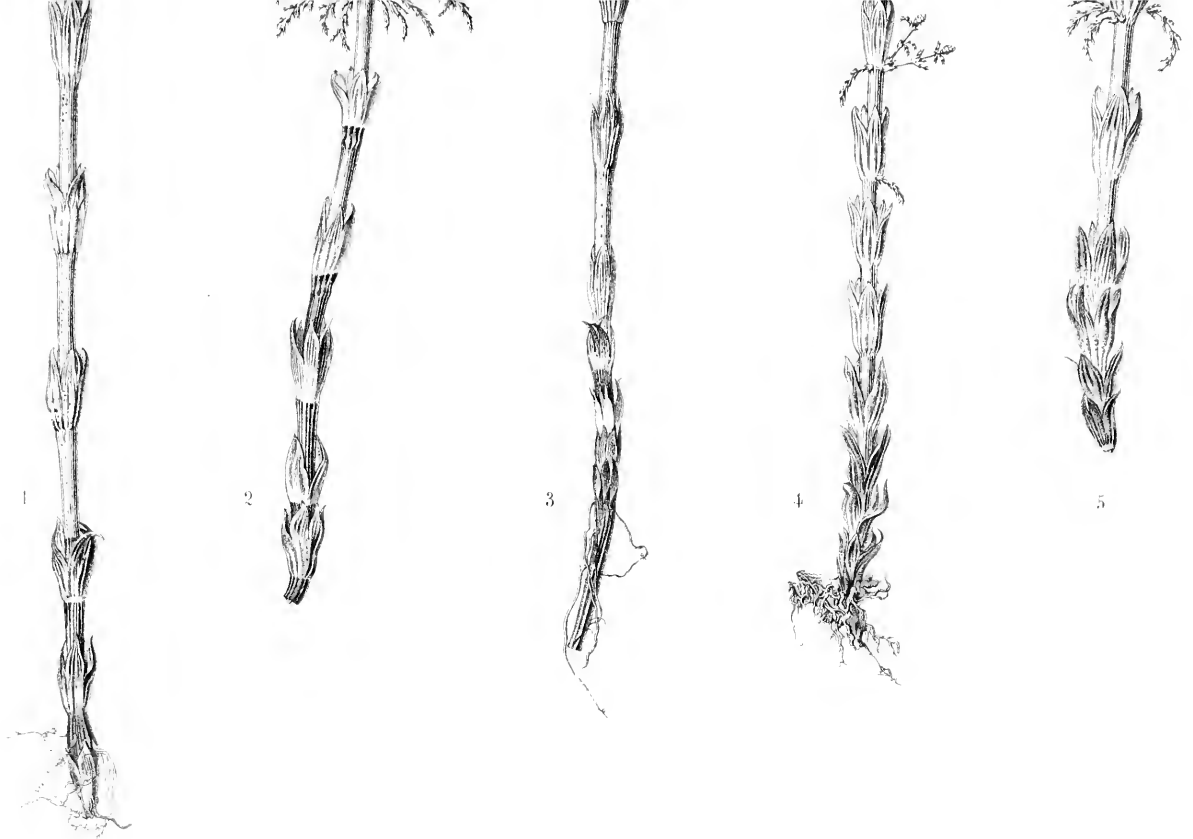




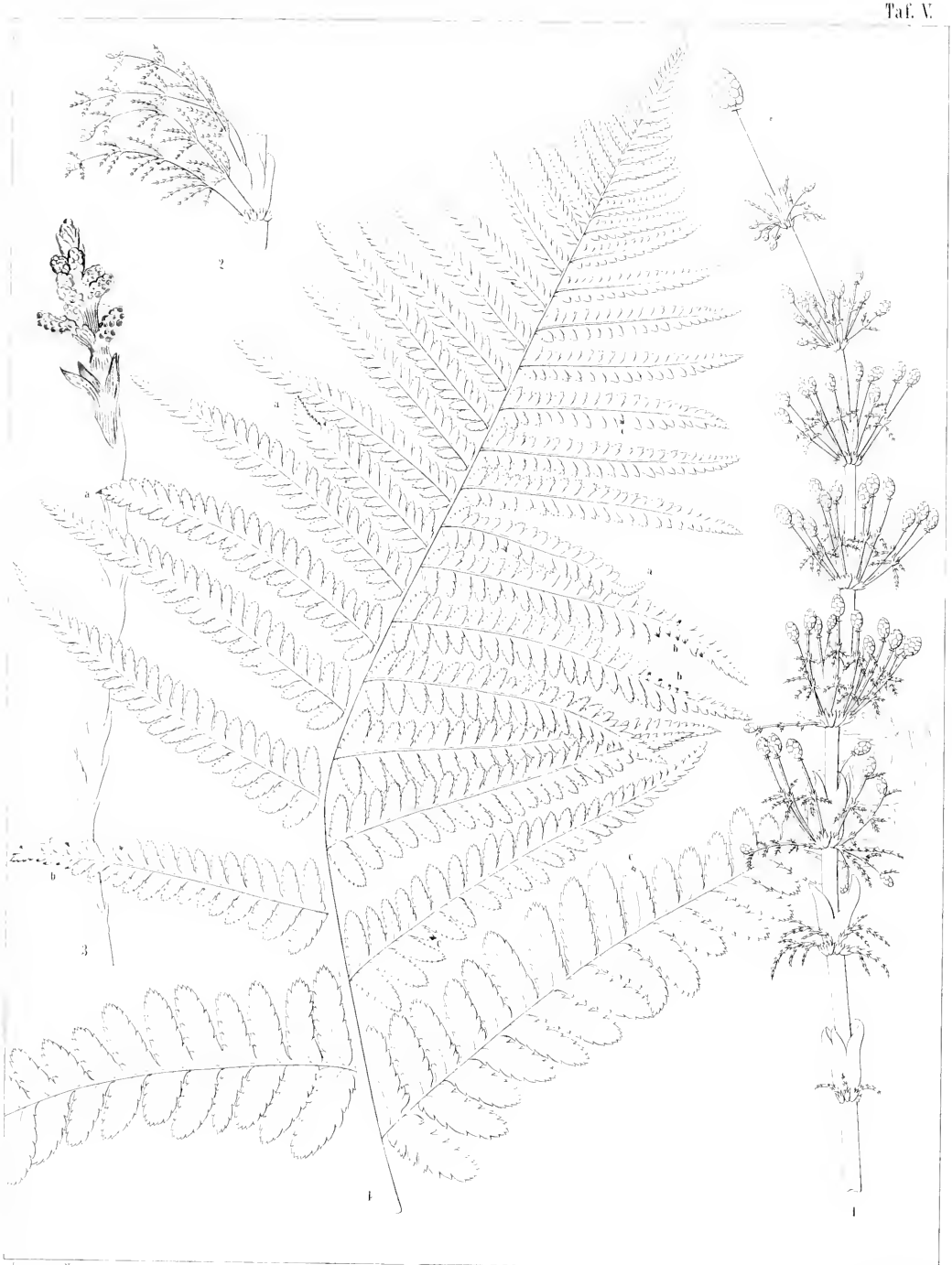
Artist. Anst. v. Th. Fischer Cassel.

Equisetum silvaticum L. forma polystachya Milde.





Equisetum silvaticum L. forma polystachya Milde.



Luerssen n. Nagel

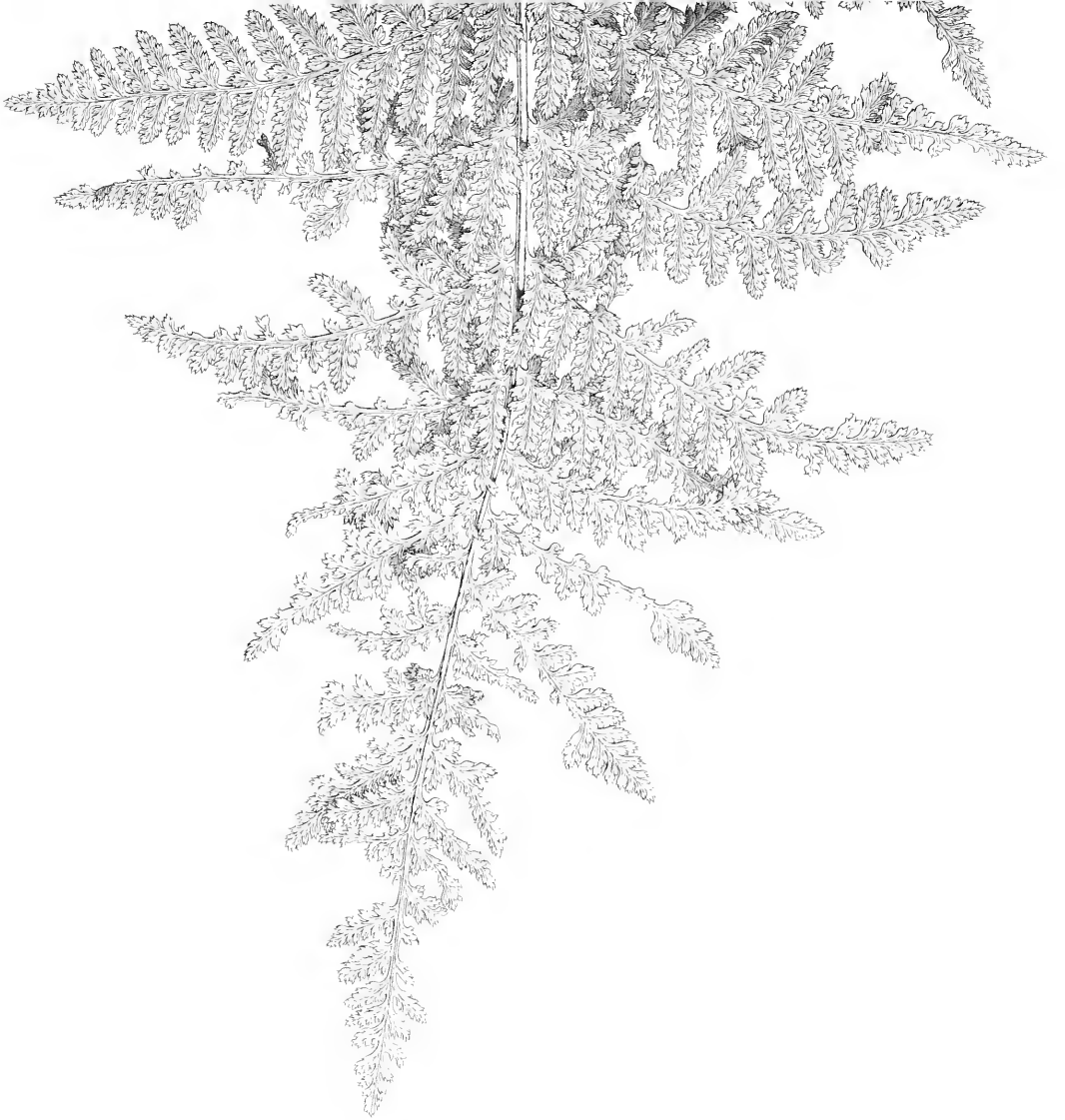
Artist. Anst. v. Th. Fischer Cassel

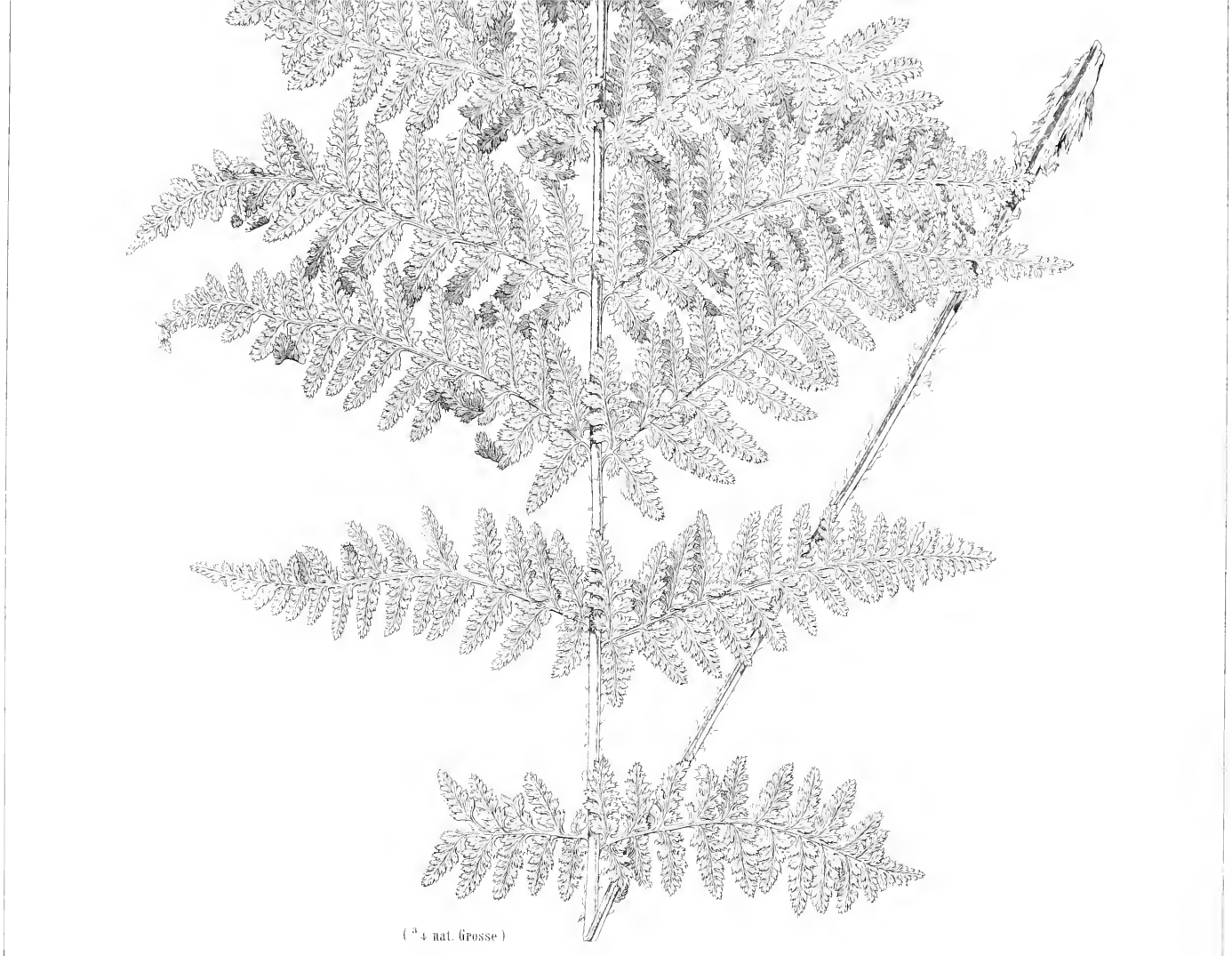
1–3. Equisetum silvaticum L. f. polystachya Milde.
4. Aspidium Filix mas Sw. Frostform 9. (Vgl. Taf. X XXIII.)

(3/4 nat Grösse)

Arbst Anst v Th Fischer, Cassel

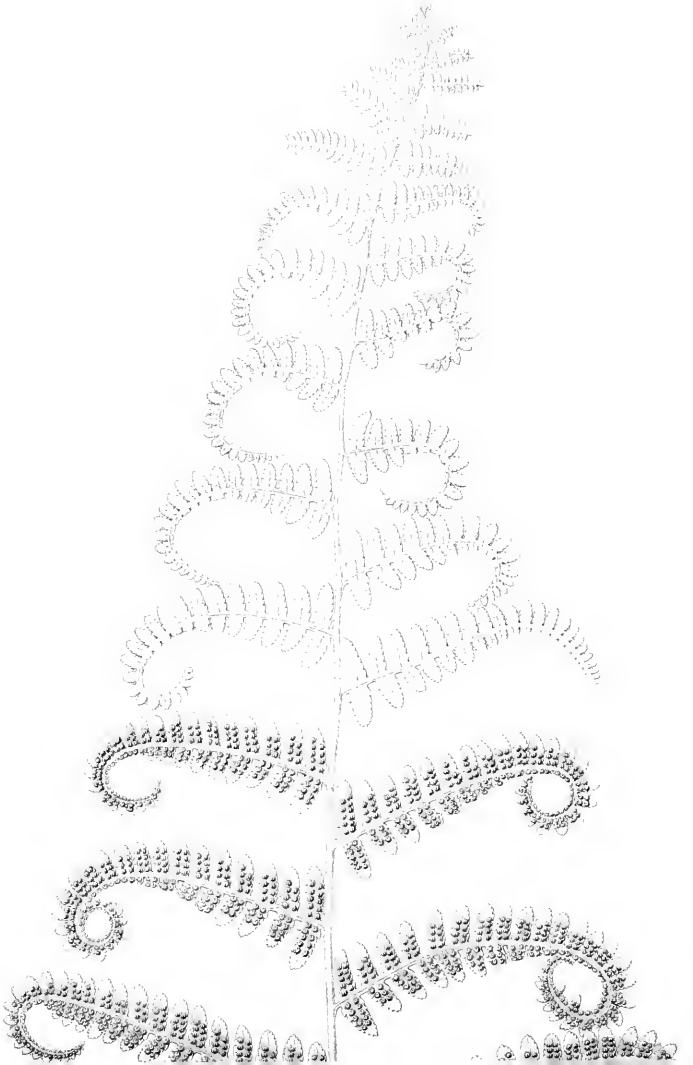
Athyrium Filix femina Roth, var. latipes Moore.

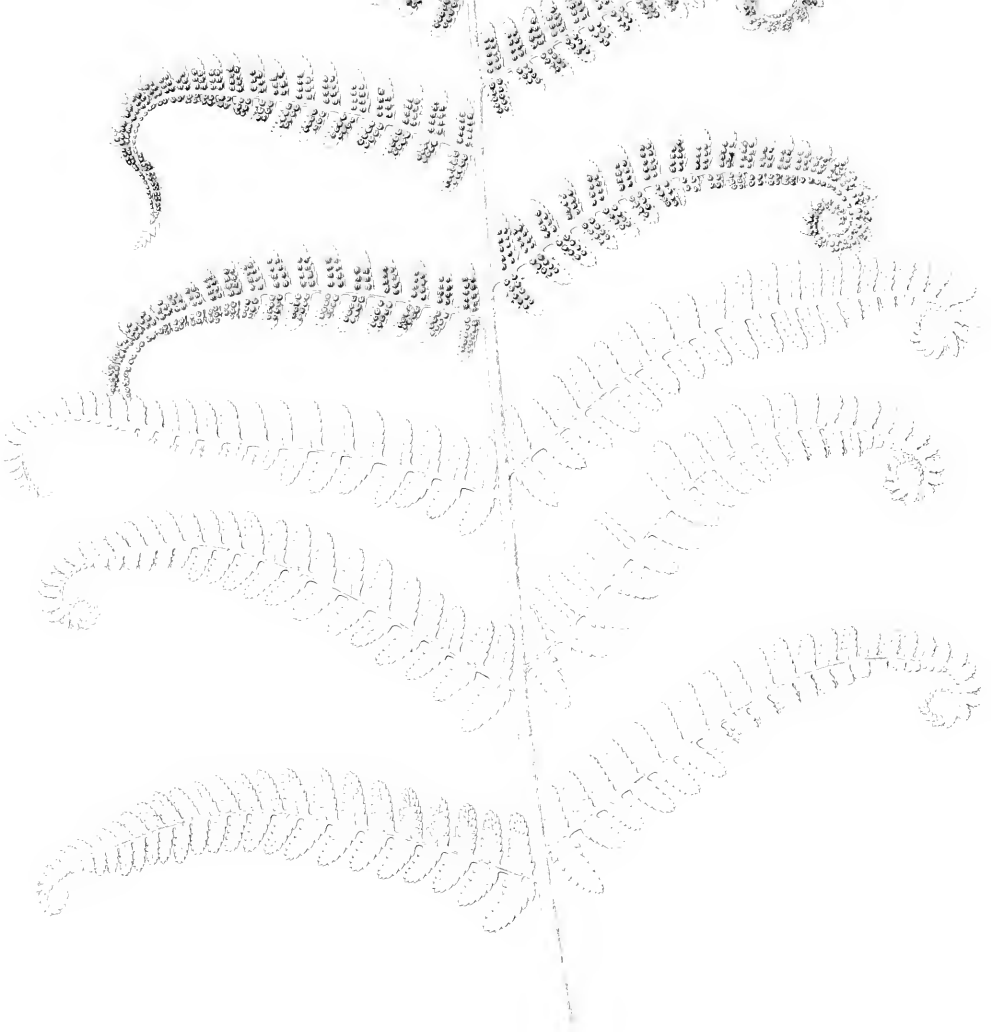




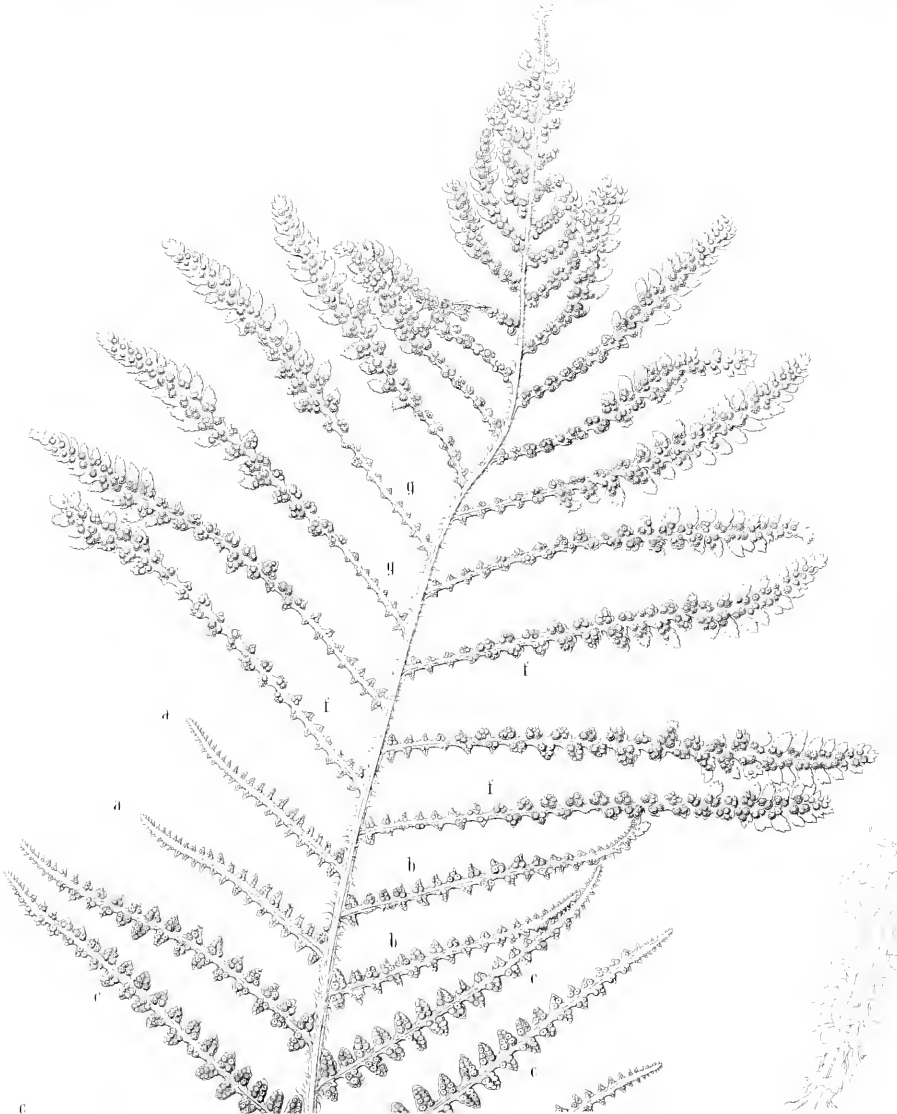
Artist Anst v Th Fischer, Cassel

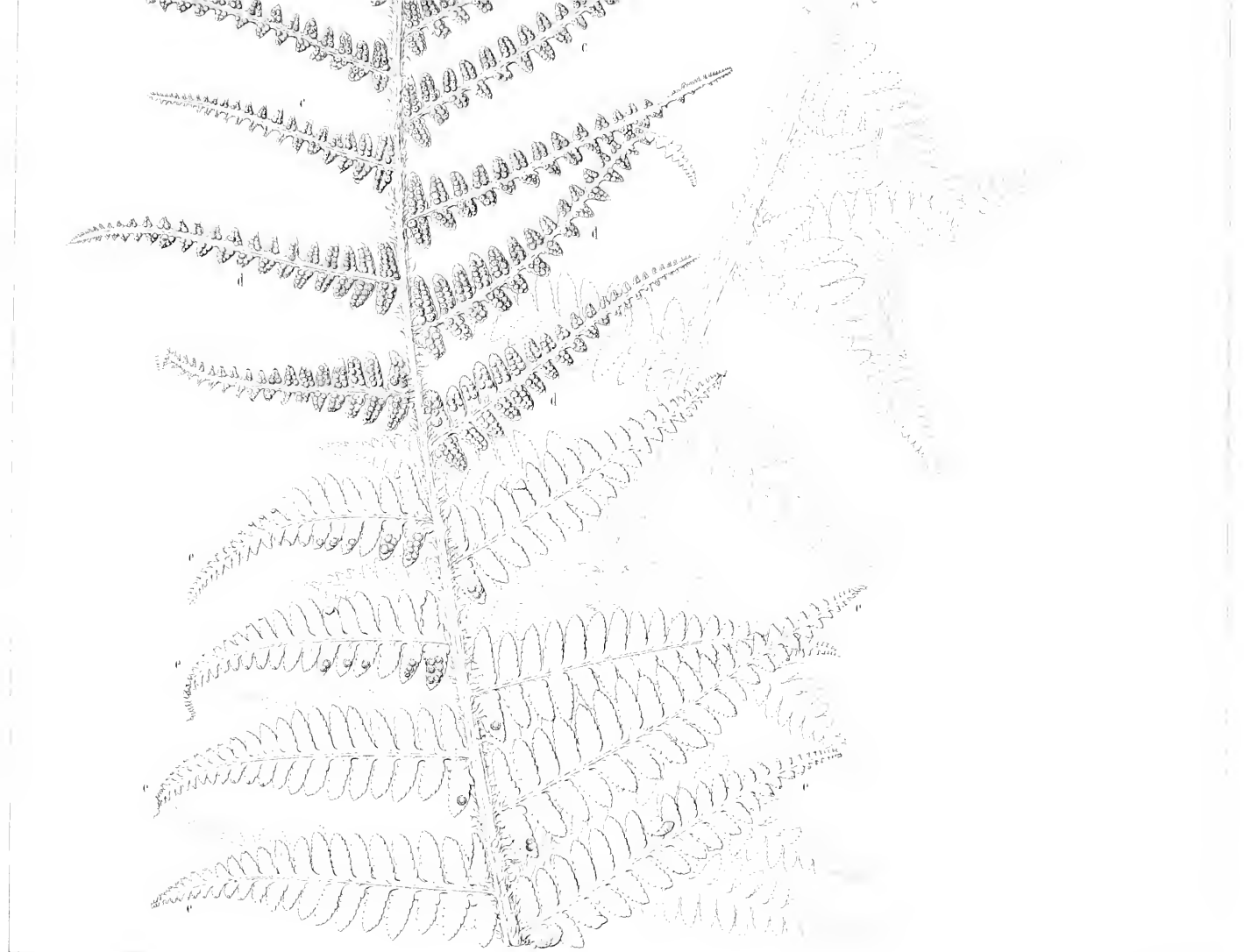
Athyrium Filix femina Roth, var. latipes Moore.



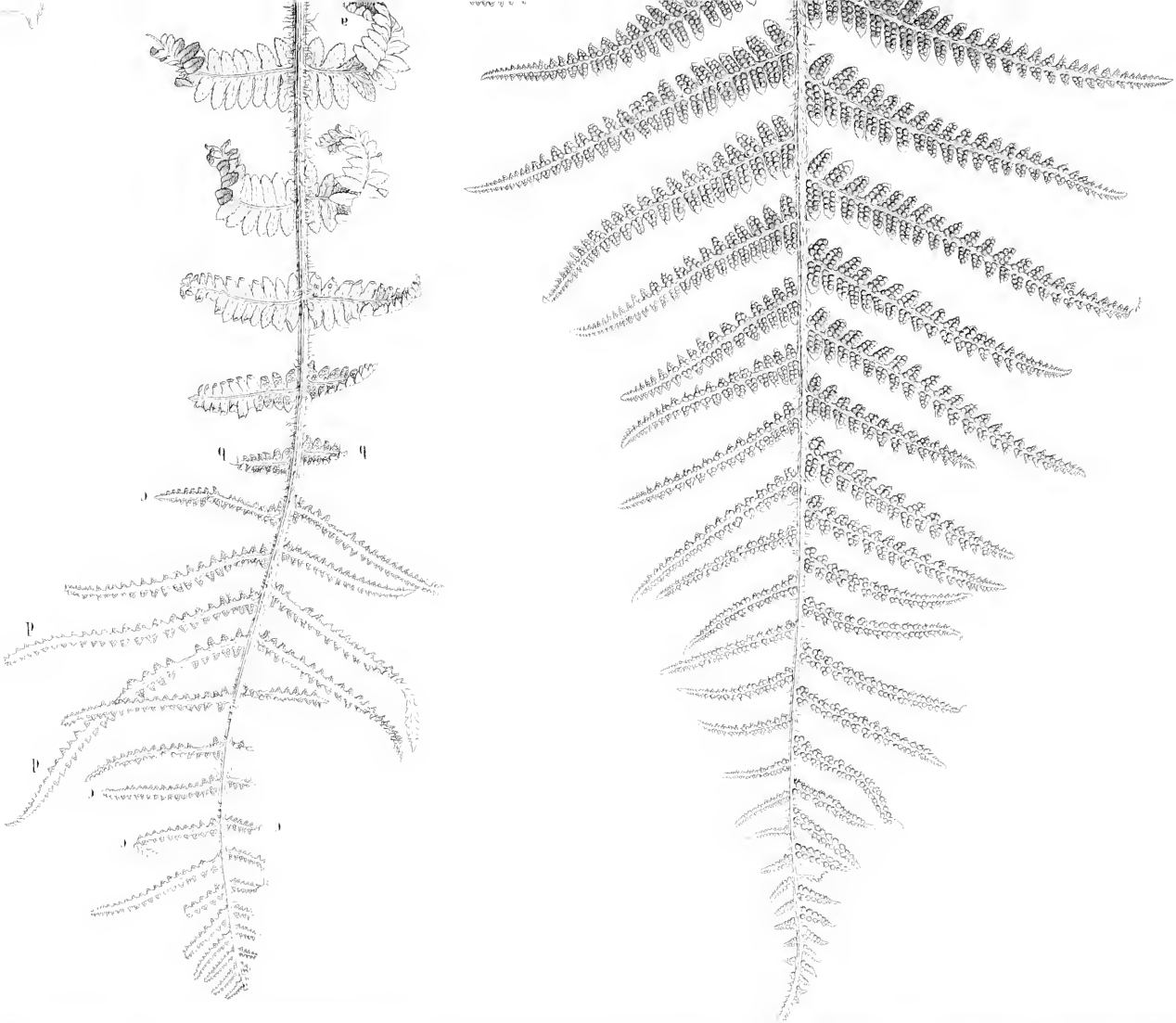


Aspidium Filix mas Sw.: Frostform 1.

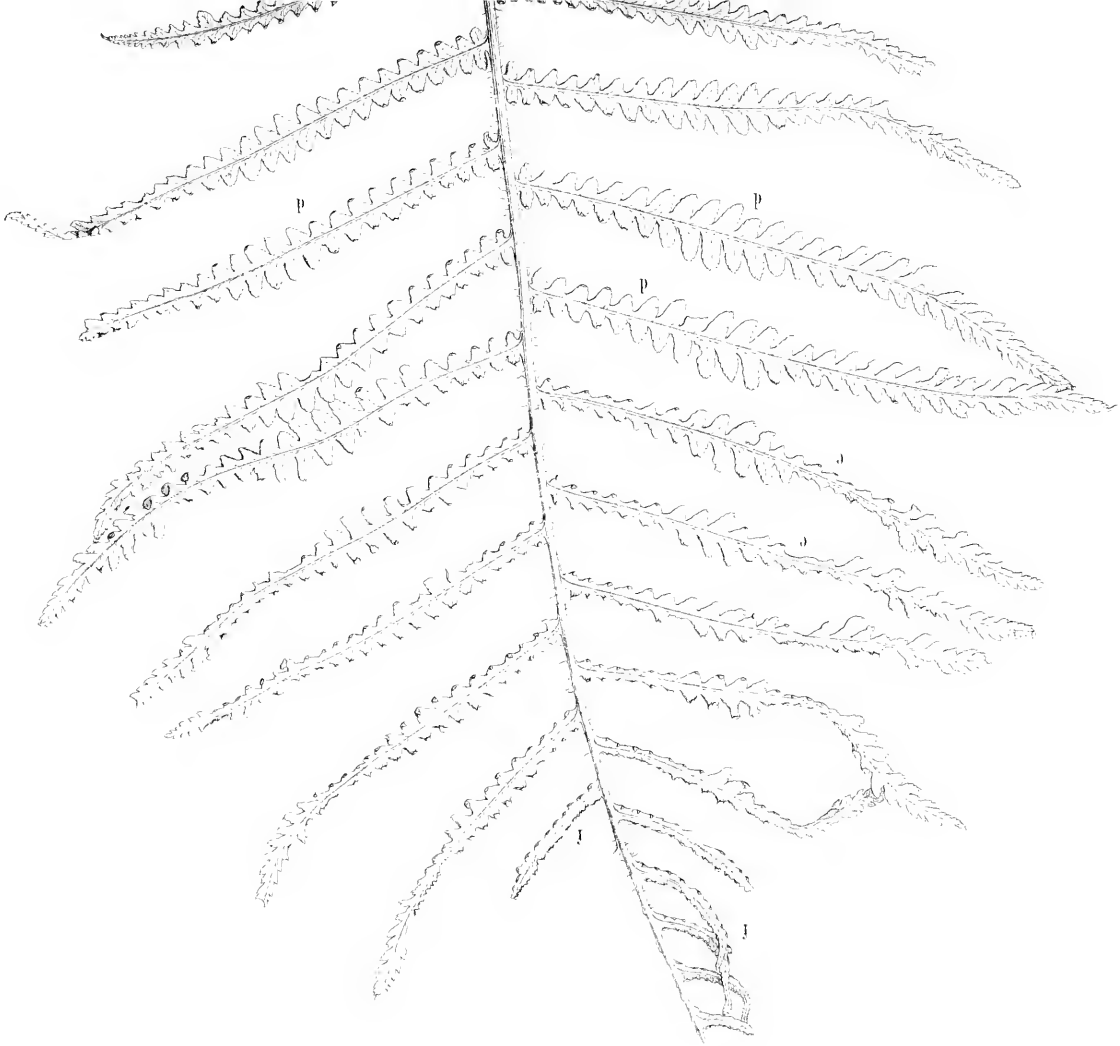

g
g
f
f
a
a
f
b
b
c
c
c
c

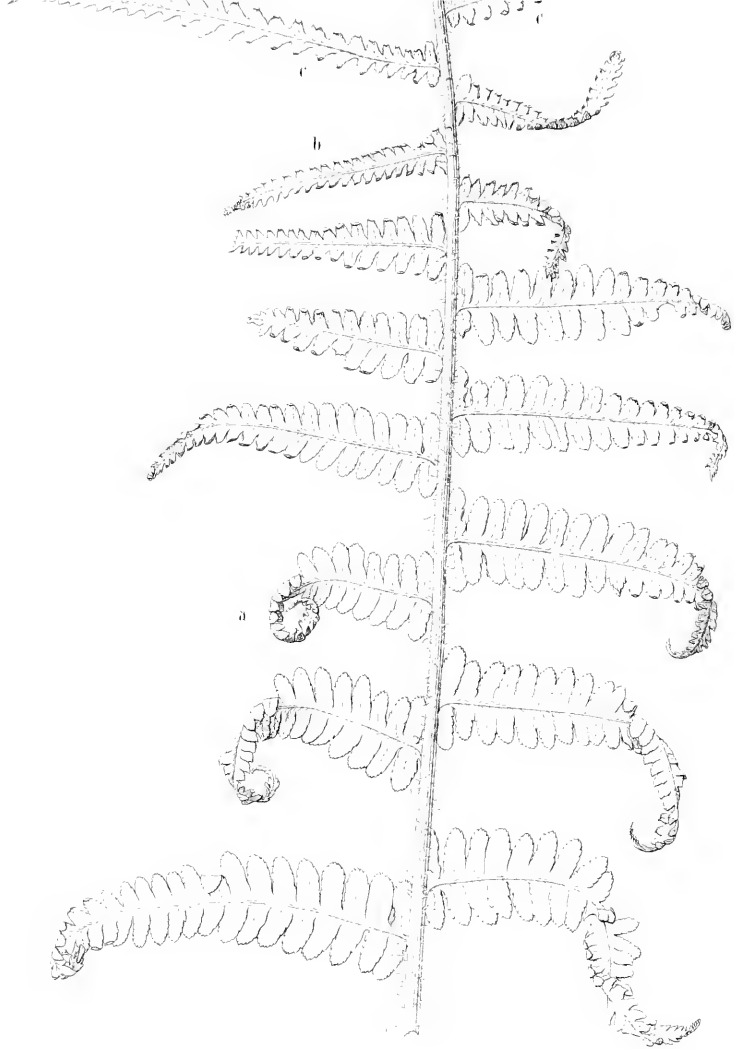


Aspidium Filix mas Sw.: Frostform 2.



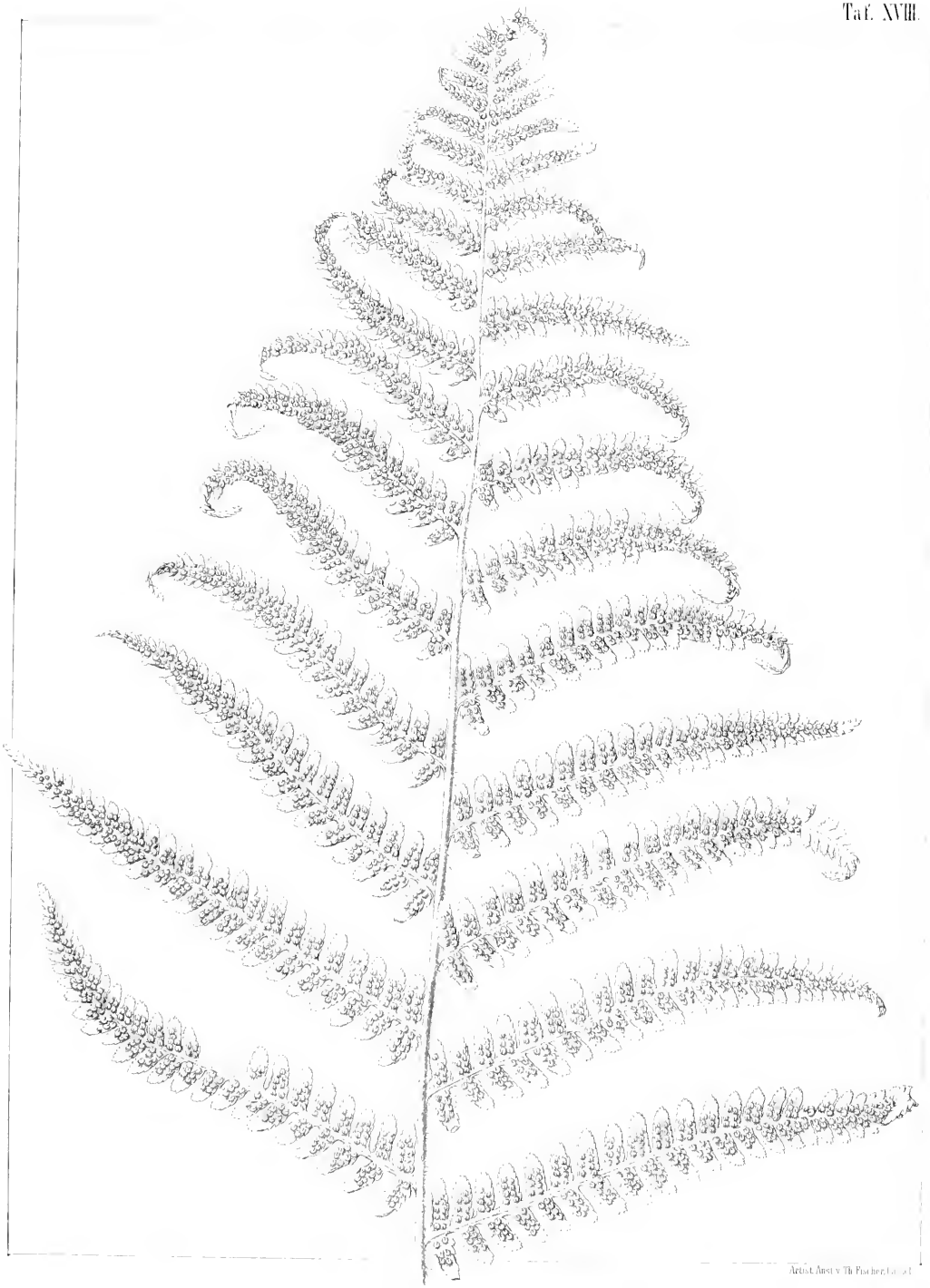
Aspidium Filix mas Sw.: Frostformen 3, 4.


p
p
p
o
o
I
I

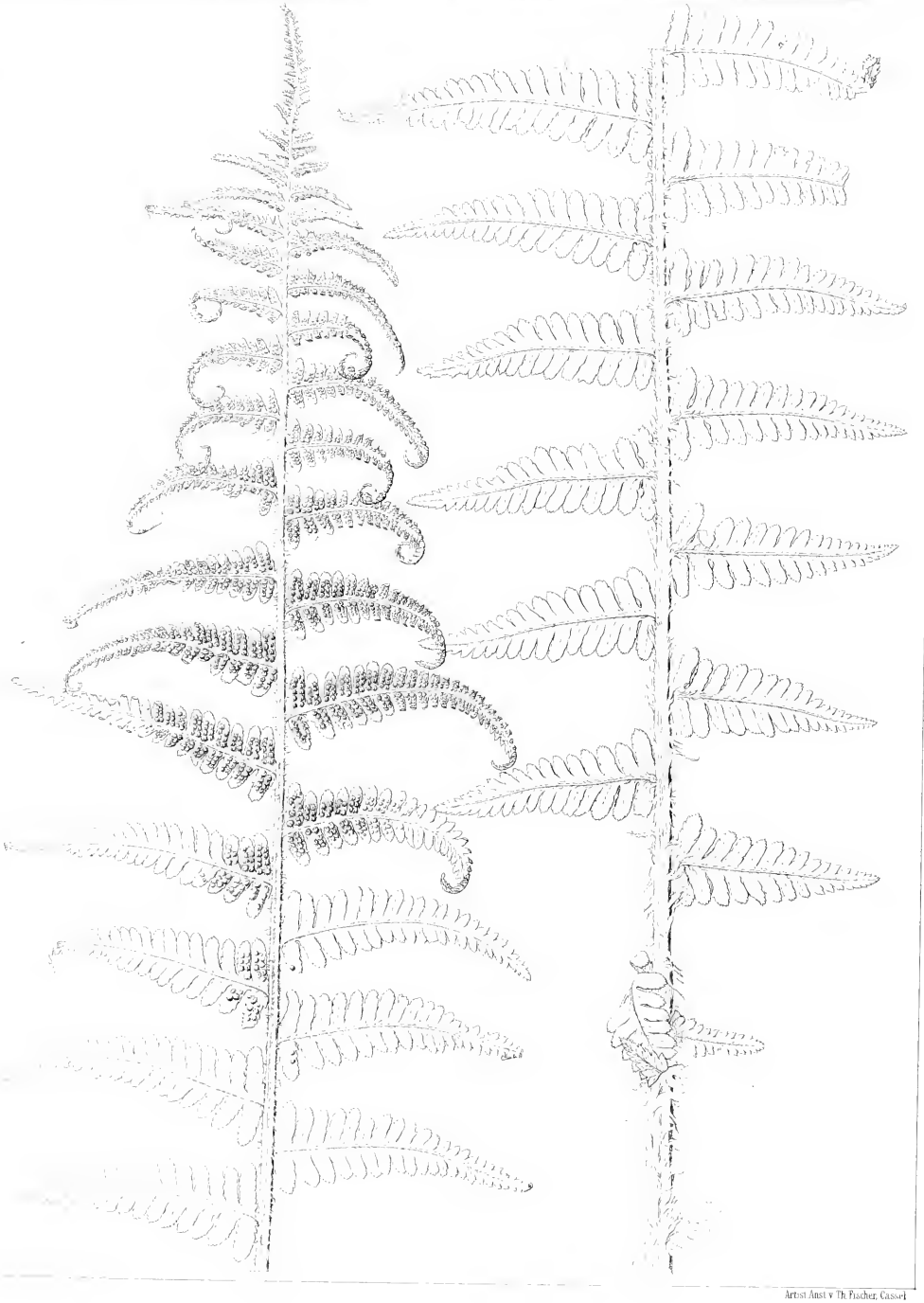


Artist Auct. v. Th. Fischer

Aspidium Filix mas Sw.: Frostform 5.

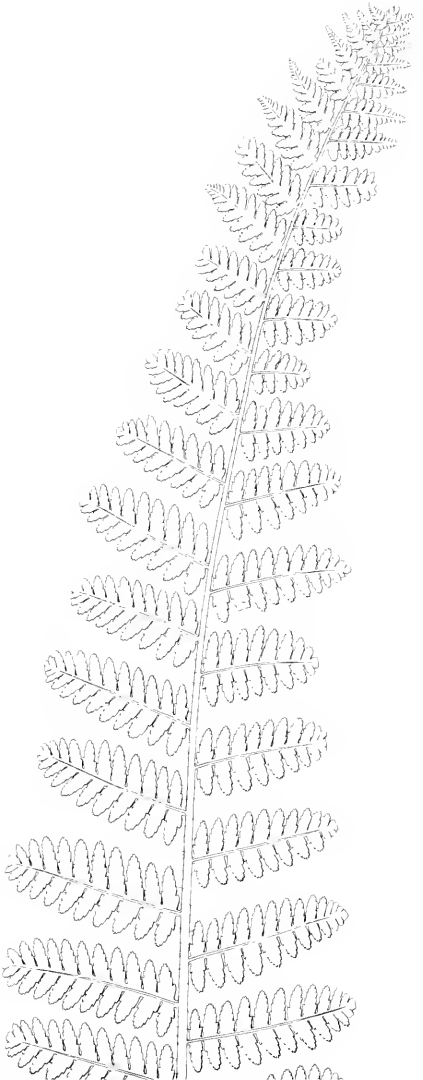


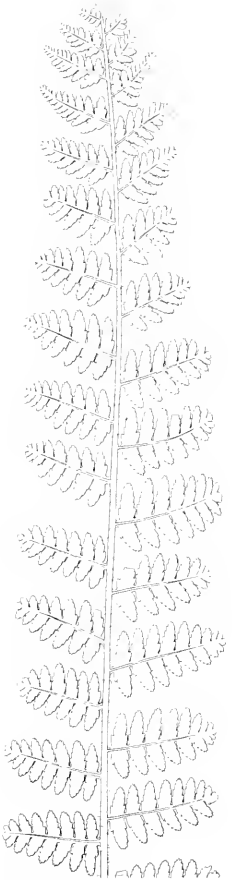
Aspidium Filix mas Sw.: Frostform 6.

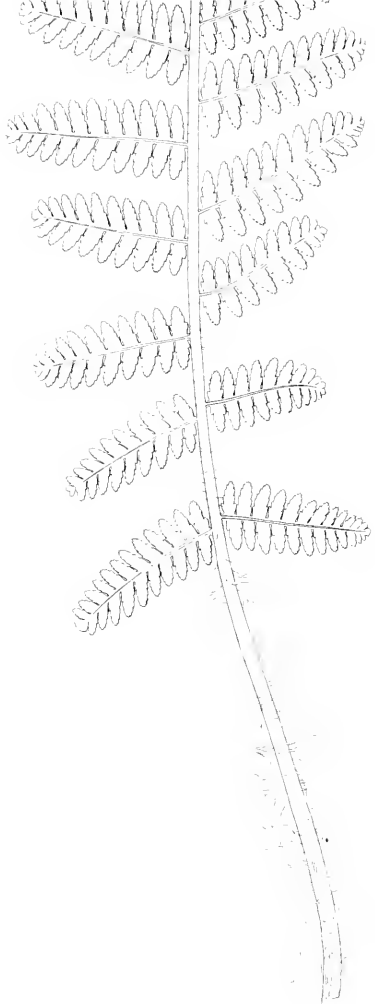


Artist Anst v Th. Fischer, Cassel

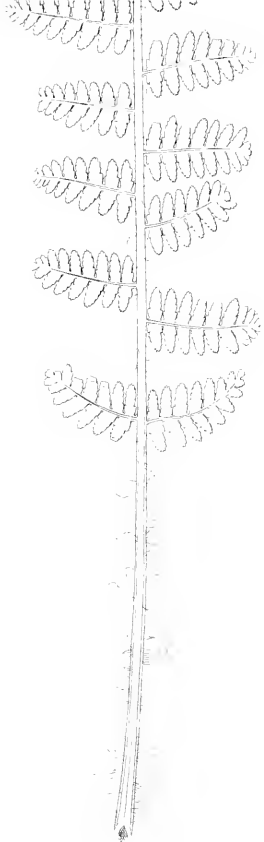
Aspidium Filix mas Sw.: Frostform 7.







3

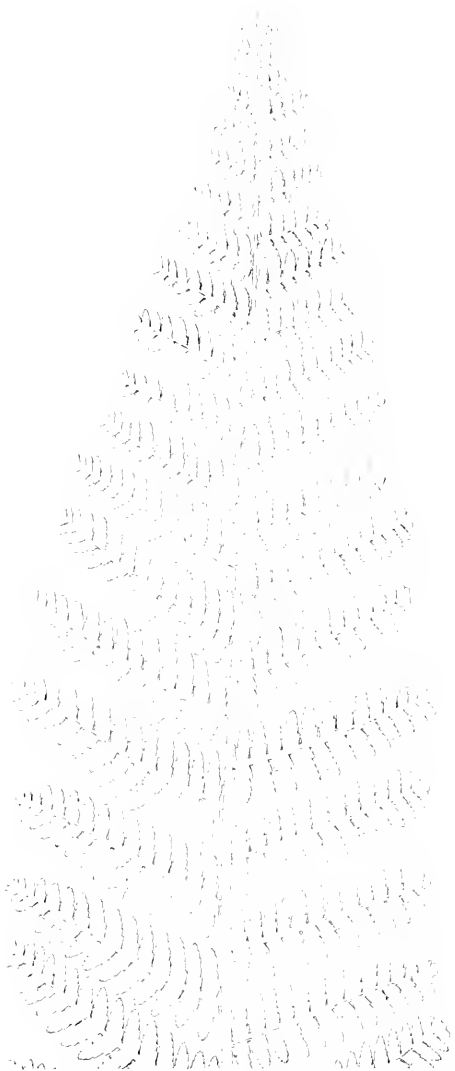


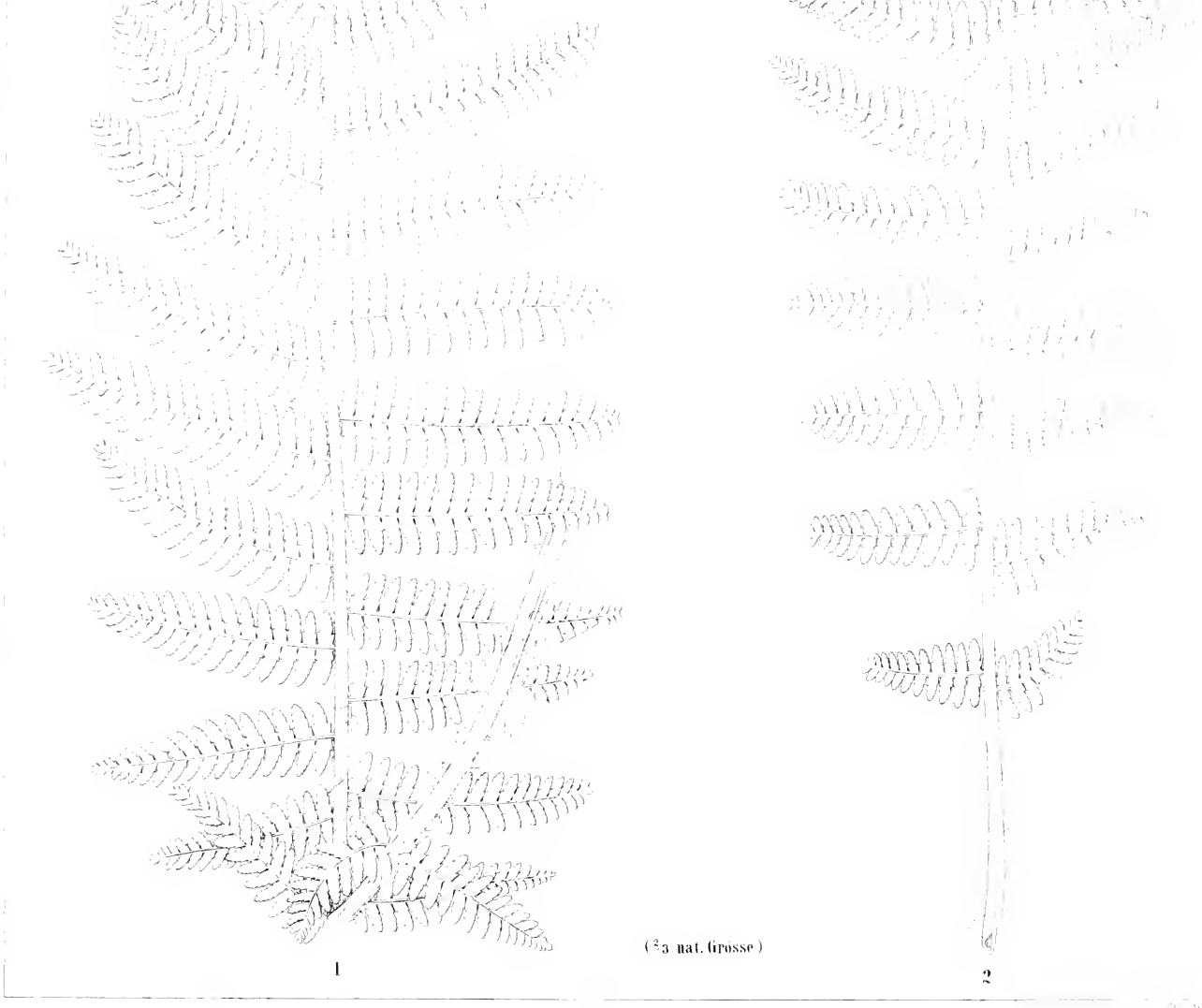
4

(2/3 nat. Grösse)

Artist. Anst. v. Th. Fischer Cassel

Aspidium Filix mas Sw.: Frostform 8.





Aspidium Filix mas Sw.: Frostform 8².

BIBLIOTHECA BOTANICA.

Original-Abhandlungen

aus

dem Gesammtgebiete der Botanik.

Herausgegeben

von

Prof. Dr. Chr. Luerssen
in **Königsberg i. Pr.**

und

Dr. F. H. Haenlein
in **Freiberg** (Sachsen.)

Heft 29.

Botanische Mitteilung über Hydrastis canadensis.

Von **Dr. Julius Pohl**
Privatdozent in Prag.

Mit 4 Tafeln.

STUTTGART.
Verlag von Erwin Nägele.
1894.

Botanische Mitteilung

über

Hydrastis canadensis

von

Dr. Julius Pohl,
Privatdocent in Prag.

Mit 4 Tafeln.

STUTTGART.
Verlag von Erwin Nägele.
1894.

Das Recht der Übersetzung bleibt vorbehalten.

Druck von A. Bonz' Erben in Stuttgart.

Hydrastis canadensis Linn. ist eine nordamerikanische *Ranunculacee*, die seit Jahrhunderten in ihrem Vaterlande wegen bestimmter, teils unmittelbar wahrnehmbarer Eigenschaften — eigentümlich aromatischer Geruch in getrocknetem Zustande, bitterer Geschmack, Gehalt an einem wasserlöslichen, gelb färbenden Bestandteil — teils wegen ihr zugesprochener Heilkräfte, sich ausgebreiteter medizinaler und technischer Verwertung erfreut. [1])

1860 wurde sie in die nordamerikanische *Pharmakopoe* aufgenommen. In Europa wurde sie erst 1883 durch den Rostocker Gynaekologen Schatz allgemein bekannt. Schatz empfahl das aus dem Rhizom der Hydrastis gewonnene Fluidextrakt auf Grund klinischer Erfahrungen als ein vorzügliches Stypticum gegen Blutungen aus dem weiblichen Genitalapparat; er hob insbesondere dessen Vorzüge gegenüber den so unverlässlichen Mutterkornpräparaten hervor, Angaben, die seitdem vielfach bestätigt worden sind.

Die physiologisch bedeutsamen Bestandteile der Pflanze sind die Alkaloide Berberin und Hydrastin. Planmässige experimentelle Untersuchungen über die Wirkungen derselben rühren von Falk, Fellner, Marfori u. a. her. Obwohl die Pflanze also in gewissem Sinne zu den längstbekannten gehört, ihr Verbrauchsgebiet ein stets zunehmendes ist, sind unsere Kenntnisse in botanisch-pharmakognostischer Beziehung durchaus mangelhafte geblieben. Die meisten Beschreiber hatten blos die Droge in Händen und begnügten sich mit der herkömmlichen makro- und mikroskopischen Beschreibung derselben. Die folgende Mitteilung hat das Ziel, die Anatomie und Morphologie der Hydrastis mit Hilfe frischen Materials festzustellen und damit die zum Verständniss der Droge notthuenden Thatsachen kennen zu lernen. Sie gliedert sich in folgende Abschnitte:

I. Allgemeines. Morphologie und Anatomie.
II. Stellung der Hydrastis in der Familie der Ranunculaceen.
III. Die Droge und ihre Verfälschungen.

I. Allgemeines.

Bevor auf die Beschreibung der Pflanze eingegangen wird, seien unter Anlehnung an die Angaben von Asa Gray [2]) und Lloyd [3]) wenige Worte über die Lebensbedingungen und Verbreitung derselben gesagt.

Die Pflanze ist schon der Anatomie der Blätter nach eine ausgesprochene Schattenpflanze und kommt in der That nur in schattigen, feuchten Wäldern vor. Eintritt starker Besonnung, etwa

[1]) Vulgaernamen für die Hydrastiswurzel sind: Golden seal, Yellow-root, Orange-root, Yellow Puccoon, Indian paint, Ohio Curcuma u. a. m.

[2]) Genera of the plants of the united states. Boston 1848.

[3]) Drugs and medicines of North-Amerika Nr. 3, 4, 5, 6. Cincinnati 1884.

nach Fällen der schützenden Bäume, genügt, um sie nach wenigen Jahren zum Aussterben zu bringen. Ihrer geographischen Verbreitung nach ist sie häufig in den nordamerikanischen Staaten Ohio, Indiana, Kentucky, West-Virginia, Georgia und Carolina, weniger häufig in Illinois, Arkansas, Tenessee. Cincinnati ist der Hauptstapelplatz für die Droge.

Die keine Blüte tragende Pflanze zeigt infolge der Grösse des einzigen, an jedem Rhizomzweig stehenden Laubblattes einen Habitus, welcher durchaus von dem der blühreifen Pflanze verschieden ist. Auf Taf. II, Fig. 1 ist ein Rhizomstück dargestellt, dessen Endknospe noch rein vegetativ ist, mit Seitenzweigen, deren Endglieder schon abgestorben sind (Fig. 1 z). Die Pflanze blüht Ende April, Anfangs Mai. Das blühreife Exemplar treibt aus jedem seiner jüngeren Rhizomzweige eine mit zwei Laubblättern versehene Axe, so dass ein kräftiges Rhizom den Eindruck macht, wie das auf Taf. I wiedergegebene.

Mir standen an 30 Exemplare lebender Hydrastispflanzen, die aus im Jahre 1892 der Erde entnommenen Rhizomen sich entwickelt hatten, 4 zweijährige aus Samen gewachsene Pflanzen, zwei Keimpflänzchen, sowie einige (schlecht entwickelte) Samen- zur Verfügung. *Hydrastis jezoensis* Siebold und Zuccnar., eine Art, deren Vergleich mit *H. canadensis* sehr notwendig wäre, war leider nicht zu erlangen.

Morphologie.

Auf Grund der Untersuchung teils nur Laubblätter tragender, teils floral abschliessender frischer Exemplare möchte ich folgendes Schema der unter- und oberirdischen Sprossentwicklung der H. c. entwerfen, wobei nur Einzelheiten noch nachträglicher Korrektur und Ergänzung bedürfen, welche derzeit bei dem geringen mir zur Verfügung stehenden Material nicht unbedingt sicher gestellt werden konnten. Vor Allem wäre es ja notwendig, einige aus Samen gezogene Exemplare Jahre hiedurch zu beobachten, um volle Kenntnis der Rhizomentwicklung zu erlangen, doch wird das Beobachtete genügen, um ein Verständniss der Droge, welche nur alte Exemplare der Pflanze enthält, zu ermöglichen.

Der im Frühjahr in die Erde gesenkte Samen entfaltet im Monate Mai zwei Cotyledonen. Fig. 2, Taf. III stellt ein **Keimpflänzchen** in natürlicher Grösse vor. Die Cotyledonen sind eiförmig, an der Spitze ausgerandet, mit einem knorpeligen Zähnchen in der Mitte, auf der Ober- und Unterseite zart behaart, mit einem mittleren Hauptnerven und zwei an der Blattbasis von ihm abgehenden Nebennerven. Das hypocotyle Glied ist ungefähr 2 mm lang, intensiv gelb, die Hauptwurzel matt gelb und mit 5—6 primären Zweigen versehen. An der Knospe erkennt man eine 1½ mm hohe Laubblattanlage mit deutlicher Spreite und eine die übrige Knospe völlig umhüllende Blattscheide. In einem zweiten Fall trug das Keimpflänzchen neben den Cotyledonen drei Laubblättchen. In seinem mikroskopischen Bau ähnelt das Cotyledonenblatt dem späteren Laubblatt, nur ist das Gewebe lockerer als in diesem gefügt durch die Anwesenheit zahlreicher und grösserer Intercellularräume.

Im zweiten Jahre entwickelt das Pflänzchen 4—5 alternierende, vorn und rückwärts gestellte, kleine schuppenartige Niederblätter, sowie drei Laubblätter, von denen jedoch nur eines zur vollen Ausgestaltung gelangt. In gleicher Weise wächst nun die Pflanze auch in den nächsten Jahren, bis sie endlich — direkte Beobachtungen liegen nicht vor — mit einer oberirdischen Axenregion, die mit einer Blüte endigt, abschliesst.

Diese letzte Jahresproduktion, welche mit einer terminalen Blüte schliesst, zeigt 4—5 Nieder-

blätter an kurzen Internodien einer noch als **Rhizomteil** ausgebildeten Axenregion; über den Niederblättern (Taf. I n) verlängern sich die nächsten drei Internodien zu einer oberirdischen Axenregion, an welcher zwei Laubblätter (Taf. I l u. l') sitzen. Alle Niederblätter, sowohl die der rein vegetativen Region, als auch die der letztjährigen mit der Blüte abschliessenden Region tragen Knospen in den Achseln, von denen sich meist die dritte zu einem Rhizomzweige entwickelt. Die Rhizomzweige, die aus dem Knöspchen hervorwachsen, können mehrere Jahre hindurch nur Niederblätter und Laubblätter, wie der absolute Hauptspross in seiner vegetativen Periode tragen, oder aber sie können, nach dem Absterben der oberirdischen Region, schon im nächsten Jahr wieder floral werden (im Schema Taf. II, Fig. 4. O 1892, O 93). An der letztjährigen blütetragenden Region des Rhizoms wächst dann ebenfalls gewöhnlich das dritte Knöspchen zu einem Rhizomzweig aus, der das Axensystem in gleicher Weise weiter entwickelt. In dem Schema[1]) (Taf. II, Fig. 4) sind die Verhältnisse so dargestellt, als ob nur das dritte Knöspchen zur Ausbildung und Blütenentwicklung gelangt wäre.

Von der letztjährigen abgeblühten Region bleibt nur der zum Rhizom ausgebildete untere Teil erhalten, während der oberirdische abstirbt und eine Narbe am Rhizom zurücklässt. Nach dem Absterben des terminalen Stückes der absoluten Hauptaxe entwickelt sich das Rhizom als Sympodium weiter. Als eine zweite Art vegetativer Verbreitung sind noch die, insbesonders an langen Wurzelfäden vorkommenden vegetativen Knospen zu erwähnen, von denen eine (k) an einem verkürzten Wurzelstück auf Taf. I eingezeichnet ist. Man erkennt an derselben deutlich zwei Niederblätter und ein Laubblatt.

Das frische Rhizom ist etwa 5 cm lang, $^1/_2$ cm dick, reichlich durch vegetative Zweige ausgegliedert, an der Unterseite und den Flanken dicht mit Wurzeln besetzt. Die Jahrestriebe sind von einander durch kräftige Einschnürungen geschieden, an denen die Reste von Leitbündeln, die von den Laubblättern herrühren, sitzen (Taf. I l'''). Jeder Jahrestrieb ist durch zarte, schmale Narben geringelt, welche die Insertionsflächen der abgestorbenen Niederblätter darstellen. Ausserdem bemerkt man an den alten Rhizomteilen die den oberirdischen Axenregionen zugehörigen Narben. In der Abbildung (Taf. I o) sind die Verhältnisse absichtlich etwas übertrieben gezeichnet.

Die eiförmigen, sitzenden **Niederblätter** (Taf. I n) werden bis zwei cm lang. Das Aeusserste ist meist durch Verwesungsvorgänge dunkelbraun gefärbt, die inneren hingegen sind am Grunde gelb; die übrige Blattspreite ist grünlich, mit rotem Anfluge. Die Nerven verlaufen vom Blattgrund fast parallel durch die Spreite, gegen das zähnchenartig zugespitzte Blattende etwas zusammenneigend. Die Niederblätter scheinen vorwiegend aus dem Blattgrund der Blattanlage hervorzugehen, da sich an ihrer Spitze meist noch eine verkümmerte Blattanlage vorfindet.

Blatt. Das am Rhizom entspringende Laubblatt besitzt eine scheidenförmige Basis, welche das Rhizom zu mehr als $^2/_3$ des Umfangs umfasst (Taf. IV, Fig. 6). Diese Scheide verschmälert sich nach oben zu in einen Blattstiel, der in seinem untersten Teil seitlich zusammengedrückt, in seinem oberen von rundem Querschnitt ist. Der Blattstiel wird 15—20 cm lang, ist behaart und steckt mit seinem untersten Drittel noch in der Erde. Die bei voller Entwicklung 8—12 cm hohe, an der Oberseite hellgrüne, an der Unterseite mattgrüne, sehr dünne Blattspreite ist tief handförmig gelappt, fünflappig. Ränder und Blattunterseite sind mit langen einfachen Haaren versehen, die Ränder ungleich gezähnt. Von den 5 Hauptnerven gehen alternierende secundäre, dann tertiäre Nerven ab, die netz-

[1]) Als Muster einer derartigen Analyse und schematischen Darstellung der Rhizomentwicklung sei auf das Beispiel *Anemone nemorosa* in Arthur Meyer's Drogenkunde II, p. 2 verwiesen.

läufig endigen. Ihre feinsten Endästchen bilden ein, besonders an der Blattunterseite deutliches, unregelmässig polygonales Maschennetz. Die oberirdische Axe des floralen Sprosses ist an der Basis von kreisrundem Querschnitt. Das erste Laubblatt sitzt mit einer knotigen Anschwellung an der Hauptaxe, die sich oberhalb derselben sehr verschmälert, ein Internodium von 3—6 cm Länge (Taf. I i) bildet. Das zweite Laubblatt ist kleiner als das erste, sitzend (Taf. I l'). Oberhalb des letzten Laubblattes nimmt die Axe Beschaffenheit des Blütenstiels an (Taf. I b).

Blüte und Samen. Der florale Spross schliesst terminal mit einer einzigen Blüte. Die kegelförmige Blütenaxe trägt drei bis vier blass-weiss bis rosa gefärbte äusserst hinfällige Perianthblätter. Dieselben werden normaler Weise etwa 1/2 cm lang, über 1/4 cm breit, sind manchmal von fast dreieckigem Umriss und entweder kurz gestielt oder mit der ganzen Grundbreite sitzend. Häufig finden sie sich an der Spitze eingerissen, in unregelmässiger Weise geschlitzt. Ihre gegenseitige Stellung, nach den von mir untersuchten Fällen, ist auf Taf. II, Fig. 2 u. 3 wiedergegeben.

Das Androeceum besteht aus 30—40 fertilen Staubblättern, die ein 1 cm hohes Filament, eine 4fächerige Anthere besitzen und seitlich aufspringen.

Das Gynaeceum enthält 12—20 Stempel von durschnittlich 4 mm Höhe, 1 mm Breite, die spiralig, dicht an einander gestellt sind. Ebensowenig als bei anderen Ranunculaceen ist ihr gegenseitiges Stellungsverhältnis direkt bestimmbar. Der Stempel besteht aus einem Carpell, ist zweisamig, besitzt eine abgeschrägte, gelappte und sich rinnig vertiefende Narbe, einen kurzen Griffel mit einer an seiner Aussenwand verlaufenden Rinne, die durch einen feinen Spalt in den obersten Abschnitt der Fruchtknotenhöhle mündet. Der Stempel verwandelt sich, unter Ausbildung von nur einer der beiden Samenknospen zu einem ellipsoidischen schwarzen Samen, in eine einsamige Beere. Es bildet sich, wie es nach der Beschreibung von Asa-Gray scheint, die ganze Stempelwand in eine fleischige Schicht um. Die zahlreichen Stempel setzen dann einen einaxigen Beerenstand zusammen.

Anatomie.[1])

Frisch der Erde entnommene Rhizome tragen zahlreiche bis 40 cm lange, 1/2—1 1/2 mm dicke, sich nur spärlich verzweigende **Nebenwurzeln.** Makroskopisch sieht man an den jüngsten Wurzelstücken unter der dünnen Epidermis ein grüngelbes Parenchym, das ein centrales Leitbündel von der Breite des Drittels des Durchmessers umschliesst.

Mikroskopisch zeigt der Querschnitt folgende dem primären Bau einer normalen dikotylen Wurzel entsprechend angeordnete Merkmale:

1) Die **Epidermis** (Taf. IV, Fig. 3) besteht aus leicht abfallenden, nach aussen ausgebuchteten, gelb bis braun gefärbten, längsgestreckten Zellen mit stark verkorkter Aussenlamelle. Viele dieser Zellen sind zu dünnen, einzelligen Wurzelhaaren entwickelt. Unter der Epidermis findet sich eine einreihige Hypodermis mit lückenlos verbundenen, ringsum verkorkten, ebenfalls längsgestreckten, am Querschnitt annähernd fünf- oder sechseckigen Hypodermiszellen (Hyp. in Fig. 3).

2) 8—10 Lagen eines weitmaschigen Parenchyms aus grossen, einfache runde Tüpfel tragenden Zellen.

[1]) So gut die oben citierte Arbeit von Lloyd in ihrem allgemeinen, popular botanischen Teil ist, so unzulänglich ist sie im anatomischen. Die Lloyd'schen Abbildungen entbehren jeglicher Individualisierung und sind in vielen Einzelheiten unrichtig, irreführend.

3) Nun folgt eine einschichtige **Endodermis** aus im Querschnitt tangential gestreckten, an den Radialwänden bandförmig verkorkenden, schmalen Endodermiszellen (Taf. IV, Fig. 4 En.). Von diesen umschlossen findet sich das centrale di-tetrarche **Leitbündel** mit einem einschichtigen Pericambium. Die Tracheenstränge bestehen aus kurzzelligen, starkwandigen mit runden bis breitspaltigen, zart gehöften Tüpfeln versehenen Gefässen.

Wurzelstücke von $1^1/_2$—2 mm Dicke zeigen durch secundäres Wachstum von Vorstehendem abweichende Verhältnisse. Während nämlich die Elemente der Epi- und Hypodermis, sowie das nur der Schichtenzahl nach verbreiterte Parenchym den entsprechenden Partieen der primären Rinde durchaus gleichen, durch Dehnung nur wenig verändert sind, sind die Endodermiszellen hier noch mehr tangential gestreckt, ihre Zahl vermehrt, ihre Wand jetzt in toto verkorkt. Vor den englumigen primären Gefässen ist ein, je nach dem Alter der Wurzel 4—6 reihiger, aus dünnwandigen längsgestreckten Zellen zusammengesetzter Hauptmarkstrahl (H in Fig. 2, Taf. IV) entstanden. Das secundäre Holz zeigt 1 oder 2 Zellen breite secundäre Markstrahlen (m) von wechselnder Zahl. Die Tracheen sind weite Gefässe mit gehöften oder breitspaltigen Tüpfeln. In der secundären Rinde sind zwischen die strahlig auseinanderweichenden Hauptmarkstrahlen die nach aussen bogenförmig begrenzten Rindenstränge gelagert, mit unregelmässig zusammengedrückten Parenchymzellen und vereinzelten, etwas collenchymatischen Siebsträngen (s).

Die Wurzeln verdicken sich verhältnismässig wenig; da auch in den ältesten Wurzeln ein Abstossen der primären Rinde nicht erfolgt, so findet sich auch in ihnen immer noch die Hypodermis als äusserste Gewebsschicht erhalten.

Die **Verteilung des Berberins** wird an Schnitten frischer Wurzeln, die man, um die Zellen nicht zu verletzen, dicker als sonst führt und nur oberflächlich mit Wasser abspült, durch die Farbe leicht ersichtlich. Das Berberin findet sich sowohl in den Wurzeln mit primärem wie mit secundärem Bau fast ausschliesslich in den Zellsaftvacuolen der Hypodermis-, der Endodermis- und vereinzelter dicht an die Tracheenstränge angeschmiegter Parenchymzellen abgelagert. Die Gefässe sind berberinfrei.

Die die Parenchymzellen dicht füllenden Stärkekörner liegen teils einzeln teils zu 2—4 in einem Chromatophor, wodurch sie teilweise mit schiefen Kanten versehen werden; ihr Durchmesser beträgt 0,005—0,01 mm.

Rhizom. Das Bild eines Querschnittes eines solchen von 6 mm Durchmesser siehe Taf. IV, Fig. 1. Der in verschiedener Stärke entwickelte Kork, aus Tafelzellen gebildet, führt auf ein schmales, meist nur e i n e Zellschicht breites Korkkambium (kc); unterhalb desselben folgt eine 1—2 Zelllagen breite, etwas stärkere Zellwände besitzende Parenchymzone und unter dieser, den ganzen übrigen Querschnitt ausfüllend, das eigentliche dünnwandige, grossmaschige Parenchym (P). Etwa 1—$1^1/_2$ mm von der Korkschicht folgt ein Leitbündelcylinder aus 11—12 einzeln stehenden, durch breite Markstrahlen geschiedenen Leitbündeln (L). Ein zusammenschliessendes Kambium fehlt. Die collateral offenen Leitbündel tragen in einzelnen Fällen v o r den Siebsträngen einzelne Sklerenchymfasern (Sk). Die peripheren Gefässe des Holzteiles, sowie einzelne im Centrum derselben sind mit einer homogenen Füllmasse ausgefüllt. Die Gefässe sind kurzgliedrige, 0,2 mm lange, spitz zulaufende Tracheen mit gehöften Tüpfeln. Die an der Peripherie der Holzstränge befindlichen Tracheen besitzen im Vergleich mit den nach innen zu gelagerten ein weites Lumen (0,025 mm gegenüber 0,012 oder 0,02 der inneren).

Die Zwischenwände der Tracheen sind kreisförmig durchbrochen, so dass nur ringförmige Leisten die Grenzen der Einzelglieder bezeichnen.

An nicht blühreifen Rhizomzweigen habe ich den Leitbündelverlauf genauer verfolgt. Die

fransenartig zurückbleibenden Reste der Leitbündel der zu voller Entwicklung gelangten Laubblätter gestatten, wie wir gesehen haben, die Jahrestriebe sicher von einander zu unterscheiden. Durchschneidet man, von oben nach unten gehend, den jüngsten derartigen Jahrestrieb, so ergeben sich folgende Verhältnisse.

Der scheidenartig den Vegetationspunkt umgebende Laubblattgrund (Taf. IV, Fig. 6) enthält 11—12 in gleichmässigen Abständen stehende Leitbündel. Die nächsten Schnitte zeigen einen Kranz von 11—12 Leitbündeln, die am Uebergang des äussersten Radiusdrittels zum mittleren gesetzt, im Grossen und Ganzen diese Lage durch den ganzen Jahrestrieb beibehalten. Die Rinde wird von vereinzelten, zarten Leitbündeln schief durchsetzt, die sich entweder geteilt oder ungeteilt den grossen Leitbündeln seitlich anschliessen. Die Leitbündel des Leitbündelringes sind durch Markstrahlen von wechselnder Weite (20—30 Zellzüge) von einander getrennt, von unregelmässiger Form; bald 5—8 Tracheen breit, bald 30—40. Deutlicher als die Insertion der Niederblätter lässt sich die der Laubblätter im Querschnitte verfolgen. An diesen sieht man, wie die eintretenden Gefässbündelenden sich teilend rechts und links die zwei benachbarten, vertikal verlaufenden Leitbündel erreichen. Auch direktes Anlagern an ein älteres Leitbündel kommt vor. Im Längs- und Tangentialschnitt sieht man die grossen Leitbündel sich von Strecke zu Strecke dicho- und trichotom teilen, nach kurzem Verlauf und seitlicher Deviation sich wieder vereinend. Der vorstehend geschilderte Leitbündelverlauf bedingt, dass die Leitbündelzahl in den verschiedenen Querschnittshöhen, von unerheblichen Schwankungen abgesehen, fast konstant bleibt (zwischen 12—16) und nur an jenen Stellen eine Aenderung erfährt, wo die sich einsenkenden Stränge der Laub- und Niederblätter eine durch wenige Zehntel Millimeter hin sich erhaltende Vermehrung der Leitbündel herbeiführt.

Das Rhizom ist ausserordentlich reich an Berberin führenden Parenchymzellen: dieselben finden sich dicht unter dem Korkkambium in grosser Menge, dann über Rindenparenchym und um die Gefässe zerstreut.

Das Niederblatt besitzt an der Ober- wie Unterseite langgestreckte Epidermiszellen; die Epidermiszellen der inneren (oberen) Seite sind schmäler, zarter als die der unteren Seite. Die unter Bildung kleiner Intercellularräume aneinander schliessenden Mesophyllzellen sind annähernd cylindrisch, mit spärlichen Chromatophoren erfüllt.

Blatt. Die Epidermiszellen der Blattober- und -unterseite sind wellig in ihrer Wand, an der Blattunterseite finden sich Spaltöffnungen und Haare. Eine Palissadenschicht ist nicht entwickelt. Das Mesophyll besteht aus der Blattoberfläche nach gestreckten, dicht mit Chromatophoren erfüllten, zartwandigen gebuchteten Zellen in 7—8 Lagen, die grosse Intercellularräume umschliessen. Längs der Hauptnerven werden die Epidermiszellen wie auch die Mesophyllzellen längsgestreckt, die letzteren gegen die untere Epidermis hin in ihren Wandungen verdickt. Das Hauptleitbündel ist aus zwei Einzelsträngen zusammengesetzt, dessen Siebstränge, wie normal, gegen die Blattunterseite gelagert sind. Dem Hauptleitbündel sind oft zwei bis drei kleinere Leitbündel mit umgekehrter Anordnung der Elemente, d. h. Holzteil gegen die Blattunterseite, Siebteil gegen die Oberseite, vorgelagert. Um die Hauptnerven finden sich einige Berberin führende Parenchymzellen.

Blattstiel. Bei Beschreibung des Blattstieles scheiden wir die Stiele der am Rhizom sitzenden Blätter von denen an der oberirdischen Laubblattregion. Die ersteren sitzen mit einer scheidenartigen Verbreiterung, deren Querschnitt Fig. 6, Taf. IV wiedergibt, am Rhizom. Ihre Epidermis besteht aus längsgestreckten, spitz zulaufenden, im Querschnitt isodiametrischen Zellen, die vereinzelte Spaltöffnungen und Haare bilden. Ihnen folgt eine als Hypodermis ansprechbare Zellschicht, dann längs-

gestreckte Parenchymzellen, die etwa $^2/_{10}$ mm unter der Epidermis einen Kranz von 12—13 collateral offenen Leitbündeln und ein Leitbündel im Centrum umschliessen. Die Siebstränge sind von bogenförmigen Sklerenchymscheiden umsäumt. Die Blattstiele der an der oberirdischen Achse sitzenden Laubblätter sind durch die zartere Entwicklung, das Mangeln von Sklerenchymscheiden um die Leitbündel von den erst beschriebenen Blattstielen unterschieden.

Oberirdische Axenregion. Die oberirdische Axenregion, die die beiden Laubblätter und die Terminalblüte trägt, zeigt im allgemeinen denselben Bau wie der Blattstiel, nur ist ihr Umfang grösser, die Leitbündelzahl auf 24, 27, 32 angewachsen und um die Siebstränge sind kräftige, bogenförmige Scheiden von verholzten Sklerenchymfasern gelegt (Taf. IV, Fig. 5 Sk). Diese Sklerenchymfasern sind lange, spitz zulaufende, im Querschnitt polygonale Fasern mit weitem Lumen und kräftiger, gleichmässig verholzter Wandung. Ihre spärlichen Tüpfel sind klein und schräg verlaufend. In Bezug auf die Leitbündelzahl dieser Axenregion konnte ich feststellen, dass diese Zahl im Knotenpunkt des unteren gestielten Laubblattes die grösste ist (z. B. in einem Falle 40 Leitbündel) und dass, von kleinen Schwankungen abgesehen, nach abwärts eine stete Verminderung derselben durch Aneinanderlagern erfolgt, bis endlich an der Axenbasis nurmehr 12- 14- 16 Leitbündel in die oberirdische Axe eintreten.

Was die Berberinverteilung in der Axe anlangt, so findet sich das Alkaloid teilweise in der Epi- und Hypodermis, vorwiegend aber in den längsgestreckten, den Leitbündeln benachbarten Parenchymzellen.

Im Blütenstiel sind die Leitbündel (8—10) in die Gegend der Radiusmitte gerückt, ohne Sklerenchymscheiden.

Blüte. Im Querschnitt der Perianthblätter fallen an der Oberseite die über das Blattniveau hervorgewölbten, dicht gestellten Spaltöffnungen mit relativ grossen Atemhöhlen, sowie die kurzen einzelligen Haare auf.

Das nur 2—3 Zelllagen breite Mesophyll zeigt grosse Intercellularräume. Die untere Epidermis besteht aus langgestreckten, mit spärlichen Chromatophoren erfüllten Zellen.

Staubblatt. Die Epidermis desselben besteht aus kleinen kubischen Zellen, die Faserzellschicht aus im Querschnitt trapezoiden Zellen mit deutlicher Wandverdickung; dann folgen 2—3 Schichten zusammengedrückter Parenchymzellen. Die genaue Anatomie der etwa 0,04 mm Durchmesser besitzenden Pollenkörner festzustellen hinderte mich der Umstand, dass meine Pflanzenexemplare nicht völlig ausgereift waren.

Griffel und Fruchtknoten. Der Querschnitt durch den Griffel ist hufeisenförmig. Die äussere Fruchtknotenepidermis trägt kurze einzellige Haare, Spaltöffnungen und besteht aus kleinen, fast kubischen Zellen. Die innere Epidermis wie die innere Hälfte des Fruchtknotenparenchyms ist in allen Zellen mit feinen Oxalatdrusen erfüllt.

Die Fruchtknotenhöhle (Taf. III, Fig. 3) enthält 2 anatrope Samenknospen, die zu beiden Seiten der Bauchnaht des Carpells, etwas nach aussen von der Naht sitzen und derartig orientiert sind, dass die Micropyle der unteren nach oben, der oberen nach unten gerichtet ist.[1]) Von der Einmündungsstelle der Narbenrinne in die Fruchtknotenhöhle zieht ein Führgewebe aus hohen Cylinderepithelien mit leicht quellbarem Zellinhalt zu den Placentarleisten und über die der Micropyle zu-

[1]) Vergl. auch die Figur 88 bei Baillon Bd. I. S. 52.

gewandte Seite der Samenknospenstiele. Die übrige Fruchtknotenhöhle ist mit einer Epidermis aus nur kleinkubischen Zellen ausgekleidet.

Samen. Der reife Samen, von dem ich nur wenige Körner in Händen hatte, ist elliptisch, etwa 1½ mm lang, von blau-schwarzer Farbe. Charakteristisch für ihn sind die mit Pigment erfüllten dickwandigen, langgestreckten, an die Palissadenzellen der Leguminosensamen erinnernden Epidermiszellen mit einer fast genau die Zellmitte einnehmenden tüpfelartigen Verdünnung der Zellwandlamellen (Fig. 7, Taf. IV). Im Flächenschnitt erscheinen diese Epidermiszellen scharf polygonal, mit geschichteter Wand und kleinem Lumen versehen.

Unter der Epidermis folgt eine aus quergestellten, pigmentierten Zellen dicht gefügte Schicht, der eine aus 3—4 Zelllagen locker an einander gelagerte, breite Intercellularräume bildende gebaute, schliesslich eine aus zusammengefallenen Zellen bestehende Membran folgt.

Die Samenhaut schliesst ein weisses, aus dickwandigen Zellen aufgebautes Endosperm ein. Die Endospermzellen enthalten Eiweisskörner, sowie Fett in Tropfenform.

II. Stellung der Hydrastis in der Familie der Ranunculaceen.

Die vorstehende anatomische Beschreibung liefert ausser ihrer Verwertung für die pharmakognostische Charakterisierung der Droge vielleicht auch Anhaltspunkte zur Beurteilung der Stellung von *Hydrastis* im natürlichen System. Der Mangel feststehender, sicher führender Prinzipien des natürlichen Systems im Allgemeinen, sowie die insbesondere in der Familie der Ranunculaceen vielfach beobachtete Variabilität gewisser Merkmale im Besonderen erschwert das Aufsuchen der nächsten Verwandten unserer Pflanze.

Die Stellung, die man der *Hydrastis* in verschiedenen Zeiten gab, änderte sich mit wechselndem Einteilungsprinzip. *Hydrastis* wurde zuerst von A. L. de Jussieu in seinen Genera plantarum sec. ord. natur. disp. (1781) in die Familie der *Ranunculaceen* aufgenommen. 1848 fasst Asa Gray[1]) unter dem V. Tribus der *Ranunculaceen* die *Cimicifugeae* zusammen mit den Gattungen *Hydrastis*, *Actaea*, *Cimicifuga*. Bentham und Hooker stellen sie 1862 in den Gen. plant. zu den *Helleboreae*, *Subtribus Caltheae* mit *Caltha*, *Calathodes*, *Glaucidium* zusammen. Baillon[2]) rechnet sie 1867 zu den *Ranunculeae*. Hinter *Ranunculus*, *Myosurus*, *Anemone*, *Callianthemum* folgt mit einem ? *Hydrastis*. Bailon macht dazu folgende Bemerkung: Son port et ses fleurs le rapprochent quelque peu des Actées La plupart des auteurs en font une Hellébórée.

Die jüngste kritische Besprechung und Einteilung der Ranunculaceen rührt von Prantl[3]). Derselbe teilt die Familie in zwei Gruppen, je nachdem die Samen zu beiden Seiten der Bauchnaht von den beiden Bauchnerven oder ob sie einzeln am Grunde der Bauchnaht entspringen. Zu den ersteren gehören erstens die *Paeonieae* und zweitens die *Helleboreae*, zu den letzteren drittens die *Anemoneae*.

Bei den *Paeonieae* ist das äussere Integument der Samen länger als das innere, mächtig; Blüten stets einzeln, Fruchtknotenwand fleischig, die Narbe verbreitert. Bei den *Helleboreae* ist das

[1]) The genera of the plants of the United states. Boston 1848.

[2]) Histoire des plants I. S. 87.

[3]) Beitrage zur Morphologie und Systematik der Ranunculaceen. Bot. Jahrbücher 1886 p. 225, ferner „Natürliche Pflanzenfamilien" III. 2. Abt. p. 55.

äussere Integument der Samen nicht länger als das innere, zuweilen nur eines vorhanden, Fruchtknotenwand nicht fleischig.

Die *Paeoniae* zerfallen nach folgendem Schema:

A. Blh. einfach, B handförmig gelappt, Stengel mit einzelnen auch im Mark zerstreuten Gefässbündeln.
   a) Frkn. mehrsamig; Balgfr.; Blh. mehrmals länger als die Stb. . . . 1. *Glaucidium.*
   b) Frkn. zweisamig; 1—2samige Beere; Blh. kaum länger als die Stb. 2. *Hydrastis.*

B. Kelch und Krone; B. doppelt 3zählig, oder fiederig zusammengesetzt, Stengel mit Holzring . . . . . 3. *Paeonia.*

Erwähnt sei ferner die Auffassung Eichler's[1]), der jene Ranunculaceen, deren Kelch korollinisch entwickelt ist, als zusammengehörig betrachtet, nämlich: *Caltha, Anemone, Thalictrum* und *Clematis.* Warming[2]) teilt die Ranunculaceen auf Grund der Fruchtform ein.

Die systematische Stellung einer Pflanze kann nur dann als eine „natürliche" angesehen werden, wenn dieselbe auf Berücksichtigung aller Eigenschaften derselben beruht. Morphologie, Anatomie und Physiologie derselben müssen gleich den übrigen Merkmalen herangezogen werden, wenn die Stellung zum Ausdruck der Verwandtschaft werden soll. So praktisch, auch logisch unanfechtbar Prantls Einteilung ist, so scheint sie mir dadurch, dass sie sich wieder zu einem Bestimmungsschlüssel zuspitzt, kaum als die „natürliche". Vergleicht man *Paeonia* und *Hydrastis*, so findet man, dass sie mit Ausnahme der Sameninsertion und Integumentgrösse in den wichtigsten Eigenschaften differieren.

Auf Grund einer anatomischen Untersuchung der von oben genannten Autoren mit *Hydrastis* in Beziehung gebrachten Ranunculaceenspecies wäre ich eher geneigt, mich dem Eichler'schen Schema der Perianthblütler anschliessend, zwischen *Hydrastis* und *Thalictrum* eine Verwandtschaft zu vermuten. Beide haben Hinfälligkeit des Perianths, Vielheit der Stempel, Berberingehalt, ein ausdauerndes Rhizom gemein. Wer nur die Samenverhältnisse als Grundlage der Systematik für entscheidend hält, wird der Auffassung Prantl's zustimmen.

III. Die Droge und ihre Verfälschungen.

Die käufliche, unter dem Namen *Rhizoma Hydrastis canadensis* in den Handel gebrachte Droge besteht aus der ganzen Pflanze mit Ausnahme des terminalen Achsenstückes und der Laubblattspreiten, also aus Rhizom, Nebenwurzeln, Blattstielen, oberirdischen Achsenstücken, sowie den Resten der Niederblätter. Ihr Aussehen ist durch Helfert, Flückiger, Vogl u. a. Pharmakognosten genügend geschildert. Die wissenschaftliche Deutung aller Bestandteile der Droge wird nach der gegebenen Beschreibung der frischen Pflanze leicht durchführbar sein. Die von der Droge zu gewinnenden mikroskopischen Bilder decken sich vollständig mit den von der lebenden Pflanze erhaltenen und gelten somit die im Abschnitte „Anatomie" gegebenen Beschreibungen auch für die Droge; nur sind in dieser natürlich die Epidermen vielfach abgelöst, die Haare abgängig, die Zellwände zerrissen, die Verteilung des Berberins eine abnorme, indem es zumeist das ganze Gewebe durchtränkt.

[1]) Eichler, Blütendiagramme 1878. II. p. 175.
[2]) Warming, Handbuch der systematischen Botanik. 1890. *Ranunculaceae.*

Die von Lloyd[1]) als Verfälschungen der *Hydrastis* angeführten Wurzeln sind:

Aristolochia serpentaria, *Cypripedium*, *Senega*, *Collinsonia*, *Jeffersonia*, *Trillium* und *Stylophorum diphyllum*.

Trillium, *Cypripedium*, *Senega*, *Collinsonia*, *Stylophorum* sind leichthin durch ihre im ganzen Habitus von *Hydrastis* verschieden gestalteten Rhizome erkennbar. *Serpentaria* ist durch den Mangel an Berberin, Kleinheit der Dimensionen des Rhizoms, ganz abgesehen von den ausgesprochenen mikroskopischen Differenzen, ebenfalls auf den ersten Blick von *Hydrastis* scheidbar. Hiegegen hat *Jeffersonia* Aehnlichkeiten mit *Hydrastis*, die eine Verfälschung mit *Hydrastis* sehr leicht ermöglichen. Da mir von *Jeffersonia diphylla* frische Exemplare zur Verfügung standen[2]), so erlaube ich mir, einige Worte über dieselbe anzuschliessen.

Jeffersonia diphylla Pers. (Podophyllum diphyllum, Rheumatismuswurzel) ist eine nordamerikanische Berberidee, deren Gestalt aus der, mit Benützung der Asa-Gray'schen Zeichnung[3]) entworfenen Abbildung Taf. III, Fig. 1 ersichtlich ist.

An dem kurzen, vielgliedrigen, sympodialen Rhizom trägt der letzte Jahrestrieb 5—6 einzelne am Rhizom inserierende langgestielte, durch einen tiefen Spalt in zwei nicht ganz symetrische Hälften zerfallende Blätter und die mit einer einzigen Blüte abschliessende oberirdische Axe. Blattstiel sowie Rhizom sind gelb gefärbt und erinnern hiedurch, im Verein mit den zahlreichen dünnen Nebenwurzeln stark an *Hydrastis*. Die mikrochemische Untersuchung ergiebt, dass der Farbstoff kein Berberin ist, die mikroskopische, dass der Pflanze überhaupt die für *Hydrastis* so charakteristischen, mit Farbstoff erfüllten Parenchymzellen vollständig fehlen. Ferner enthält das Rindenparenchym der *Jeffersonia* grosse Steinzellnester, die Blattstiele besitzen einen Sklerenchymring, die Parenchymzellen sind dickwandiger, die Stärkekörner meist doppelt so gross als bei *Hydrastis* — somit eine Verfälschung der letzteren Droge mit Jeffersoniarhizom durch die mikroskopische Untersuchung feststellbar.

Handelt es sich darum, in einem Pulver die Elemente der *Hydrastis* zu finden, so können die kurzgliedrigen, mit gehöften Tüpfeln versehenen Tracheen, die starkwandigen mit 0,005—0,01 mm Durchmesser besitzenden kleinen Stärkekörnern erfüllten Parenchymzellen, die polyedrischen Korkzellen vorzüglich zur Diagnose herangezogen werden.

Nach den Angaben von Mohr[4]) ist *Hydrastis* die in Amerika am meisten verbrauchte Arzneipflanze, indem jährlich über 40,000 Pflanzen zu Fluidextrakt verarbeitet werden.

Dieser ausserordentliche Konsum bedingt, dass die Pflanze in gewissen Landschaften z. B. Alabama, wo sie früher sehr häufig war, fast ganz ausgestorben und eine Preissteigerung der Droge voraussichtlich ist.

Die Frage ihres Anbaues in Europa liegt also nahe. Da die Rhizome, etwa im Herbst der Erde entnommen, den Transport gut vertragen, bei uns bis zur Samenbildung gedeihen, wofern der Boden nur feucht, der Standort schattig ist, sich stark vermehren ohne einer besonderen Pflege zu bedürfen, so ist ihre Anpflanzung leicht durchführbar und zu empfehlen.

Das letzte Wort über die Kultur im Grossen spricht natürlich die Rentabilität des praktischen Versuches.

Vorstehende Untersuchung habe ich im botanischen Laboratorium des Hrn. Prof. **Arthur Meyer** im botanischen Garten zu Marburg in den Monaten Mai und Juni 1893 ausgeführt.

[1]) l. c. p. 14.

[2]) Ich verdanke dieselben der Liebenswürdigkeit des Hrn. Obergärtners Purpus in Darmstadt.

[3]) l. c. Taf. 3.

[4]) Bekurts Jahresbericht 1890, p. 7.

* * *

Tafel I.

Blühreifes Exemplar von *Hydrastis canadensis* in natürlicher Grösse.

l gestieltes Laubblatt.
l′ sitzendes Laubblatt.
l″ am Rhizom entspringendes Laubblatt.
l‴ Laubblattnarben am Rhizom.
i Internodium.
b Blütenstiel.
n Niederblatt.
o Narben abgestorbener Axen oder Blätter.
k Vegetative Knospe.

Verlag von Erwin Nagele, Stuttgart

Tafel II.

Fig. 1. Vegetatives Exemplar der *Hydrastis canadensis* in natürlicher Grösse.

L Blattstiel.

N Niederblatt.

Z Narben abgestorbener Rhizomzweige.

Fig. 2 und Fig. 3. Schema der Stellungsverhältnisse der Perianthblätter der Blüte. 1' bedeutet das obere, sitzende Laubblatt.

Fig. 4. Vegetatives Sprosssehema. Es bedeutet

I. die Produktion des 1. Jahres, c die Cotyledonen, n ein Niederblatt, l Laubblatt $\frac{n}{l} = \frac{1}{2}$.

II. Die Produktion im 2. Jahr, mit 5 Niederblättern, Knospen und 3 Laubblättern. Dann folgen zwischen und gleiche Jahresproduktionen in unbekannter Zahl.

O. 1892 ist die abgestorbene im Jahre 1892 terminal, floral abschliessende absolute Hauptaxe des Rhizoms.

O. 1893 bedeutet die 1893 floral endigende Axe eines Rhizomzweiges.

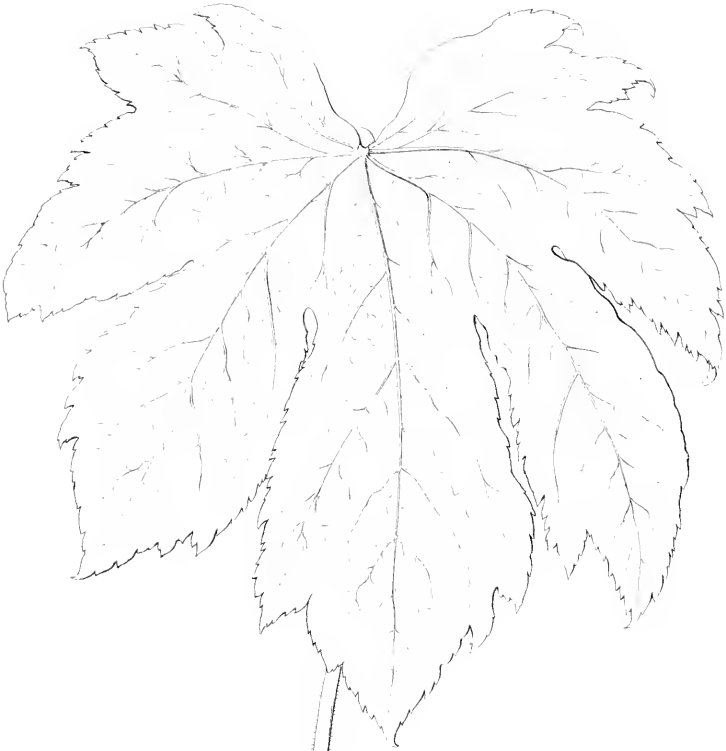


Fig. 1

Fig. 2.

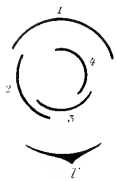


Fig. 3.

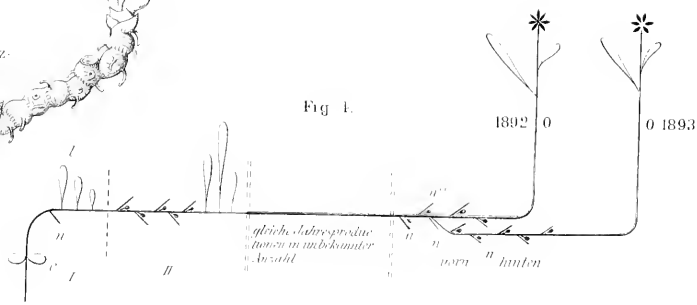
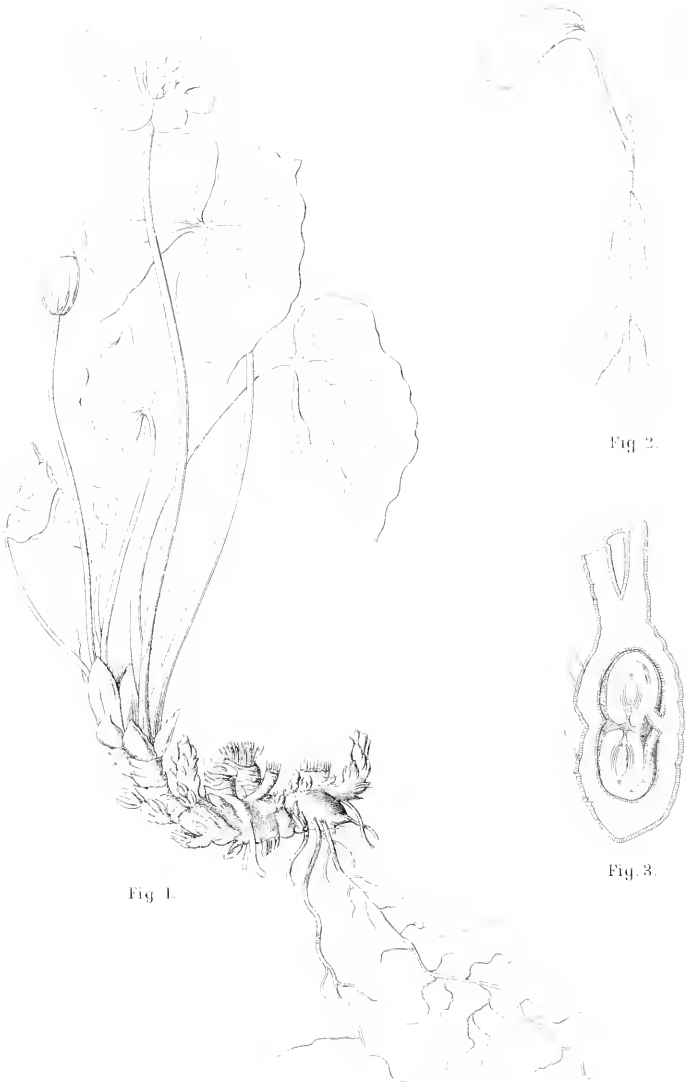


Fig. 4.

Verlag von Erwin Nagele, Stuttgart

Tafel III.

Fig. 1. Habitusbild der *Jeffersonia diphylla* (Pers.) in natürlicher Grösse.
Fig. 2. Keimpflänzchen der *Hydrastis* in natürlicher Grösse.
Fig. 3. Längsschnitt durch den Stempel der *Hydrastis*.



Verlag von Erwin Nägele, Stuttgart

Tafel IV.

Fig. 1. Querschnitt durch das frische Rhizom (Seibert, Ocul. II. Obj. 2. projiciert und auf die Hälfte verkleinert).

K Kork.
Kc Korkcambium.
P Parenchym.
Nl Leitbündel der Niederblätter.
Sc Sklerenchymfasern.
L Leitbündel mit den Füllmassen in den grossen Tracheen.

Fig. 2. Nebenwurzel im Stadium des secundären Dickenwachstums. (Obj. 5, Oc. II.; projiciert, 1/2 verkleinert.) Querschnitt.

H Hauptmarkstrahl.
m secundärer Markstrahl.
p primäre Gefässe.
s Siebstränge.

Fig. 3. Primärer Bau der Nebenwurzeln (H. 6) Querschnitt.

Ep Epidermis.
Hyp Hypodermis.
P Parenchym.

Fig. 4. Derselbe Querschnitt wie Fig. 3 En Endodermis, p primäres Leitbündel.

Fig. 5. Leitbündel der oberirdischen Axe. Querschnitt.

Sc Sklerenchymfasern.

Fig. 6. Querschnitt durch den scheidenartig geformten Blattgrund eines rhizomständigen Laubblattes.

Fig. 8. Querschnitt durch die Samenhaut eines reifen Samens.

Ep Epidermis.

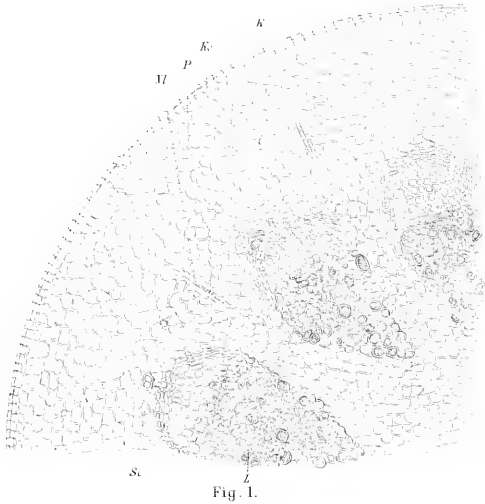


Fig. 1.

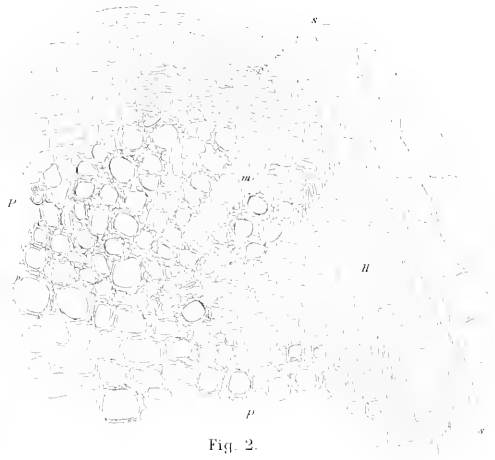


Fig. 2.

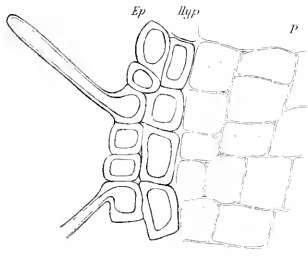


Fig 3.

Fig. 4

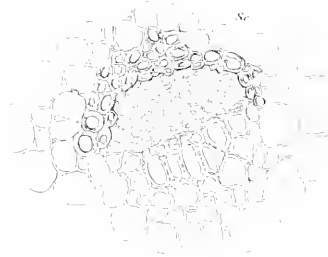


Fig. 5.

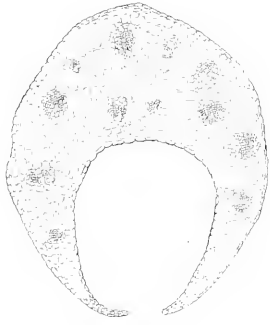


Fig. 6.

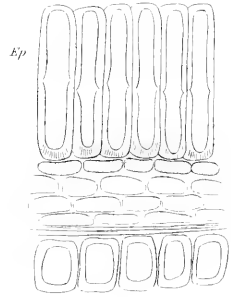


Fig. 7.

Verlag von Erwin Nägele, Stuttgart

Verlag von Erwin Nägele in Stuttgart.

Bibliotheca botanica.

Original-Abhandlungen aus dem Gesammtgebiete der Botanik,

herausgegeben von

Prof. Dr. Chr. Luerssen und **Dr. F. H. Haenlein**
Königsberg i. Pr. **Freiberg** (Sachsen).

Inhalt der einzelnen Hefte.

1. **Schenck, Dr. H.,** Vergleichende Anatomie der submersen Gewächse. Mit 10 Tafeln. Preis 32 Mark.
2. **Zopf, Dr. W.,** Botanische Untersuchungen über die Gerbstoff- und Anthocyan-Behälter der Fumariaceen. Mit 3 farbigen Doppeltafeln. Preis 30 Mark
3. **Schiffner, Dr. V.,** Ueber Verbascum-Hybriden und einige neue Bastarde des Verbascum pyramidatum. Mit 2 Tafeln. Preis 4 Mark.
4. **Vöchting, Dr. H.,** Ueber die Bildung der Knollen. — Mit 5 Tafeln und 5 Figuren im Text. Preis 8 Mark.
5. **Dietz, Dr. Sándor,** Ueber die Entwickelung der Blüthe und Frucht von Sparganium Tourn. und Typha Tourn. Mit 3 Tafeln. Preis 8 Mark.
6. **Schenk, Dr. H.,** Fossile Pflanzen aus der Albourskette. Mit 9 Tafeln. Preis 8 Mark.
7. **Rees, Dr. Max u. Dr. C. Fisch,** Untersuchungen über Bau und Lebensgeschichte der Hirschtrüffel, Elaphomyces. — Mit 1 Tafel und 1 Holzschnitt. Preis 5 Mark
8. **Buchtien, Dr. O.,** Entwickelungsgeschichte des Prothallium von Equisetum. Mit 6 Tafeln. Preis 10 Mark.
9. **Huth, Dr. E.,** Die Klettpflanzen mit besonderer Berücksichtigung ihrer Verbreitung durch Thiere. — Mit 78 Holzschnitten. Preis 4 Mark.
10. **Schulz, Aug.,** Beiträge zur Kenntniss der Bestäubungseinrichtungen und der Geschlechtsvertheilung bei den Pflanzen. I. Theil. Mit 1 Tafel. Preis 8 Mark.
11. **Wigand, Dr. A.,** Nelumbium speciosum. — Nach des Verfassers Tode herausgegeben von Dr. E. Dennert. Mit 6 Tafeln. Preis 12 Mark.
12. **Stenzel, Dr. G.,** Die Gattung Tubicaulis Cotta. Mit 7 Tafeln. Preis 20 Mark.
13. **Geheeb, Adelbert,** Neue Beiträge zur Moosflora von Neu-Guinea. Mit 8 Tafeln. Preis 10 Mark.
14. **Oltmann, Dr. Friedrich,** Beiträge zur Kenntniss der Fucaceen. Mit 15 Tafeln. Preis 32 Mark.
15. **Schumann, Dr. C. R. G.,** Anatomische Studien über die Knospenschuppen von Coniferen und dicotylen Holzgewächsen. Mit 5 Tafeln. Preis 10 Mark.
16. **Bucherer, Dr. Emil,** Beiträge zur Morphologie und Anatomie der Dioscoreaceen. Mit 5 Tafeln. Preis 10 Mark.
17. **Schulz, August,** Beiträge zur Kenntniss der Bestäubungseinrichtungen und Geschlechtsvertheilung bei den Pflanzen. II Theil. Preis 27 Mark.
18. **Walter, Dr. Georg,** Ueber die braunwandigen, sklerotischen Gewebeelemente der Farne, mit besonderer Berücksichtigung der sog. „Stützbündel" Russow's. Mit 3 farb. Tafeln. Preis 6 Mark.
19. **Beck von Mannagetta, Dr. Günther Ritter,** Monographie der Gattung Orobanche. Mit 4 farb. Tafeln und 3 Karten. Preis 64 Mark.
20. **Rostowzew, J.,** Die Entwickelung der Blüthe und des Blüthenstandes bei einigen Arten der Gruppe Ambrosieae und Stellung der letzteren im System. Mit 7 Tafeln. Preis 10 Mark.
21. **Stenzel, Prof. Dr. G.,** Blüthenbildungen beim Schneeglöckchen (Galanthus nivalis) und Samenformen bei der Eiche (Quercus pedunculata). Mit 6 Tafeln. Preis 20 Mark.
22. **Karsten, G.,** Ueber die Mangrove-Vegetation im Malayischen Archipel. Mit 11 Tafeln. Preis 24 Mark.
23. **Reinke, J.,** Beiträge zur vergleichenden Anatomie und Morphologie der Sphacelariaceen. Mit 13 Tafeln. Preis 24 Mark.
24. **Berckholtz, W.,** Beiträge zur Kenntniss der Morphologie und Anatomie von Gunnera manicata Linden. Mit 9 Tafeln. Preis 20 Mark.
25. **Krick, Fr.,** Ueber die Rindenknollen der Rothbuche. Mit 2 Tafeln. Preis 8 Mark.
26. **Wettstein, Dr. R. von,** Beitrag zur Flora Albaniens. Mit 5 Tafeln. Preis 24 Mark.

Die „Bibliotheca botanica" erscheint in Quartformat in zwanglosen Heften mit zahlreichen, zum grossen Theil farbigen Tafeln. — Jedes Heft wird einzeln abgegeben und einzeln berechnet.

BIBLIOTHECA BOTANICA.

Original-Abhandlungen

aus

dem Gesammtgebiete der Botanik.

Herausgegeben

von

Prof. Dr. Chr. Luerssen
in Königsberg i. Pr.

und

Prof. Dr. B. Frank
in Berlin.

Mit diesem Hefte ist Herr Dr. Haenlein aus der Redaktion ausgetreten und tritt Herr Professor Dr. **B. Frank,** Director des pflanzenphysiol. Instituts der k. landwirthschaftl. Hochschule zu Berlin, an seine Stelle. Beiträge zur „Bibliotheca Botanica" bittet man an Herrn Prof. Dr. **Luerssen** oder Herrn Prof. Dr. **Frank** zu senden.

Die Verlagsbuchhandlung.

Heft 30.

Ueber die Auflösungsweise der sekundären Zellmembranen der Samen bei ihrer Keimung.

Von **Dr. Th. Elfert.**

Mit 2 Tafeln.

STUTTGART.
Verlag von Erwin Nägele.
1894.

BIBLIOTHECA BOTANICA.

Original-Abhandlungen

aus

dem Gesammtgebiete der Botanik.

Herausgegeben

von

Prof. Dr. Chr. Luerssen
in Königsberg i. Pr.

und

Prof. Dr. B. Frank
in Berlin.

Heft 30.

Ueber die Auflösungsweise der sekundären Zellmembranen der Samen bei ihrer Keimung.

Von **Dr. Th. Elfert.**

Mit 2 Tafeln.

STUTTGART.
Verlag von Erwin Nägele.
1894.

Ueber die Auflösungsweise

der

sekundären Zellmembranen

der

Samen bei ihrer Keimung.

Von

Dr. Th. Elfert.

Mit 2 Tafeln.

STUTTGART.
Verlag von Erwin Nägele.
1894.

Alle Rechte vorbehalten.

Louis Boshenyer's Buchdruckerei, Wolfgang Drück, Cannstatt.

Seinem lieben Schwager

Herrn REINHOLD MARSCHNER

gewidmet

vom Verfasser.

Einleitung.

Die Auflösungsweise derjenigen Zellwände von Cotyledonen und Endospermgeweben, welche aus einem bei der Keimung als Nährstoff Verwendung findenden, wesentlich aus Kohlenhydraten sich aufbauenden Reservestoff bestehen, ist bisher noch nicht mit wünschenswertem Erfolg erforscht worden. Um einen Einblick in das Verhalten der verdickten Zellwandungen während der Keimung zu gewinnen, resp. um die während der Entwickelung der jungen Keimpflanze in den sekundären Wandverdickungen der Zellen sich abspielenden Prozesse mit prüfendem Auge zu verfolgen, schien es mir am geeignetsten, dieselben bei einer Anzahl solcher Samen mit verdickten Zellmembranen zu beobachten, die teils überhaupt noch nicht, teils aber schon von anderer Seite untersucht worden sind. Teilweise Nachuntersuchungen, so weit sie in den Rahmen meiner Arbeit hineinpassten, erfuhren hauptsächlich die Untersuchungen von Nadelmann und Reiss.

Da ich öfter auf die Beobachtungen oben erwähnter Autoren zurückkommen und bisweilen einige Stellen aus den Arbeiten derselben citiren werde, so führe ich letztere hier an.

Nadelmann, „Ueber die Schleimendosperme der Leguminosen." Pringsheim's Jahrbücher für wissenschaftliche Botanik. XXI. Bd. p. 670.

Vorläufige Mitteilung unter gleichem Titel: Ber. d. Bot. Ges. 1889. pag. 248—255.

Reiss, „Ueber die Natur der Reservecellulose und über ihre Auflösungsweise bei der Keimung der Samen". Landwirtschaftliche Jahrbücher XVIII. p. 711.

Vorläufige Mitteilung unter gleichem Titel: Ber. d. Bot. Ges. 1889, p. 322—329.

Die von mir neu, von den genannten Autoren also noch nicht untersuchten Samen waren teils mit dickwandigen Cotyledonen, teils mit dickwandigem Endosperm ausgerüstet. Behufs Beobachtung der während der Keimung erfolgenden Auflösung der aus Reservestoff bestehenden Zellwände säete ich folgende Samen aus:

Lupinus angustifolius, L. albus, L. luteus (Papilionaceae). Allium Cepa, A. Porrum (Liliaceae). Cyclamen europaeum, C. persicum (Primulaceae). Arum italicum, A. maculatum (Araceae). Impatiens Balsamina (Balsaminaceae). Paeonia officinalis (Paeonieae). Colchicum autumnale (Liliaceae). Iris sibirica, J. acuta, J. versicolor (Iridaceae). Polygonatum latifolium, P. multiflorum, P. officinale (Liliaceae). Veratrum album, V. nigrum (Liliaceae). Goodia latifolia (Papilionaceae).

Von den oben angeführten *Monocotylen* gelangten nicht zur Keimung die Samen von *Colchicum autumnale, Arum maculatum, Iris sibirica, Polygonatum officinale, Veratrum album* und *nigrum;* von den genannten *Dicotylen* versagten die Samen von *Paeonia officinalis.*

Die Samen von *Goodia latifolia, Iris acuta* und *I. versicolor* traten erst nach dem Abschluss vorliegender Untersuchungen in die ersten Keimungsstadien ein und konnten deshalb in dieser Arbeit keine Berücksichtigung mehr finden. Wenn ich die Arbeit nichtsdestoweniger vorläufig hier zum Abschluss gebracht habe, so glaubte ich mich hierzu berechtigt halten zu dürfen, weil die Allgemeinresultate derselben wohl kaum durch die Heranziehung der letztgenannten Fälle geändert werden möchten.

Die Versuche, die Samen zur Keimung zu bringen, wurden in mit Gartenerde gefüllten Töpfen im Warmhause des Universitätsgartens der Königlichen Friedrich-Wilhelms-Universität zu Berlin angestellt. Das von Nadelmann befolgte bekannte Keimungsverfahren, nach welchem man die Samen erst in Leitungswasser anquellen und dann in einem feuchten Raum auf Fliesspapier sich entwickeln lässt, erschien mir nicht zuverlässig genug, da bei diesem Verfahren erstlich sich leicht Pilze auf der Oberfläche der Samen ausbilden, zweitens bei leicht keimenden Samen lange und gut entwickelte Keimlinge, wie sie z. B. für die Untersuchung der oben genannten *Lupinus*-Arten sich als notwendig erwiesen, nur selten zu erzielen sind, drittens aber schwer keimende Samen überhaupt keine Keimlinge erzeugen.

Den Stoff, welchen vorliegende Arbeit enthält, werde ich in drei Hauptteile gliedern. Im ersten Teil werde ich diejenigen Species besprechen, bei welchen die Zellen der Samen Cellulosewandverdickungen, im zweiten Teile die Arten, deren Samenzellen Amyloidverdickungen besitzen. Im dritten werde ich auf Grundlage der gefundenen Resultate die untersuchten Species zunächst in zwei Gruppen und die eine derselben in zwei Unterabteilungen sondern.

Bei der ersten Gruppe sind die Wandverdickungen entgegen der von anderer Seite (Tschirch, Nadelmann) ausgesprochenen Ansicht überhaupt keine Reservestoffe, bei der zweiten ist dies der Fall. Bei der ersten Abteilung dieser zweiten Gruppe bestehen die Reservestoffe aus Reservecellulose, bei der zweiten aber aus Amyloid, was von Reiss u. a. nachgewiesen worden ist.

Spezieller Teil.

I. Die Keimung von Samen, deren Zellen Cellulosewandverdickungen besitzen.

1. Lupinus angustifolius.

Ehe ich mit der Beschreibung der Vorgänge beginne, die sich während der Keimung der Samen in den verdickten Zellwänden abspielen, halte ich es für zweckmässig, bei jeder Species zuerst einiges über die Anatomie des Cotyledonar- resp. des Endospermgewebes vorauszuschicken, um auf diese Weise dem mit der Anatomie der Samen weniger vertrauten Leser leichter verständlich zu werden. Die Zellen des Cotyledonargewebes im ruhenden Samen von *Lupinus angustifolius* zeigen erhebliche Wandverdickungen, und zwischen diesen Zellen ziehen sich sehr häufig lang gestreckte Intercellularen hin. (s. Fig. 1. i. Taf. I.)

Die mit Poren versehenen Wandflächen zeigen ausser einer schwach erkennbaren lamellösen Schichtung eine an der Grenze des Lumens befindliche, stärker lichtbrechende, verdichtete Innenschicht, welche sich in den meisten Samen mit verdickten Zellwänden vorfindet. Diese verdichtete Zone ist dasselbe, was Strasburger[1]) mit Grenzhäutchen und Reiss mit Innenlamelle bezeichnet hat. Die Mittellamelle ist ebenfalls, wie die oben erwähnte verdichtete Grenzzone der Zellwände, der stärkeren optischen Dichtigkeit wegen, ziemlich gut erkennbar. (vergl. Fig. 1. Taf. I.)

Die Stärke der Zellmembranen beträgt 13,6 bis 20,4 Mik. Die Messungen, die ich bezüglich der Zellwandverdickungen bei allen von mir untersuchten Samen angestellt habe, und welche an den entsprechenden Stellen meiner Arbeit mitgeteilt werden, habe ich mit dem Objektiv *F* und dem Ocular III eines Zeiss'schen Instrumentes ausgeführt. Die in μ ausgedrückten Werte bezeichnen, wie schon erwähnt, die Stärke der Membranverdickungen, und zwar gemessen vom Lumen der einen Zelle bis zum Lumen der benachbarten Zelle. Dass ich in dieser Weise meine Messungen gemacht habe, die bezeichneten Werte also die Stärke zweier benachbarten Zellwände angeben, findet darin seine Begründung, dass bei einigen von mir untersuchten Samen überhaupt keine Mittellamellen sich zeigten. Dieses Verhalten der Mittellamellen hat auch Reiss beobachtet, er sagt z. B. über *Asparagus officinalis:* „Bemerkenswert ist jedoch eine Thatsache; in der Mehrzahl der Fälle ist es absolut unmöglich, ohne vorhergehende Behandlung der Schnitte, selbst bei Anwendung starker und vorzüglicher Systeme, irgend welche Spur der Mittellamelle (gerade wie bei *Phoenix*) zu erblicken." Es gelingt ja allerdings bei Schnitten, durch verschiedene Reagentien die Mittellamelle deutlich hervortreten zu lassen, wie schon Reiss gefunden hat, der über *A. officinalis* weiter sagt: „Sehr auffällig ist nun

[1]) Strasburger, „Bau und Wachstum der Zellhäute." 1882. p. 19.

die Beobachtung, dass nach wenigen Minuten der Einwirkung von Kupferoxyd-Ammoniak die Mittellamellen bei Schnitten aus ruhenden Samen ausserordentlich deutlich hervortreten. Da ich in diesen Fällen durch Behandlung der Schnitte mit Reagentien leicht eine Quellung oder eine Kontraktion der Zellwände hervorgerufen hätte, so hielt ich es für zu leicht möglich, ungenaue Messungen zu erzielen, und für zu gewagt, dieselben der Oeffentlichkeit als richtige zu übergeben. Was die Werte der Messungen bei *L. angustifolius* betrifft, so geben dieselben die Stärke zweier benachbarter verdickter Zellwände, ausschliesslich der bisweilen dazwischen befindlichen Intercellularräume an.

Die Wandverdickungen nehmen im Cotyledo in centripetaler Richtung an Stärke zu. Es finden sich demnach sowohl an der äusseren, als auch an der inneren resp. an der dem benachbarten Cotyledo anlagernden Seite äusserst dünnwandige Zellen, so dass man bei diesen peripherisch liegenden Zellen von typischen Wandverdickungen gar nicht sprechen kann.

Beim Einquellen der Samen von *L. angustifolius* in Wasser konnte ich schon nach kurzer Zeit eine erhebliche Volumenvergrösserung beobachten. Die Samen quollen bis zum Dreifachen ihres ursprünglichen Volumens auf.

Nachdem die Keimung begonnen, das hypocotyle Glied 25 mm und die Radicula 12 mm erreicht hatten, konnte ich kaum merkliche Veränderungen in den Celluloseschichten beobachten. Es zeigten sich bei einigen Zellen an dem dem Lumen der Zelle zugekehrten Rande der Wandverdickung seichte, muldenförmige, glattrandige Einsenkungen oder Buchten, die bei dem Quellungsakt während der Keimung nur durch Verbiegung der Membranen entstanden waren, und nichts mit Auflösungserscheinungen zu thun hatten.

Mit den oben erwähnten Buchten dürfen die nach dem Lumen zu befindlichen papillenartig gesäumten Zellränder, welche sich auch schon im intakten Samen finden, nicht verwechselt werden. Diese papillenartig gesäumten Zellränder sind schwache, neben einander gereihte Hervorwölbungen der Membran. Zwischen je zwei Hervorwölbungen der Membran findet sich immer ein Porus.

In einem weiter vorgeschrittenen Keimungsstadium, wo das hypocotyle Glied 3¼ cm und die Radicula 2 ½ cm lang waren, konnte ich weder Korrosionserscheinungen noch Auslaugungen beobachten. Vergleicht man die Zellwände im ruhenden Samen mit denjenigen in einem der ersten Stadien der Keimung, so findet man, dass die verdickten Membranen nach der Keimung an Volumen zugenommen haben, was auf eine Quellung der Zellwände schliessen lässt. Eine Veränderung der Substanz hatte der Keimungsprozess nicht hervorgerufen, wovon ich mich durch Behandlung der Schnitte mit verdünnter Jodlösung, Congo-Rot u. s. w. überzeugte. Es traten während der Keimung nach Behandlung der Schnitte mit oben erwähntem Reagens und dem genannten Färbemittel dieselben Reaktionen ein, wie sie schon im ungekeimten Samen von mir beobachtet worden sind. Bei der Reaktion mit Jod nahmen die Zellwände sowohl im ruhenden Zustande, als auch nach der Keimung eine schwach gelbliche Färbung an; beim Tingiren mit Congo-Rot färbten sich die Zellwände schwach rötlich, das Plasma hingegen intensiv gelbrot.

Es gelang mir weder beim Behandeln der Schnitte mit Wasser, noch mit Reagentien irgend welche Abnahme optischer Dichtigkeit im Innern der Wandverdickungen zu beobachten. Die ersten wesentlichen Veränderungen in den sekundären Membranschichten der Cotyledonen konnte ich bei einer Keimpflanze bemerken, bei welcher das hypocotyle Glied 3½ cm und die Radicula 6½ cm erreicht hatten.

Obgleich es nicht meine Absicht sein kann, bei den von mir untersuchten Samen bestimmte Normen festzustellen, bei denen das Anfangsstadium der Veränderungen in den verdickten Zellwänden

liegt, so möchte ich in diesem Falle doch darauf hinweisen, dass Nadelmann's Norm, hinsichtlich des Anfangsstadiums der Auflösung, wie er es bezeichnet hat, viel zu niedrig angesetzt ist. Bei *L. angustifolius* muss das hypocotyle Glied mit der Radicula zusammen ungefähr 10 cm lang sein, bevor man die ersten merklichen Veränderungen in der Membran beobachten kann. Es zeigen sich bei oben erwähntem Stadium im Profil der Wandung, und zwar da, wo die Innenlamelle an die verdickte Zellwand angrenzt, helle und dunkle Pünktchen resp. Knötchen, die allmählich an Länge zunehmen und in radiär verlaufende, kurze Streifungen übergehen, so dass schliesslich die Verdickungsschicht einer Membran aus zahlreichen, mehr oder weniger eng neben einander stehenden Stäbchen aufgebaut erscheint.

Die von Nadelmann als erste Auflösungserscheinungen bei *L. angustifolius* angeführten Streifungen, die sich während der Keimung zeigen sollen, sind durchaus nicht mit den meinigen identisch. Er bezeichnet sie als „radiale Risse", die in den Cellulose-Auflagerungsschichten der Zellen entstehen sollen. Selbst, wenn man sich verleiten liesse, die Beobachtungen Nadelmann's für richtig hinzunehmen, so muss es doch auffallen, dass der Verfasser bei Auflösungserscheinungen der Zellwände in Samen, wobei es sich doch ausschliesslich nur um Fermentwirkungen handeln kann, sich des Wortes „Riss" bedient. Ein Riss kann doch nur dann entstehen, wenn eine mechanische Kraft, im weitesten Sinne des Wortes, auf irgend eine Materie gewaltsam einwirkt. Da nun bei der Einwirkung des Fermentes auf die sekundären Cellulosemembranen von gleichmässig neben einander lagernden Rissen gar nicht die Rede sein kann, so ist die Bezeichnung „Riss" für Auflösungserscheinungen durch Fermentwirkung gänzlich verfehlt.

In einem weiter vorgeschrittenen Keimungsstadium, wo das hypocotyle Glied 5 ½ cm und die Radicula 8½ cm betrugen, waren die Veränderungen in den Celluloseschichten der Zellen schon bedeutend stärker hervorgetreten. Die kurzen von der Innenlamelle nach der Mittellamelle zu verlaufenden Streifungen hatten an Länge zugenommen und den Charakter geradliniger Gebilde eingebüsst. In späteren Stadien, wo das hypocotyle Glied 6 und 9 ⅛ cm, die Radicula 8 ¾ und 12 cm lang waren, nahmen diese Streifungen mehr und mehr einen fädchenartigen, etwas verbogenen Charakter an. Diese fädchenartig verbogenen Partien lassen bisweilen auch Dichotomirungen erkennen. Bei noch entwickelteren Keimpflanzen, bei welchen schon Laubblätter sich entfaltet hatten, das hypocotyle Glied 13 cm und die Radicula 15 ¾ cm betrugen, konnte ich dieselben nur noch in höherem Grade hervortretenden Erscheinungen wahrnehmen. Das Bild dieser Erscheinungen, welches sich im Profil als eine Reihe zahlreich neben einander gelagerter Fädchen darstellt, lässt sich in der Flächenansicht am besten mit einem feinen Maschenwerk vergleichen. (s. Fig. 1 a u. 3 Taf. I.)

Wenn ich im Anschluss an meine Untersuchungen bezüglich der Auflösungsweise der sekundären Zellwände im keimenden Samen von *L. angustifolius* die Resultate Nadelmann's mit heranziehe, so geschieht es nur deshalb, um zu zeigen, dass dieselben auf unrichtigen Beobachtungen, bezugsweise auf nicht stichhaltiger Auslegung derselben beruhen.

Nadelmann sagt nämlich in seiner Arbeit: „Am siebenten Tage war die Auflösung noch weiter gediehen, die radialen gleichmässigen Risse hatten eine keilförmige Gestalt angenommen (Vergl. Fig. 8. Taf. I.), sie waren von ungleicher Länge und nun über die ganze Auflagerungsschicht verbreitet; dementsprechend hatten sich auch die Stärkekörnchen vermehrt."

Die Figur, die Nadelmann auf einer zu seiner Arbeit gehörigen Tafel abgebildet hat, und die den Auflösungsprozess der sekundären Membranverdickungen veranschaulichen soll, habe ich, des besseren Verständnisses wegen copirt. (Vergl. Fig. 8. Taf. I.)

Sie ist auf folgende Weise entstanden zu denken.

Es finden sich nämlich ausser den Poren, die man im Profil der Zellwandung erblickt, bereits im ruhenden Samen in den von der Fläche gesehenen Zellwänden langgestreckte die ganze Wand in querer Richtung durchsetzende Poren, welche in den meisten Fällen mit zahlreichen Stärke- und Aleuronkörnern überlagert sind, (s. Fig. 1 b u. c Taf. I.), die den Inhalt der Zellen des Cotyledonargewebes bilden, weshalb sich die Poren sehr leicht der Beobachtung entziehen.

Will man sich ein gutes Flächenbild dieser die Wand quer durchsetzenden langgestreckten Poren verschaffen, so muss man den Inhalt der Zellen, also die in der Zelle befindlichen Stärke- und Aleuronkörner herauswaschen. Das Bild, welches sich auf diese Weise dem Auge darstellt, zeigt die Zellen in ihrer Profil- und Flächenansicht. Man kann sich diese Figur leicht vor Augen führen, wenn man in eine Schachtel von ellipsoidischer Form mit abgenommenem Deckel hineinblickt. Der Boden der Schachtel bildet dann die Flächenansicht, und die vertikal stehende Wand zeigt sich, verkürzt, als das Profil der Schachtel. Sobald nun das Messer, parallel mit der die langgestreckten Poren enthaltenden gekrümmten Flächenwand gehend, den konvexen Teil derselben abschneidet, erhält man eine annähernd ovale Schnittfläche.

Die langgestreckten quer über die Fläche hin verlaufenden Poren werden auf diese Weise angeschnitten. Da nun die, die einzelnen Poren untereinander abgrenzenden, Zwischenstücke nach dem Zentrum zu schmäler, nach der Peripherie der Zellwand zu breiter sind, so entsteht notwendigerweise, sobald die Poren einer Zelle angeschnitten sind, eine Reihe ziemlich regelmässig nebeneinander gelagerter Zellwandstücke von abgestumpft keilförmiger, besser abgestumpft kegelförmiger Gestalt, zwischen welchen, wenn man über den Ausdruck «Riss» nicht weiter rechten will, sich «radiale gleichmässige Risse von keilförmiger Gestalt» befinden, die Nadelmann für Auflösungserscheinungen gehalten hat.

Diese «sogenannten Risse» spitzen sich von innen nach aussen oder vom Lumen der Zelle nach der Mittellamelle zu, wie auch Nadelmann in seiner Abhandlung sagt: «Die Auflösung erfolgt von innen her, so dass die keilförmigen Risse ihre breite Seite an der tertiären Membran haben und von innen nach aussen spitzer zugehen.

Die ungleiche Länge dieser Risse, welche Nadelmann beobachtet hat, wird durch einen mit der Flächenwand nicht ganz parallel gehenden Schnitt herbeigeführt. Da es in der Natur der Sache liegt, dass ein genauer Parallelschnitt selten gelingt, so werden notwendigerweise in den meisten Fällen die zwischen den Poren liegenden, durch den Schnitt entstehenden Zellwandstücke und also auch die nach Nadelmann dazwischen befindlichen radialen gleichmässigen Risse ungleich lang ausfallen müssen.

Dass es sich nicht um Auflösungserscheinungen, sondern um reelle angeschnittene Poren handelt, beweist erstens der Umstand, dass Nadelmann in seiner Figur, die diese Auflösungsprozesse zeigen soll, zwei ovale Poren von geringer Länge abgebildet hat, die infolge ihrer verhältnissmässigen Kleinheit im Gegensatz zu den übrigen und infolge ihrer peripherischen Lage nicht in den Schnitt mit hineingefallen sind, und deshalb als unbeschädigte Poren in der Zellwand sich zeigen. Diese kleinen Poren, welche sich zwischen den langgestreckten, quer über die Zellwandfläche verlaufenden Poren finden, habe ich öfter beobachtet.

Ich werde diese beiden Poren, die Nadelmann in seiner Figur abgebildet hat, und welche ich, wie oben erwähnt, des besseren Verständnisses wegen zum Vergleich kopirt habe, mit *p* bezeichnen. Ich will ferner noch die Buchstaben *a*, *b*, *c* einführen, wo *a* die Mittellamelle, *b* die

Innenlamelle, welche gegen das Lumen der Zelle stösst, und *c* die unterbrochene Linie bezeichnet, welche durch die zerschnittenen Zellwandstücke zwischen den Poren gebildet wird.

Ein fernerer Beweis, dass Nadelmann die angeschnittenen Poren irrtümlicherweise für Auflösungserscheinungen gehalten hat, ist noch folgender:

Bei der mikroskopischen Betrachtung des anatomischen Baues oben erwähnter Zellen des Cotyledonargewebes im Profil kommen nur zwei typische Linien in Betracht. Die eine stellt die Mittellamelle, die andere die Innenlamelle vor. Nimmt man nun in der Nadelmann'schen Figur an, dass dort, wo die unterbrochene Linie *c* sich findet, die typische Innenlamelle sich entlang gezogen hätte, so bleibt auf alle Fälle die Linie *b* ganz unverständlich. Nimmt man dagegen an, dass die Linie *b* die typische Innenlamelle sei, so bleibt wiederum die unterbrochene Linie *c* unverständlich, da doch die Auflösungserscheinungen sich nur bis zur Linie *b* hätten erstrecken können.

Verständlich wird das Bild nur dann, wenn man es sich, gestützt auf genaue Beobachtungen, folgendermassen denkt:

Man stelle sich wiederum eine Schachtel von ellipsoidischer Form (etwa aus Glas mit konvexem Boden), von welcher der Deckel nicht entfernt ist, vor. In dem Boden der Schachtel denke man sich Ausschnitte von der Gestalt oben beschriebener Poren, wie sie Fig. 1 *b* zeigt. Denkt man sich nun diese Schachtel umgekehrt, so dass man auf die konvexe Bodenfläche sieht, und zwei Horizontalschnitte durch dieselbe gemacht, von welchen der eine durch die Bodenfläche gehen, der andere, etwas tiefer geführte, den Deckel der Schachtel fortschneiden soll, so erhält man notwendigerweise das von Nadelmann angegebene Bild, in welchem er die Auflösungserscheinungen veranschaulichen will.

Die von nur in der Nadelmann'schen Figur mit *b* bezeichnete Linie, welche vom Autor im Text seiner Arbeit nicht gedeutet worden, obwohl sie ihm in der genannten Zeichnung nicht entgangen ist, ist von ihm, der mikroskopischen Beobachtung gemäss, in der Abbildung richtig als schwächer erscheinende Linie im Gegensatz zur Mittellamelle und der unterbrochenen Linie wiedergegeben worden. Schwächer gezeichnet resp. durchschimmernd durch die in Frage kommende Flächenwand der Zelle lässt das mikroskopische Bild sie deshalb dem Beobachter erscheinen, weil sie vom Auge desselben aus unterhalb der Zellwandfläche oder tiefer als die beiden anderen Linien, *a* und *c* liegt. Projicirt man nun die tiefer liegende Linie *b* auf die Projektionsebene, welche in diesem Falle die Zellwandfläche mit den langgestreckten Poren oder der Boden der Schachtel ist, so wird die Linie, falls der Schnitt die Zellwandfläche nicht sehr peripher getroffen hat, so dass die Poren fast gänzlich fortgeschnitten sind, immer zwischen Mittellamelle und durchbrochene Linie zu liegen kommen.

Gestützt auf genaue Untersuchungen, glaube ich durch diese Auseinandersetzungen klargelegt zu haben, dass der von Nadelmann beschriebene Auflösungsmodus der Zellwandverdickungen für *L. angustifolius* den Thatsachen nicht entspricht.

Die Behauptung Tschirch's[1]) hinsichtlich der Auflösungsweise der sekundären Wandverdickungen bei *L. angustifolius*, welche zum Teil von der Nadelmann's abweicht, wird ebenfalls hinfällig.

Er sagt nämlich: Dort, wo Cellulose in Form von sekundären Wandverdickungen in den Zellen von Cotyledonen die nach erfolgter Keimung über die Erde treten und ergrünen, auftritt,

---

[1]) Tschirch, Pflanzenanatomie, Bd. I. p. 453.

werden bei der Keimung diese sekundären Verdickungsschichten gelöst, und die primäre Membran, sowie ihre unmittelbaren Auflagerungsschichten bleiben erhalten. Die Zelle bleibt also am Leben und geht nicht zu Grunde. (*Lupinus angustifolius*).»

Das Verhalten der Cellulose-Auflagerungsschichten äussert sich bei der Keimung der Samen von *L. angustifolius* also folgendermassen:

Fädchenartig verbogene Partien, welche bisweilen Dichotomirungen erkennen lassen, durchsetzen zahlreich die verdickten Zellwände in transversaler Richtung, die einzig und allein als «Differenzirungs-Erscheinungen» in der Zellwand zu deuten und durch Wachstumsvorgänge bedingt worden sind. Es treten ausser diesen «Differenzirungen» keine Auflösungserscheinungen weiter auf. Sowohl die Innenlamellen, als auch der übrige Teil der verdickten Zellwände der Zellen bleiben erhalten, was ich sogar in sehr weit vorgeschrittenen Stadien, bei welchen sich schon viele Laubblätter entwickelt hatten, beobachten konnte.

Die Zellen der Cotyledonen nehmen, so lange sich Wachstumsvorgänge in denselben äussern, an Grösse zu, und die verdickten Zellwände an Stärke ein wenig ab, wobei die Innenlamellen und die Mittellamellen immer ganz glattwandig bleiben.

Bei diesen Wachstumsvorgängen macht sich in erster Linie vor allem ein bedeutender Verbrauch an Stärke, in zweiter Linie ein Differenzirungsprozess mit fädchenartiger Struktur in der Zellwand geltend. Nadelmann sagt nun in seiner Arbeit gemäss seiner unrichtigen Auffassung zum Schluss: «Da nun die Wandverdickungen bei der Keimung der Samen aufgelöst, d. h. aufgebraucht werden, so ersieht man hieraus, dass die Cellulose-Auflagerungen in den Cotyledonarzellen in erster Linie Reservestoffe sind.»

Nach meinen Untersuchungen, die oben angeführte Resultate ergeben haben, stelle ich folgende Gegenbehauptung auf:

Da die Wandverdickungen während der Keimung nicht verbraucht werden, sondern nur Differenzirungsprozesse sich in ihnen während des Wachstums der Cotyledonen geltend machen, so sind diese sekundären Membranverdickungen nicht als Reservestoffe zu betrachten. Die Cellulosewandverdickungen können demgemäss nicht als «Reservecellulose» angesehen werden.

2. *Lupinus albus.*

Das Cotyledonargewebe von *L. albus* im Wesentlichen kommt in seinem histologischen Aufbau demjenigen von *L. angustifolius* gleich. Die Zellen des ersteren zeigen ebenfalls Wandverdickungen, die jedoch bedeutend dünner sind, als die von *L. angustifolius*. Die Stärke der verdickten Cellulose-Membranen beträgt nur 5,1—10,2 Mik. Sie sind also ungefähr nur halb so stark, wie die Cellulose-Auflagerungsschichten von *L. angustifolius*. Was die langgestreckten Intercellularen betrifft, die sich auch bei dieser Species hin und wieder zwischen den Zellen finden, so sind dieselben nicht so gross, wie die bei der erst beschriebenen *Lupinen*-Art. Die im Profil der Zellwände erscheinenden Poren sind kleiner, die in der Flächenansicht der Zellen auftretenden sind ungefähr ebenso gross, wie die von *L. angustifolius*. Die verdickten Zellmembranen zeigen ebenfalls eine Innen- und eine Mittellamelle, die durch das starke Lichtbrechungsvermögen ziemlich gut erkennbar sind. Dass in den Cotyledonen in centripetaler Richtung die Zellwände an Stärke zunehmen, gilt auch für *L. albus*, (s. Fig. 2 *a* und *b*, Taf. I.).

Bei der Einquellung der Samen oben erwähnter Species in Wasser fand schon nach einigen Stunden eine erhebliche Quellung statt. Die Samen quollen bis zum Vierfachen ihres Volumens im ruhenden Zustande auf. Die Volumenvergrösserung dieser Samen nach der Quellung ist also eine viel bedeutendere, als bei *L. angustifolius*.

Was die Prozesse anbetrifft, die in den Cellulose-Auflagerungsschichten sich abspielen, so ist in erster Linie bemerkenswert, dass die ersten Veränderungen in den verdickten Zellwänden sich in viel späteren Stadien der Keimung zeigen, als bei *L. angustifolius*. Bei Schnitten, die ich von *L. albus* machte, bei welchen das hypocotyle Glied mit der Radicula 3, 5½, 7¼, 9, 10—22 cm betrugen, konnte ich keine Veränderungen in den secundären Cellulosemembranen beobachten, die mit irgend welchen Auflösungserscheinungen oder Differenzirungsprozessen hätten in Zusammenhang gebracht werden können. Dagegen war ein Verbrauch von Stärke in den Zellen des Cotyledonargewebes bei vorgeschrittenen Keimungsstadien schon deutlich zu bemerken. Die ersten sichtbaren Veränderungen in den sekundären Zellwänden konnte ich bei einer Keimpflanze wahrnehmen, die schon Laubblätter entwickelt hatte, und deren hypocotyles Glied 11 cm und deren Radicula 13 cm betrug. Die Norm für das Anfangsstadium resp. für das Sichtbarwerden der in den verdickten Zellwänden sich abspielenden Prozesse weicht also bedeutend von der bei *L. angustifolius* ab. Das hypocotyle Glied mit der Radicula muss ungefähr eine Länge von 23—24 cm erreicht haben, bevor man Veränderungen in den sekundären Celluloseschichten beobachten kann. Bei diesem Keimungsstadium konnte ich ebenfalls, wie bei *L. angustifolius*, zahlreiche, im Profil der Wandung senkrecht zum Lumen der Zelle verlaufende, fädchenartige Gebilde bemerken. Dieselben weichen insofern von denjenigen von *L. angustifolius* ab, als erstere mehr eine geradlinige Anordnung zeigen. Es macht sich also bei sehr weit vorgeschrittenen Stadien von *L. albus* im Profil der Cellulosewände mehr das Bild ungefähr senkrecht zum Lumen verlaufender Strichelungen bemerkbar. Bei einem weiter vorgeschrittenen Keimungsstadium, bei welchem schon mehrere Laubblätter entwickelt waren, und bei dem das hypocotyle Glied schon 13½ cm und die Radicula 15¼ cm Länge erreicht hatten, konnte ich dieselben Erscheinungen, nämlich die in den verdickten Zellwänden radiär zum Lumen verlaufenden strichartigen Gebilde beobachten. Bei einer in der Entwickelung noch weiter vorgeschrittenen Keimpflanze, bei welcher die Cotyledonen schon einzuschrumpfen begannen, zeigten die Zellen ebenfalls noch erhebliche Wandverdickungen, die nach dem Lumen zu durch einen glattrandigen Innencontour begrenzt waren. (s. Fig. 2 *c*, Taf. I.). Die Prozesse, die sich also während der Keimung in den verdickten Zellwänden abspielen, sind mit denen von *L. angustifolius* im Wesentlichen identisch. Es handelt sich bei *L. albus* um dieselben Differenzirungserscheinungen in der Zellwand, wie bei der vorher beschriebenen Art, die einzig und allein durch Wachstumsvorgänge bedingt werden. Bemerkenswert ist die Thatsache, dass die Differenzirungserscheinungen in den sekundären Celluloseschichten der Zellen von *L. albus* viel weniger deutlich und die Fadengebilde in geringerer Zahl auftreten, als die der erst besprochenen Species.

Die sekundären Membranen nebst den typischen Innenlamellen der Zellen von *L. albus* werden während des Keimungsprozesses nicht aufgelöst. Ein reichlicher Verbrauch an Stärke ist dagegen im Cotyledonargewebe deutlich zu bemerken.

Da also während der Keimung die sekundären Celluloseschichten nicht aufgelöst werden, sondern nur Differenzirungsprozesse in den Zellwänden während des Wachstums der Cotyledonen vor sich gehen, so sind diese sekundären Zellmembranen von *L. albus* nicht als Reservestoffe, also auch nicht als Reservecellulose zu betrachten.

3. *Lupinus luteus.*

Eine dritte Art der Gattung *Lupinus*, die ich in den Kreis meiner Beobachtungen bezüglich der Auflösungsweise der verdickten Zellwände mit hineinzog, war *L. luteus*. Der Umstand gerade, dass ich bei den beiden abgehandelten Lupinen-Arten nur Differenzirungsprozesse und nicht Auflösungserscheinungen beobachten konnte, veranlasste mich, die Keimungsstadien noch einer dritten verwandten Species zu untersuchen. Es kam mir jest darauf an, festzustellen, ob die Auflösungsweise der Zellwände resp. der Differenzirungsmodus in denselben für alle nahe verwandten Species sich gleiche. Obgleich die Vermutung nahe liegt, dass bei verwandten Arten sich annähernd dieselben Erscheinungen während der Keimung zeigen werden, so lässt es sich doch a priori nicht behaupten.

Da es sich ausserdem bei *Lupinus* um die Beleuchtung der Untersuchungen von Tschirch und Nadelmann handelt, deren Resultate teilweise in Lehrbücher übergegangen sind, so schien es mir gerade wertvoll, mehrere Lupinen-Arten während ihrer Keimungsstadien zu untersuchen, um auf diese Weise die einmal als unrichtig erkannte Meinung über bie Auflösungsweise der verdickten Zellwände bei *Lupinus* sicherer als solche nachweisen zu können. Die vermuteten Resultate stellten sich auch für *L. luteus* als richtige heraus.

Was den morphologischen Bau des Cotyledonargewebes dieser Species betrifft, so ist derselbe in seinen Grundzügen dem der beiden oben beschriebenen Arten ähnlich. Die Wandverdickungen der Zellen, die sich auch bei *L. luteus* finden, sind jedoch in bedeutend geringerem Grade ausgeprägt, welcher Umstand die Untersuchungen sehr erschwerte. (s. Fig. 6 a. Taf. I.) Die Stärke dieser Cellulosewände beträgt nur 1,7 bis 13,6 Mik. Sie sind also zum grossen Teil noch dünner, als die sekundären Membranen der Zellen von *L. albus*, obgleich schon letztere nur halb so stark sind, wie die von *L. angustifolius*. Die langgestreckten Intercellularen, welche auch hier vorkommen, sind schmaler und finden sich weniger zahlreich. Die Quellung der Samen in Wasser ergab, dass dieselben nur bis zum Dreifachen ihres Volumens und zwar langsamer aufquollen, als die der beiden vorher besprochenen Species. Da andere bemerkenswerte Unterschiede hier nicht von Wichtigkeit sind, so gehe ich jetzt zu den Differenzirungserscheinungen in der Zellwand über. Die ersten Differenzirungsprozesse, die ich in den verdickten Wänden der Zellen beobachten konnte, fanden sich bei viel jüngeren Keimpflanzen als bei *L. albus*. Bei einem Keimungsstadium, bei welchem das hypocotyle Glied 2 3/4 cm und die Radicula 5 3/4 cm betrugen, waren noch keine Auflösungserscheinungen in den Zellmembranen wahrzunehmen. Die ersten Veränderungen, die durch die Keimung bedingt waren, konnte ich bei einem Keimungsstadium beobachten, bei welchem des hypocotyle Glied 4 3/4 cm und die Radicula 4 3/4 cm lang waren. Die Norm für das Anfangsstadium der in den Cellulosemembranen der Zellen vor sich gehenden Prozesse kommt der von *L. angustifolius* ungefähr gleich, weicht dagegen von derjenigen von *L. albus* bedeutend ab. Das hypocotyle Glied muss mit der Radicula zusammen ungefähr eine Länge von 9 cm erlangen, ehe man überhaupt in den Celluloseauflagerungsschichten der Zellen merkliche Veränderungen, die in irgendwelcher Beziehung zu dem Auflösungsmodus stehen, beobachten kann. Bei dem zuletzt erwähnten Keimungsstadium konnte ich dieselben Erscheinungen, wie ich sie schon bei *L. angustifolius* beschrieben habe, erkennen: nämlich neben einander gereihte Punkte, resp. Knötchen an der Innenlamelle, die allmählich länger werden und dann einen strich- oder fädchenartigen Charakter annehmen. Bei einem weiteren Stadium der Keimung, bei welchem das hypocotyle Glied 2 3/4 cm, die Radicula 8 cm betrugen, hatten diese punktförmigen Erscheinungen, die sich als erste Veränderungen in der Zellwand zeigen, schon an Länge

zugenommen. Die Mittellamelle und die glattwandige Innenlamelle waren noch deutlich zu erkennen und hatten keinem Auflösungsmodus unterlegen. In gleicher Weise konnte ich diese strichartigen Gebilde in den sekundären Celluloseschichten der Zellen des Cotyledonargewebes noch bei Keimpflanzen beobachten, die sich schon bedeutend entwickelt hatten; z. B. bei einer Keimpflanze, deren hypocotyles Glied 6½ cm, und deren Radicula 7¼ cm lang waren, ferner bei einem Keimling, welcher schon mehrere Laubblätter trug, und dessen hypocotyles Glied 7¼ cm und dessen Radicula 10¾ cm betrugen. Sogar bei dem zuletzt erwähnten Stadium konnte ich die verdickten Zellwände mit den Fadengebilden und den an das Lumen angrenzenden glattrandigen Innenlamellen noch deutlich beobachten. (vergl. Fig. 6b, Taf I.)

Das Flächenbild von *L. luteus*, das die während der Keimung in den verdickten Cellulosemembranen vor sich gehenden Veränderungen, von der Fläche aus betrachtet, veranschaulicht, deckt sich im allgemeinen mit demjenigen von *L. albus*. Beide sind jedoch ein wenig anderer Natur, als das von *L. angustifolius*, was auf die verschiedene Form der differenzirten Partien zurückzuführen ist. Die Vorgänge also, die sich in den Cellulosewandverdickungen während der Keimung abspielen, sind denjenigen von *L. albus* resp. denen von *L. angustifolius* ungefähr gleich. Es sind wiederum dieselben Differenzirungsprozesse, die in den verdickten Zellwänden während der Keimung auftreten, wie diejenigen, auf welche ich schon bei den beiden vorher besprochenen Species hingewiesen habe. Diese Differenzirungserscheinungen sind ebenfalls durch Wachstumsvorgänge bedingt. Eine Auflösung der verdickten Membranen einschliesslich der Innenlamellen erfolgt nicht. Es findet dagegen auch hier ein Verbrauch an Stärke statt. Da also bei *L. luteus* die verdickten Membranen während der Keimung nicht verbraucht werden, so sind diese sekundären Celluloseschichten im Samen von *L. luteus* nicht als Reservestoffe, also auch nicht als Reservecellulose aufzufassen.

Die Wandverdickungen der Zellen in den Cotyledonen von *Lupinus angustifolius, albus* und *luteus* sind demnach als gewöhnliche Cellulose anzusprechen. Ueberdies ist nach meinen Untersuchungen mit hoher Wahrscheinlichkeit anzunehmen, dass der Differenzirungsmodus während der Keimung bei allen Lupinen-Arten im Wesentlichen ein gleicher sein wird.

4. *Arum italicum.*

Der anatomische Bau der Samen von *A. italicum* zeigt unter der Testa 1—2 bisweilen auch 2—3 Reihen sehr dickwandiger Endospermzellen. Centripetal schliessen sich an oben erwähnte dickwandige Zellen zahlreiche zartwandige in hohem Masse Stärke führende Zellen an. Die Aussenwand der unmittelbar unter der Testa gelegenen Zellschicht ist stärker, als die Zellwände zwischen den neben einander lagernden Zellen. Erstere soll nach den Untersuchungen von Marloth[1]) bei *Arum* eine Stärke von 30—40 Mik., letztere von nur 15—20 Mik. erreichen. Die Messungen, die ich bezüglich der Zellwandverdickungen bei *Arum italicum* ausgeführt habe, weichen insofern von denen Marloth's ab, als ich zum Teil sowohl dünnere Aussenwände, als auch Zwischenzellwände gefunden habe. Die Stärke der Aussenwand schwankt nach meinen Beobachtungen zwischen 15,3 bis 39,1 Mik., die der Zwischenwände von 6,8—20,4 Mik. Einzelne Messungen an einigen Stellen der Aussenwand ergaben sogar eine Stärke von ungefähr 59,5 Mik. Die Mittellamelle in den

[1]) Marloth, „Ueber mechanische Schutzmittel der Samen gegen schädliche Einflüsse von aussen." Engler's Jahrbücher IV. 1883. p. 232.

Zwischenzellwänden ist in den meisten Fällen sichtbar. Nach dem Lumen der Zelle zu findet sich wiederum eine verdichtete, etwas stärker Licht brechende Innenschicht. Eine lamellöse Schichtung in den verdickten Zellwandungen macht sich bei Anwendung vorzüglicher Systeme nur undeutlich bemerkbar (s. Fig. 7 a, b. Taf. I.).

Was die Quellung der Samen von *A. italicum* anbetrifft, so hatten dieselben nach der Einquellung in Wasser bis zum Dreifachen ihres ursprünglichen Volumens zugenommen. Die Quellung ging verhältnismässig langsam vor sich.

Bei einem Keimungsstadium, bei welchem das hypocotyle Glied 2 mm, (das hypocotyle Glied misst im Durchschnitt bei allen Keimpflanzen von *A. italicum* 2 mm) und die Radicula $2^1/_4$ cm betrugen, konnte ich noch keine Veränderungen in der Zellwand beobachten. Vorgeschrittenere Keimungsstadien liessen in den verdickten Zellwänden an der Innenlamelle radiär verlaufende kurze Strichelungen erkennen, die durch den Keimungsprozess hervorgerufen worden waren. (s. Fig. 7 c. Taf. I.)

Eine in der Entwickelung weiter vorgeschrittene Keimpflanze, bei welcher die Radicula schon 7 cm, das hypocotyle Glied wie gewöhnlich 2 mm, der Blattstiel des ersten Laubblattes $6^1/_2$ cm und die Blattspreite desselben $1^1/_2$ cm betrugen, hatten die kurzen Strichelungen bedeutend an Länge zugenommen, so dass sie sich jetzt in radialer Richtung durch die ganze Wand hindurch erstreckten. Die durchaus geradlinigen Strichelungen verlaufen in den meisten Fällen vom Lumen der einen Zelle über die Mittellamelle fort bis zum Lumen der benachbarten (s. Fig. 7 c. Taf. I.). Die Innenlamelle wird nicht aufgelöst, sondern bleibt ganz glattrandig erhalten. Die lamellöse Struktur der verdickten Cellulosemembranen war nach der Keimung etwas deutlicher hervorgetreten. Ein reichlicher Verbrauch an Stärke war in den Lumina der central im Samen liegenden zartwandigen Zellen eingetreten. Auf Flächenansichten erscheinen die im Profil der Wandung radiär zum Lumen der Zelle verlaufenden Strichelungen punktförmig. (s. Fig 7 d. Taf. I.) Dieselben Veränderungen in den Wänden, wie sowohl das Profil, als auch die Flächenansicht der Membran sie zeigt, konnte ich noch bei einer Keimpflanze beobachten, bei welcher die Radicula 9 cm, das hypocotyle Glied 2 mm, der Blattstiel $7^1/_4$ cm und die Blattspreite $1^3/_4$ cm lang waren. Der Rand der Innenlamelle der secundären Zellwände war auch in diesem Stadium noch glatt. Ein Dünnerwerden der verdickten Membranen oder eine Auflösung derselben findet nicht statt. Aeltere Keimpflanzen, bei denen schon das zweite Laubblatt in der Entfaltung begriffen war, zeigten noch dieselben Erscheinungen. Die parallel gelagerten Lamellen in den Cellulose-Wandverdickungen hatten an Deutlichkeit noch etwas zugenommen. Das Endstadium meiner Beobachtung weist folgende Normen auf: Radicula = $9^1/_2$ cm, hypocotyles Glied = 2 mm, Blattstiel = $10^3/_4$ cm, Blattspreite des ersten Laubblattes = $1^3/_4$ cm, Blattspreite des zweiten Laubblattes = $1^1/_2$ cm. Die Zellwände hatten auch in diesem Stadium an Dicke nichts eingebüsst. Die Innenlamelle blieb glattrandig. Ausser einem grossen Verbrauch von Stärke konnte ich bei diesem Keimungsstadium noch zahlreiche Pilzhyphen beobachten, die in das Gewebe eingedrungen waren. Die radiär zum Lumen verlaufenden Strichelungen trugen noch denselben geradlinigen Charakter, wie zuerst. Sie weichen also insofern von den Erscheinungen in den verdickten Membranen von *L. angustifolius* bedeutend ab. Das Bild, welches bei vorgeschrittenen Keimungsstadien eine verdickte Cellulosewand in der Profilansicht erkennen lässt, ist das einer Kreuzung zarter Linien in radialer und tangentialer Richtung. Die in tangentialer Richtung parallel zum Lumen verlaufenden Linien sind die oben erwähnten Lamellen. Diese Linien erscheinen zarter, als die radiär verlaufenden (s. Fig. 7 e. Taf. I.). Letztere durch den Keimungsprozess bedingten, radiar verlaufenden

Strichelungen in den Celluloseauflagerungsschichten der Zellen sind ebenfalls nur typische Differenzirungserscheinungen, die durch Wachstumsvorgänge entstanden sind. Eine Auflösung der Zellwände erfolgt nicht. Da die secundären Membranverdickungen während der Keimung ebenfalls, wie bei den schon besprochenen Lupinen-Arten, nicht verbraucht werden, so sind diese secundären Membranen in gleicher Weise wie bei Lupinus, nicht als Reservestoff, also auch nicht als Reservecellulose zu betrachten.

Wir haben es in diesem Falle nur mit typischen Celluloseschichten zu thun, die während des Keimungsprozesses Differenzirungen erleiden.

Da ich die Resultate von *A. maculatum* wegen ausgebliebener Keimung der Samen zum Vergleich nicht mit heranziehen konnte, so bin ich genötigt, mich auf die Ergebnisse einer *Arum*-Art zu beschränken. Ueberdies ist wohl mit hoher Wahrscheinlichkeit anzunehmen, dass die verdickten Zellwände im Samen von *A. maculatum* ähnlichen Differenzirungen werden ausgesetzt sein, wie die von *A. italicum*. Der anatomische Bau beider Species ist ein gleicher.

5. *Allium Cepa.*

Sowohl der morphologische Bau der Endospermzellen, als auch die Keimungsart der Samen von *Allium Cepa* waren bereits wiederholt Gegenstand der Untersuchung. Sachs[1]), der die Keimungsgeschichte der Samen von *Allium* verfolgte, wobei er die morphologischen Verhältnisse des Endospermgewebes in genügender Weise bespricht, gelangte bezüglich der Auflösungsweise der verdickten Zellwände im Grundparenchym während der Keimung zu keinen endgiltigen Resultaten.

Die Art der Auflösung der sekundären Cellulosemembranen im Samen von *A. Cepa* während der Keimung ist in neuester Zeit noch von Reiss verfolgt worden.

Seine Ergebnisse hinsichtlich der Auflösungsweise der sekundären Cellulosewände der Zellen im Endospermgewebe, welche er als Vervollständigung der Sachs'schen Untersuchungen ansieht, beruhen auf falschen Beobachtungen. Es ist ihm in keiner Weise gelungen, die Sachs'schen Untersuchungen zu ergänzen. Wenn auch die Kleinheit der Samen, wie auch der Mangel an Turgescenz die Untersuchungen sehr erschweren, worauf Sachs schon hinweist[2]), so glaube ich doch, dass es mir nach langen, mühevollen und genauen Untersuchungen gelungen ist, die Auflösungserscheinungen der sekundären Cessulosemembranen der Zellen genau zu beobachten.

Die Zellen des Endosperms im Samen von *Allium* besitzen eine unregelmässige, dreiseitige, vielseitige oder bisweilen auch gelappte Gestalt. Sie haben ferner collenchymatische Wandverdickungen, die von Porenkanälen durchsetzt sind. (s. Fig. 10. Taf. II.) Die Wandverdickungen besitzen eine lamellöse Schichtung, die ich bei sehr dünnen Schnitten gut erkennen konnte. Um die lamellöse Schichtung mit Einschluss der Mittellamelle besser an Schnitten beobachten zu können, die nicht fein genug ausgefallen waren, wandte ich verschiedene Reagentien an. Kupferoxyd-Ammoniak, dessen schon Reiss bei seinen Untersuchungen sich bediente, um die Mittellamelle deutlicher hervortreten zu lassen, gebrauchte auch ich mit Vorteil. Reiss sagt nämlich: »Lässt man aber nur kurze Zeit Kupferoxyd-Ammoniak einwirken, so wird auch hier die Mittellamelle, wie bei *Asparagus* und

---

[1]) Sachs, „Ueber die Keimung des Samens von *Allium Cepa*". Bot. Zeitung. 1863.

[2]) Sachs sagt (Bot. Ztg. 1863. p. 69.): „Was die Untersuchung des Endosperms während seiner Aussaugung so sehr erschwert, ist der Mangel an Turgescenz und Saftfülle.

Phoenix sehr deutlich beobachtet.« Sowohl Mittellamelle, als auch lamellöse Schichtung konnte ich nach Ammoniak ziemlich deutlich beobachten. Auch durch Einwirkung der Chromsäure erzielte ich durchsichtige Bilder, bei welchen ich die lamellöse Struktur besser erkennen konnte. Die Zelllumina und die von denselben sich in die Membran einstülpenden Poren sind mit einer dichteren Innenschicht ausgekleidet, die als stärker lichtbrechender Streifen gut zu erkennen ist. Die Mittellamellen sind in den meisten Fällen in Wasser oder Glycerin nicht zu sehen. Es gelang mir jedoch, auch diese bei sehr feinen Schnitten ohne Anwendung von Reagentien als zarte Linien wahrzunehmen. Die Lage des Embryo im Samen ist axil.

Was die eingehenderen morphologischen Verhältnisse, namentlich die des Zelliuhaltes betrifft, so verweise ich auf die oben angeführten Untersuchungen von Sachs, da eine nähere Erörterung derselben nicht mehr in den Rahmen meiner Arbeit hineinpasst.

Die Wandverdickungen der Zellen des Endospermgewebes von *A. Cepa* besitzen eine Stärke von 3,4 bis 13,6 Mik. Der Quellungsakt der Samen geht langsam vor sich. Sie quellen um ungefähr bis auf das Doppelte ihres anfänglichen Volumens auf. Wegen des grossen Mangels an Turgescenz, den die Samen nach der Keimung zeigen, habe ich dieselben vor der Anfertigung der Schnitte lange Zeit in absolutem Alkohol gehärtet. Der Auflösungsmodus der verdickten Zellwände geht folgendermassen vor sich:

Die sekundären Celluloseschichten bestehen aus 5 oder 7, in den selteneren Fällen aus 9 auf einander gelagerten Lamellen. Diese Lamellen bilden die Gesammtwandung zwischen zwei benachbarten Lumina. Bei dieser verschiedenen Anzahl von Lamellen sind in jedem Falle zwei Innenlamellen und die dazwischen liegende Mittellamelle mitgerechnet. Bei denjenigen Keimungsstadien, welche fünf Lamellen aufweisen, sind dieselben folgendermassen zu deuten: Die beiden der Mittellamelle seitlich resp. rechts und links anliegenden Lamellen erscheinen schwach rötlich-gelb. Diesen beiden Lamellen schliesst sich jederseits noch eine Lamelle als Abschluss der Membran gegen die Lumina an. Sie besitzen ein stärkeres Lichtbrechungsvermögen, als die übrigen. Die dichtere Innenzone ist identisch mit den schon erwähnten Innenlamellen der Zellen der bereits abgehandelten Samen. Andere Zellen, zwischen denen die sekundären Zellmembranen aus 7 oder 9 neben einander gelagerten Lamellen zusammengesetzt sind, haben rechts und links von der Mittellamelle noch je 2 oder 3 Lamellen. Den Abschluss der Membran gegen die Lumina bildet wiederum jederseits noch eine Lamelle, welche die typische Innenlamelle vorstellt.

Der Auflösungsprozess geht bei weitem nicht so komplizirt vor sich, wie Reiss behauptet. Die Auflösung beginnt vom Lumen der Zelle aus und schreitet allmählig bis zur Mittellamelle fort. Bei Keimungsstadien, welche rechts und links von der Mittellamelle nur je 2 Lamellen aufweisen, wird in erster Linie die Innenlamelle, in zweiter die rötlich-gelb schimmernde Schicht verbraucht. Bei jungen Keimpflanzen konnte ich deutlich beobachten, dass nur 3 Lamellen übrig geblieben waren. In noch späteren Stadien fand ich nur noch die Mittellamelle. Bei dickeren sekundären Cellulosemembranen, die 7 Lamellen zählten, konnte ich dieselben Erscheinungen beobachten. Die Wandverdickungen nahmen ebenfalls vom Lumen her an Stärke ab, bis schliesslich die Mittellamelle als resistente Wand übrig blieb. Zuerst verschwand wiederum die Innenlamelle, dann wurde die der Innenlamelle angrenzende Schicht verbraucht, und in dritter Linie gelangte die der Mittellamelle sich anreihende Lamelle zur Auflösung. In einigen Fällen habe ich beobachten können, dass sich die dem Lumen zunächst liegende Lamelle von den übrigen teilweise abgelöst hatte (s. Fig. 10 *b*, Taf. II.). Jede Lamelle, die während der Auflösung dem Lumen der Zelle zunächst zu liegen kommt, erscheint

durch alle Stadien hindurch ausgesprochen glattrandig. Es zeigen sich in keiner Weise irgendwelche Korrosionserscheinungen, wie Reiss behauptet. Er sagt in seiner Arbeit: «Bei *Allium* sind die Innenlammellen deutlicher als die Mittellamellen, bei *Asparagus* umgekehrt die Mittellamellen deutlicher als die Innenlamellen. Dieser Unterschied ist freilich nur graduell zu nennen und würde deshalb belanglos sein, wenn nicht ein anderes charakteristisches Merkmal die Endosperm-Auflösung von *Allium* auszeichnete. Wo nämlich die Bildung der hyalinen Säume eben beginnt, wo also die intakten Zellen eben angegriffen werden, sieht man zahllose, äusserst feine, radiale Kanäle von innen her in die Zellwand eindringen, zwischen welchen die stark lichtbrechende Reservecellulose als eine Anzahl feiner «Stacheln» erscheint. Es soll dieser eigenartige Lösungsprozess als «Korrossion» bezeichnet werden.»

Solche Kanälchen-Bildung, welche Reiss, wie oben erwähnt, durch den Ausdruck «Korrossion» bezeichnet, ist auch meiner Beobachtung nicht entgangen. Diese Korrossionserscheinungen sind vor allen Dingen niemals durch die Keimung bedingte Erscheinungen. Sie treten ausserdem ziemlich vereinzelt auf und finden sich sowohl in ungekeimten als auch in gekeimten Samen. Sie sind weiter nichts als weniger verdichtete Partien in den Cellulose-Wandverdickungen der Zellen des Endospermgewebes von *Allium*. Die während der Auflösung dem Lumen zunächst liegenden Schichten in den verschiedenen Zellen hatten einen ausgelaugten Charakter angenommen und waren in keiner Weise von Korrosionsbildungen irgendwelcher Art durchsetzt.

Nach den Untersuchungen von Reiss sollen sogar die Innenlamellen als resistente Grenzhäutchen übrig bleiben. Er schildert nämlich den Vorgang der Auflösung in folgender Weise: «Da, wo die Lösung der Reservecellulose in den Endospermzellen beginnt, sieht man zwar auch zunächst schwächer lichtbrechende (hyaline) Säume, zwischen welchen die mittleren stark lichtbrechenden Wandpartien hervorleuchten. Die hyalinen Säume sind aber viel schmaler als im Endosperm von *Phoenix* (auch von *Asparagus*). Es wird auch nirgends ein Abschmelzen, wie früher beschrieben, sichtbar. Es bleibt im Gegenteil der Innenkontur der hyalinen Lamelle jederzeit als scharfe Linie sichtbar, bis die stark lichtbrechenden Zellwandpartien völlig verschwunden sind. In den völlig ausgesogenen Endospermzellen nähern sich aber die benachbarten Grenzlinien, die wir nun als resistente Grenzhäutchen (Innenlamellen) erkennen, einander so weit, dass man es mit einem dünnwandigen Parenchym zu thun zu haben glaubt.»

Nach seinen Beobachtungen fasst Reiss das Resultat seiner Untersuchungen in folgende Worte zusammen: «Die Beobachtung von Allium lieferte also das Resultat, dass die Zellwandverdickungen wie bei *Phoenix* und *Asparagus* als Reservestoff funktioniren. Ihre Lösung vollzieht sich jedoch «intralamellar» mit gleichzeitiger «Korrosion.»

Es bleibt bei weit vorgeschrittenen Keimungsstadien weiter nichts als ein dünnwandiges, zartes, parenchymatisches Gewebe übrig, das ausschliesslich nur aus Mittellamellen gebildet ist. Eine intralamellare Lösung nebst Korrosion finde ich nicht bestätigt. Es ist gar nicht einzusehen, weshalb und auf welche Weise eine Anschmiegung der Innenlamelle an die Mittellamelle stattfinden soll, zumal die übrig bleibenden Mittel- und Innenlamellen gar keine Funktion mehr zu leisten haben. Da ausserdem die Innenlamelle einen viel kleineren Umfang hat, als die dazu gehörige Mittellamelle, so müsste doch, wenn eine Annäherung beider Lamellen an einander stattfände, entweder die Innenlamelle eine beträchtliche Ausdehnung oder die Mittellamelle eine Zusammenziehung erfahren, was in diesem Stadium gar nicht denkbar ist, wo der Rest des Gewebes, der also aus Mittel- und Innenlamellen bestehen müsste, doch bald zu Grunde geht und keine Funktion weiter

zu erfüllen hat. Ebenso, wie die Reiss'schen Untersuchungen keine endgiltigen Resultate ergeben haben, führten auch die früher von Sachs[1]) angestellten Untersuchungen hinsichtlich der Auflösungsweise der verdickten Zellwände im Endosperm von *Allium* zu keinem positiven Ergebnis. Er sagt nämlich selbst in seiner Arbeit: «Ob die Substanz der Zellwände vielleicht selbst (wenigstens zum Teil) für den Keim resorbirt wird, auch darüber konnte ich zu einer bestimmten Ansicht nicht kommen; doch ist gewiss, dass die Zellhäute des ausgesogenen Endosperms mit Jod und Schwefelsäure sich noch schön blau färben.» Eine umfassendere Besprechung der Untersuchungen von Sachs würde mich erstens von meinem Thema zu weit abbringen, und zweitens halte ich sie für zwecklos, da die Beobachtungen von Sachs hinsichtlich der Auflösung der sekundären Cellulosemembranen im Samen von Allium nichts Positives ergeben haben. Ich beschränke mich deshalb auf das oben Gesagte.

Das Resultat meiner Beobachtungen ist, kurz ausgedrückt, folgendes:

Die Auflösung der Cellulose-Auflagerungsschichten der Zellen im Endosperm von *Allium* geht successiv vor sich und schreitet vom Lumen der Zelle allmählich bis zur Mittellamelle fort. Es werden die neben einander gelagerten Lamellen nacheinander verbraucht resp. aufgelöst, bis schliesslich nur die Mittellamelle übrig bleibt. Da die Cellulosewandverdickungen während der Keimung verbraucht werden, so funktioniren diese als Reservestoffe bei dem Keimungsprozess. Diese sekundären Cellulosemembranen im Endosperm von Allium Cepa müssen deshalb als Reservecellulose angesehen werden.

6. *Allium Porrum.*

Die Samen dieser Species gleichen in ihrem morphologischen Bau den Samen von *Allium Cepa*. Was die Quellungsfähigkeit anbetrifft, so ist sie dieselbe, wie bei der verwandten Art. Die Stärke der Wandverdickungen differirt auch nur ein wenig, von der der anderen Species. Ich fand für die sekundären Cellulosemembranen eine Stärke von 3,3—14 Mik.

Der Auflösungsprozess der Cellulose-Auflagerungsschichten im Endosperm dieser Samen geht in gleicher Weise, wie bei der oben besprochenen Species, vor sich. Ich verweise deshalb auf die Besprechung des Auflösungsprozesses der Zellwandverdickungen im Samen von *Allium Cepa*, um nicht unnötiger Weise Wiederholungen zu bringen. Es fungiren also die sekundären Cellulosewände, da dieselben während der Keimung verbraucht werden, auch bei dieser Species als Reservestoffe. Die Membranverdickungen im Endospermgewebe von *Allium Porrum* müssen deshalb in gleicher Weise, wie bei *A. Cepa*, als Reservecellulose angesehen werden.

Polygonatum latifolium.

Das Endospermgewebe von *Polygonatum latifolium* besitzt bedeutende Wandverdickungen und eine reichliche Tüpfelbildung. Aehnliche mikroskopische Bilder weist noch das Endosperm von *Phytelephas macrocarpa* u. a. auf. Die äusserste Zellschicht, welche im Samen von *P. latifolium* unter der Testa gelegen ist, besitzt an den Seitenwänden in den meisten Fällen keine oder nur vereinzelt vorkommende Porenkanäle (s. Taf. II, Fig. 13). Die dieser Zellreihe angehörenden Zellen sind gestreckt und stehen mit dem Längsdurchmesser senkrecht zur Oberfläche des Samens, d. h.

[1]) Sachs, Bot. Zeitung 1863, p. 69.

palissadenförmig. Centripetal im Samen geht aber die Palissadenform der Zellen bald in die isodiametrische über. Die Zellwandverdickungen besitzen auch bei dieser Species nach dem Lumen zu eine verdichtete, stärker als die übrige Cellulosewand lichtbrechende Innenschicht, die als Innenlamelle bezeichnet werden kann. Zwischen je zwei Innenlamellen benachbarter Zellen ist noch eine zarte, deutlich sichtbare Mittellamelle vorhanden (s. Taf. II, Fig. 13). Die Membranen des Endosperms von *P. latifolium* besitzen eine Stärke von 10,2—28,9 Mik. Der Quellungsakt der Samen vollzieht sich ausserordentlich langsam, was durch die hornige Beschaffenheit des Endospermgewebes bedingt wird. Durch Einquellen der Samen in Wasser wird keine merkliche Volumenvergrösserung hervorgerufen.

Die Reaktion, welche am Endosperm von *Polygonatum latifolium* durch Behandlung mit Jod eintrat, ergab, dass die Zellwand nicht aus Amyloid besteht, da die charakteristische Blaufärbung sich nicht zeigte. Dieselbe frisch bereitete Jodlösung färbte die aus Amyloid bestehenden Zellwände im Samen von *Tropaeolum majus* deutlich blau. Es wäre ferner noch zu bemerken, dass die Reservecellulose von *Polygonatum latifolium* und von *Phoenix dactylifera* bei Zusatz von Chlorzinkjod bei beiden längere Zeit ungefärbt bleibt, während Cellulose durch Chlorzinkjod nach kurzer Zeit hellblau gefärbt wird. Die Reservecellulose beider Samen zeigt bei Zusatz von Jod und nachfolgender Schwefelsäure die auch für die Cellulose charakteristische tiefblaue Färbung. Während aber die Reservecellulose der Samen von *Polygonatum latifolium* und *Phoenix dactylifera* bei Zusatz der eben erwähnten beiden Reagentien die gleiche Reaktion zeigte, bietet sie bei Zusatz von Jod ein differentes Aussehen dar. Verdünnte Jodlösung färbt nämlich die Reservecellulose von *Polygonatum latifolium* schwach violett (violettbraun), die von *Phoenix dactylifera* gelb. Diese zuletzt genannte Thatsache kann wohl die Vermutung berechtigt erscheinen lassen, dass die Reservecellulose von *Polygonatum latifolium* nicht rein vorliegt, sondern dass irgend ein die Färbung verursachender Stoff dieselbe incrustirt[1]). Der Reservecellulose von *P. latifolium* können z. B. geringe Spuren von Amyloid beigemengt sein. Sie würde, wenn dies der Fall ist, als Uebergangsform von der reinen Reservecellulose zum Amyloid aufzufassen sein.

Die Auflösung dieser aus Reservestoff bestehenden Cellulosewände verläuft folgendermassen:

An Schnitten, die ich von einer Keimpflanze anfertigte, bei welcher das hypocotyle Glied 1 mm, (die Länge des hypocotylen Gliedes beträgt im Durchschnitt bei *P. latifolium* 1¹/₂ mm), die Radicula 8 mm, die Knolle 2 mm und die Knospe 1 mm lang waren, konnte ich schon Auflösungserscheinungen beobachten. Es zeigten sich bei diesem Keimungsstadium an der innersten Grenze der dem Embryo zunächst liegenden Zellwände, wo dieselben gegen das Lumen der Zelle grenzen, seichte wellenförmige Vertiefungen. Bei einer anderen Keimpflanze, deren hypocotyles Glied 1 mm, die Radicula 11 mm, die Knolle 3 mm und die Knospe 1¹/₂ mm erreicht hatten, waren an einzelnen Stellen in der Zellwand ausser den seichten wellenförmigen Vertiefungen noch grössere Substanzverluste zu bemerken, die derselben ein teils zackiges, teils buchtiges Ansehen verliehen. (s. Taf. II. Fig. 14.) Die Auflösungsprozesse in den einzelnen verdickten Cellulosewänden schreiten nun solange vorwärts, bis die ganze verdickte Zellwand resp. Wandverdickung aufgebraucht ist, und die Mittellamelle nur noch als resistente Lamelle übrig bleibt. Der Verbrauch der verdickten Endospermmembranen im keimenden Samen von *P. latifolium* beginnt in unmittelbarer Nähe des Embryo und schreitet von dort nach der Testa zu vorwärts. Nachdem nun die verdickten Zellwände der dem

---

[1]) Vergl *H. Ambronn. Pleochroismus* gefärbter Zellmembranen. Berichte der D. Bot. Ges. Bd. VI. pag. 85.

Embryo zunächst liegenden Zellschichten verbraucht sind, werden letztere, da sie jetzt nur noch aus zarten, dünnwandigen Zellen bestehen, durch den allmählich grösser werdenden Keimling immer mehr und mehr zusammengedrückt. Er schiebt gewissermassen infolge seiner Grössenzunahme das ihm zunächst liegende nur noch aus Mittellamellen bestehende Gewebe zurück, so dass sich um ihn herum eine immer stärker und stärker werdende Hülle von dicht neben einander, teils parallel, teils schief gelagerten Lamellen bildet. Auf dem Querschnitt erscheint der Embryo von einem Ring resp. Gürtel, der aus dicht gedrängten Lamellen besteht, umgeben. (s. Taf. II. Fig. 15.) Bei diesem oben erwähnten und anderen Keimungsstadien, die in der Entwickelung ungefähr gleich weit vorgeschritten waren, hatte der Embryo etwa ein Drittel des Endospermgewebes aufgebraucht. Ein in der Entwickelung weiter vorgeschrittenes Keimungsstadium, bei dem das hypocotyle Glied 2 mm, die beiden Radiculä eine Länge von 14 und 12 mm, die Knolle 3 mm und die Knospe 2 mm erreicht hatten, zeigte wiederum ein schwach wellenförmiges Abschmelzen der Membranen, wobei einzelne Partien der Zellwände der Auflösung schon mehr anheimgefallen waren, indem sich an diesen Stellen entweder seichte Lacunen oder tiefere Einschnitte gebildet hatten. Bemerkenswert ist die Thatsache, dass die Auflösung benachbarter verdickter Zellwände nicht gleichzeitig beginnt und nicht gleich schnell erfolgt. Bisweilen ist die an der einen Seite der Mittellamelle gelegene Wandverdickung noch intakt oder erst etwas aufgelöst, während die korrespondirende schon ganz verschwunden ist. Erwähnenswert ist ferner noch der Umstand, dass die lamellöse Struktur der verdickten Cellulosemembranen während der Keimung bisweilen sehr deutlich hervortritt, was im ungekeimten Samen niemals der Fall ist. (s. Taf. II. Fig. 14a.) Bei einer anderen Keimpflanze, welche folgende Normen aufwies: Hypocotyles Glied = 1 mm, Radicula = 22 mm, Knolle = 3 mm, Knospe = 3 mm, hatte der Embryo schon zwei Drittel des Endospermgewebes resorbirt. Samen, in denen der Keimling zur noch höheren Entwickelung gekommen war, zeigten entweder keine Wandverdickungen mehr oder nur noch ganz geringe Reste derselben.

Kurz zusammengefasst verlaufen die Auflösungsprozesse in den verdickten Cellulosemembranen im Endosperm von *P. latifolium* während der Keimung folgendermassen:

Die verdickten Endospermwände schmelzen unregelmässig ab, wobei sich neben schwach wellenförmigen Vertiefungen auch an einzelnen Stellen der Zellwand seichte Lacunen oder tiefere zackige Einschnitte bilden. Die Innenlamellen verfallen zuerst und bleiben nicht erhalten, während die Mittellamellen als zarte resistente Lamellen übrig bleiben. Da die Cellulosewandverdickungen während der Keimung verbraucht werden, so funktioniren auch diese als Reservestoffe. Die Samen von *Polygonatum latifolium* gehören demnach auch zu der Gruppe von Samen, deren verdickte Zellwände aus Reservecellulose bestehen.

Polygonatum multiflorum.

Der anatomische Bau des Endosperms von *P. multiflorum* ist in gleicher Weise, wie bei *P. latifolium* durch die typischen Wandverdickungen charakterisirt. Das hornige Endosperm, welches sich auch bei dieser Species findet, bedingt gleichfalls bei der Einquellung der Samen nur eine ganz geringe Volumenvergrösserung derselben. Auch die Dicke der aus Reservestoff bestehenden Zellwände ist ungefähr dieselbe, wie die bei der anderen *Polygonatum*-Art. Die Messung der Membranen ergab eine Stärke von 10,3—28,8 Mik.

Da auch bei *P. multiflorum* die verdickten Membranen als Nährmaterial für den Embryo verbraucht werden, und der Auflösungsprozess der Cellulosewandverdickungen derselbe ist, wie bei der vorher besprochenen Species, so verweise ich auf das, was ich über die Auflösung der Endospermmembranen bei *P. latifolium* gesagt habe. Sie sind auch bei *P. multiflorum* als Reservestoffe und als Reservecellulose aufzufassen.

II. Die Keimung von Samen, deren Zellen Amyloidverdickungen besitzen.

Von hierher gehörigen Samen habe ich diejenigen dreier Species untersucht, nämlich von *Cyclamen europaeum, Cyclamen persicum* und *Impatiens Balsamina*. Da meine Arbeit keinen chemischen Teil umfasst, und ich mich nur auf rein botanische Untersuchungen beschränke, so kann es auch nicht meine Absicht sein, das Verhalten resp. die Verwandtschaft zwischen Reservecellulose und Amyloid festzustellen. Ich verweise deshalb auf den chemischen Teil der Arbeit von Reiss, speziell auf die Abschnitte:

«Ueber die Natur der Cellulose der aus Reservecellulose führenden Samen erzogenen Keimpflanzen», l. c, S. 759 und «Zur Kenntnis des Amyloids», l. c, S. 761.

7. *Cyclamen europaeum.*

Zu denjenigen Samen, deren Zellwände aus Amyloid bestehen, gehören unter anderen die der *Cyclamen*-Arten. Die Samen von *Cyclamen europaeum* sind zu wiederholten Malen Gegenstand der Untersuchung, sowohl in älterer als in neuerer Zeit gewesen, weil sie sowohl nach der rein anatomischen, als auch nach der physiologischen Seite besonderes Interesse erwecken. Auch die verschiedene Beurteilung der Keimungsgeschichte von *Cyclamen* gab Anlass zu mehrfachen Untersuchungen Arbeiten über den histologischen Bau wie auch über die Keimungsgeschichte von *Cyclamen* existiren von: Gärtner[1]), Richard[2]), Mirbel[3]), Treviranus[4]), Schacht[5]), Reinke[6]) Irmisch[7]), Gressner[8]), Reiss[9]) u. a.

In eingehender Weise hat sich Gressner mit der Keimungsgeschichte von *Cyclamen* beschäftigt.

Obgleich Gressner eine ziemlich umfangreiche Abhandlung über die Keimungsgeschichte von *Cyclamen* geschrieben hat, so ist der Auflösungsmodus der verdickten Zellwände doch sehr kurz abgehandelt. Er sagt nämlich in seiner Arbeit: «Die Lösung und Aufsaugung des Zellstoffes schreitet

---

[1]) C. F. Gärtner, Supplementum Carpologiae seu continuatio operis Jos. Gärtner de fructibus et seminibus plantarum. Vol. III. Lips. 1805. pag. 25. 26. C. L. XXXIII.

[2]) Richard, Analyse der Frucht und des Samenkorns. Leipzig 1811. pag. 95. 95.

[3]) Mirbel, Annales du Mus. Tome XVI. Paris 1811. pag. 454. 455. Taf. 16.

[4]) Treviranus, Symbolarum Phytologicarum. Fasc. I. Göttingen 1831. pag. 86. 87. Taf. III. Fig 66—71.

[5]) Schacht, Lehrbuch der Anatomie und Physiologie der Gewächse. II. Teil. Berlin 1859. pag. 91.

[6]) Reinke, Wachstumsgeschichte der *Phanerogamen*-Wurzel. Bot. Abhandlungen, herausgegeben von Hanstein 1871.

[7]) Irmisch, Beiträge zur vergleichenden Morphologie der Pflanzen. Abt. I.—III. Halle 1854—1856

[8]) Gressner, Bot. Zeitung 1854, S. 801.

[9]) Reiss, Ueber die Natur der Reservecellulose und über ihre Auflösungsweise bei der Keimung der Samen. Landwirtschaftliche Jahrbücher XVIII. S. 737.

nicht mit geometrischer Regelmässigkeit von innen nach aussen in den einzelnen Schichten vorwärts. Vielmehr ist an einer Stelle die Aufsaugung des Zellstoffs weiter vorgerückt, an einer anderen weniger weit. So sieht man denn, dass in der innersten Schicht neben den nur noch aus Intercellularsubstanz bestehenden Zellhäuten noch verdickte mit Jod und Schwefel sich blau färbende, also Zellstoff führende Wände vorkommen.»[1])

Von den die Auflösung der Zellwände begleitenden Erscheinungen hat er gar nichts erwähnt. Zum Schluss fasst er nur noch die Resultate seiner Beobachtungen bezüglich der Auflösungsweise der verdickten Zellwände folgendermassen zusammen:

«Wir bemerken im Albumen eine von innen nach aussen fortschreitende durch Erweichung und Verdünnung der Wände charakterisirte Resorption des Zellstoffes, welche schliesslich nur die aus Intercellularsubstanz bestehenden primären Wandungen der veränderten Endospermzellen übrig lässt. Die Resorption steht im geraden Verhältnis zur Entwickelung des Embryo.»

An diese Untersuchungen, die keine durchsichtigen Ergebnisse geliefert haben, knüpft sich die Arbeit von Reiss an, welcher sich ebenfalls mit der Keimungsgeschichte von *Cyclamen* beschäftigt und dieselbe in klarerer Weise als Gressner, wenn auch nach meiner Ueberzeugung unrichtig, dargestellt hat. Er sagt in seiner Arbeit:

«Bei der Keimung treten nun, wie bei *Iris,* zuerst ausserordentlich feine «Korrossionskanäle» auf, die vom Lumen der Zellen gegen die Mittellamelle gerichtet sind. Ist die Korrosion der inneren Membranschicht vollendet, so sieht man, freilich abweichend von *Iris,* die Innenlamelle intakt erhalten, sie umgrenzt einen hyalinen Saum, welcher bis zur noch intakten Amyloidwand reicht. Bald darauf dringen neue «Korrosionskanäle» gegen die Mittellamelle vor, welche aber kräftigere und weniger zahlreiche «Korrossionsstacheln» zwischen sich lassen.» Er behauptet ferner:

«Wo nun die Amyloidsubstanz völlig verschwunden ist, sieht man ausser der Mittellamelle die resistente Innenlamelle, welche stellenweise den Innenkontur der Zelle mit voller Schärfe wiedergiebt.»

Eine mir bedenklich erscheinende Beobachtung, die Reiss anführt, ist die, dass der Innenkontur die Umrisse der ehemaligen Tüpfelkanäle markiren soll, bis endlich die Zerdrückung der Wandreste durch das Vordringen des als Saugorgan dienenden Cotyledo eintritt und die Bilder undeutlich macht. In seinem Schlussurteil fasst Reiss die Resultate seiner Beobachtungen hinsichtlich des Auflösungsmodus der Wandverdickungen im Endosperm von *Cyclamen europaeum* folgendermassen zusammen: «In der That zeigt aber *Cyclamen* «intralamellare» Auflösung der Zellwandverdickungen unter gleichzeitiger Bildung von «Korrosionsstacheln». *Cyclamen* verhält sich also typisch, wie *Allium,* obwohl die Bilder lebhaft an *Iris* erinnern.

Nach den Untersuchungen von Reiss bleibt also die Innenlamelle auch erhalten. Da sich Gressner über die bei der Wandresorption auftretenden Erscheinungen gar nicht ausspricht, und mir die von Reiss angegebenen Beobachtungen nicht recht glaubhaft erschienen, so nahm ich Veranlassung, die Auflösungsweise der Zellwandverdickungen im Endospermgewebe von *Cyclamen* von neuem zu verfolgen.

Das Endospermgewebe tritt auf in der Form dickwandiger Zellen (s. Fig. 16, Taf. II.). Die dicken Zellwandungen erscheinen sehr stark lichtbrechend und sind von verhältnismässig grossen Poren durchsetzt. Eine Mittellamelle habe ich nicht auffinden können. Es gelingt jedoch nach

[1]) Bot. Ztg 1874. pag. 810.

Reiss, wenn man nur kurze Zeit Salpetersäure auf die Wandverdickungen einwirken lässt, dieselbe deutlich hervortreten zu lassen. Nach dem Lumen zu findet sich eine etwas schwächer als der übrige Teil der Wand lichtbrechende Innenschicht.

Eine lamellöse Struktur in den Zellwänden habe ich ebenfalls nicht erkennen können. Was die Stärke der verdickten Zellmembranen anbetrifft, so beträgt dieselbe 6,8—20,4 Mik. Es finden sich auch hier erhebliche Differenzen. Die Zellen, welche die geringsten Wandverdickungen besitzen, liegen der Testa am nächsten. Letztere nehmen, wie dies häufig bei Samen der Fall ist, in centripetaler Richtung an Stärke zu. Die Quellbarkeit der *Cyclamen*-Samen ist verhältnismässig normal. Die Samen quellen in Wasser auf das Doppelte ihres ursprünglichen Volumens auf. Der Quellungsakt geht langsam vor sich.

Bei einem Keimling von *Cyclamen europaeum,* dessen hypocotyles Glied und dessen Radicula zusammen 3 mm lang waren, und dessen Knolle 2 mm in der Länge mass, konnte ich noch keine Erscheinungen beobachten, die sich in irgend einer Weise mit dem Auflösungsprozess hätten in Zusammenhang bringen lassen. Die ersten Veränderungen, die ich in den verdickten Zellwänden des Endospermgewebes erkennen konnte, waren bei einem Keimungsstadium, dessen hypocotyles Glied mit der Radicula zusammen eine Länge von 5 mm erreicht hatten, und dessen Knolle 3 mm lang war. Es zeigten sich an der Grenze, wo die Innenlamelle mit der verdickten Zellmembran zusammenstösst, punktartige Bildungen. Bei einer etwas weiter vorgeschrittenen Keimpflanze, deren hypocotyles Glied nebst Wurzel 1 cm und deren Knolle 3 mm lang waren, konnte ich einen Saum feiner, kurzer Strichelungen beobachten. Diese Erscheinungen fanden sich wiederum an der oben erwähnten Grenze, resp. da, wo die Innenlamelle gegen die verdickte Zellwand anstösst. Diese strichartigen Bildungen nehmen zum grossen Teil eine zum Lumen der Zelle senkrechte Stellung ein. Bei mehreren vorgeschrittenen Keimungsstadien, die in der Entwickelung demjenigen der zuletzt erwähnten Keimpflanze fast gleichkamen, hatten diese in radialer Richtung verlaufenden kurzen Strichelungen sich sowohl über die Innenlamelle, als auch über einen Teil der verdickten Zellwand, der der Innenlamelle zunächst anlagert, erstreckt. Diese strichartigen Partien sind durch Verlängerung der ehemals punktartigen Gebilde entstanden. Keimpflanzen, deren hypocotyles Glied mit der Radicula zusammen $1^1/_2$ und $1^3/_4$ cm, und deren Knolle 3 mm erreicht hatten, zeigten gleichfalls, wie bei den oben beschriebenen Keimungsstadien, radiale Streifungen in den verdickten Zellwänden des Endospermgewebes, welche an Länge zugenommen hatten. Noch entwickeltere Keimlinge, deren hypocotyles Glied mit Radicula zusammen 2 und $2^1/_2$ cm, und deren Knolle 3 mm lang waren, liessen in den secundären Membranverdickungen der Zellen im Endosperm ebenfalls radiale Streiflagen erkennen, die sich aber über die ganze Breite der Zellwand erstreckten. Das Profil einer sekundären Zellwand lässt in diesem Stadium ein radiales Lattenwerk erkennen. (s. Fig. 16a. Taf. II.) Was also die radialen Streifungen anbetrifft, die in erster Linie den Auflösungsmodus der verdickten Endospermzellwände charakterisiren, so zeigen sich dieselben nicht mit einem Male quer über die Wand hin verlaufend, treten auch nicht, wie Reiss beobachtet haben will, zweimal, zuerst als kleinere und dann als grössere Kanälchen auf, sondern nehmen als punktartige Gebilde an der Grenze zwischen Innenlamelle und verdickten Zellwand ihren Anfang, werden ganz allmählich länger, bis sie endlich in radialer Richtung als strichartige Erscheinungen quer über die verdickte Zellwand verlaufen und das Bild eines radialen Lattenwerkes geben. Die Stäbchen, die sich während der Keimung in der Profil-Ansicht einer Zellmembran zeigen, treten, von der Fläche aus gesehen, punktförmig oder oval zu Tage. Diese Auflösungsbilder erscheinen im Endosperm von *Cyclamen* nicht an allen verdickten

Membranen zugleich, sondern zeigen sich lokalisirt. Die Auflösung schreitet folgendermassen vor sich. Sie beginnt nach dem Centrum zu im Samen resp. in der Nähe des Embryo und schreitet allmählich nach aussen, also in centrifugaler Richtung vorwärts, so dass die der Testa zunächst liegenden Zellschichten mit ihren Wandverdickungen dem Auflösungsprozess zuletzt unterworfen werden. Bemerkenswert ist noch folgende Beobachtung, die ich zu wiederholten Malen machte. Es war mir nicht gelungen, bei *Cyclamen* vor der Keimung in den verdickten Zellwandungen des Endospermgewebes einen lamellösen Charakter ohne Anwendung von Reagentien zu erkennen. Dagegen konnte ich nach der Keimung in den verdickten Zellwänden ausser den Auflösungserscheinungen deutlich die lamellöse Struktur der Membranen beobachten. Bei Keimpflanzen von *Cyclamen*, bei denen die Auflösung der verdickten Zellwände fast gänzlich beendet war, hatte das hypocotyle Glied mit der Radicula zusammen eine Länge von 2, 2 ½ auch 3 cm erreicht. Im ersten Falle war die Knolle 3 mm, in den beiden letzten 4 mm lang. (Die Länge der Knollen variirt zwischen 2—4 mm.) Bei diesen zuletzt erwähnten Keimungsstadien konnte ich nur noch an Stelle der ehemaligen stark lichtbrechenden, in hohem Masse verdickten Zellen ein dünnwandiges parenchymatisches Gewebe wahrnehmen, welches einzig und allein aus Mittellamellen bestand. Die ganze verdickte Zellwand, einschliesslich der Innenlamelle, wird aufgelöst und bei der Keimung verbraucht. Aeltere Keimungsstadien von *Cyclamen*, bei welchen der Embryo schon in eine höhere Entwickelungsstufe eingetreten war, liessen nur noch wenige Reste von dünnwandigem parenchymatischem Gewebe deutlich erkennen. Der grösste Teil des ausschliesslich aus Mittelamellen bestehenden Gewebes wird in der Nähe des Embryo durch das Vordringen desselben zu einer dichten Masse von teils parallel, teils schief neben einander gelagerten Lamellen zusammengedrückt.

Kurz zusammengefasst geht die Auflösung der sekundären Zellwände folgendermassen vor sich: Es bilden sich an der Grenze, wo die Innenlamelle gegen die übrige Zellwand stösst, punktförmige Gebilde, die allmählich an Länge zunehmen, bis schliesslich die ganze Wand von quer d. h. senkrecht zum Lumen verlaufenden Kanälchen durchzogen ist. Eine resistente Innenlamelle, wie Reiss angiebt, bleibt nicht erhalten. Nur ein zartes parenchymatisches Gewebe, das ausschliesslich aus Mittellamellen besteht, bleibt nach der Auflösung der verdickten Zellwände übrig. Die Amyloid-Wandverdickungen werden bei dem Keimungsprozess verbraucht. Sie sind also das Nährmaterial während der Keimung. Es sind demnach die Amyloid-Wandverdickungen bei *Cyclamen europaeum* als Reservestoff aufzufassen.

8. *Cyclamen persicum.*

Eine zweite verwandte *Cyclamen*-Art, die meinerseits noch eine eingehende Untersuchung erfuhr, war *Cyclamen persicum*.

Der histologische Bau des Endospermgewebes ist demjenigen von *C. europaeum* analog. Die Unterschiede, die sich zwischen beiden im ruhenden Samen finden, sind so verschwindend geringe, dass es nicht weiter nötig ist, auf die histologische Struktur dieser Art noch einmal einzugehen. (s. Fig. 16. Taf. II.) Der Vollständigkeit wegen will ich noch die Stärke der verdickten Membranen erwähnen, die ein wenig von derjenigen von *C. europaeum* abweicht. Nach den Messungen, die ich hinsichtlich der verdickten Zellwände von *C. persicum* anstellte, beträgt die Stärke derselben 6,7 bis 21 Mik. Es finden sich also bei *C. persicum* noch stärkere Wandverdickungen, als bei der vorher beschriebenen Art. Die Differenz bezüglich der verdickten Membranen ist demnach bei den beiden

verwandten Species so gering, dass sie kaum in Betracht gezogen zu werden braucht. Die Quellung der Samen in Wasser geht ungefähr gleich schnell mit derjenigen von *C. europaeum* vor sich. Sie quellen ebenfalls bis zum Dreifachen des Volumens im ruhenden Zustande auf.

Was die Keimungsgeschichte dieser verwandten *Cyclamen*-Art betrifft, so will ich dieselbe, ohne auf die verschiedenen Keimungsstadien Rücksicht zu nehmen, nach den gefundenen Resultaten kurz klar legen. Die ersten sichtbaren Veränderungen, die ich in den starken Endospermwänden wahrnehmen konnte, waren wiederum punktförmige Bildungen an der Grenze zwischen Innenlamelle und dem übrigen Teil der verdickten Zellwand. Bei weiter vorgeschrittenen Stadien nahmen diese punktförmigen Erscheinungen bedeutend an Länge zu, bis sie schliesslich quer über die ganze Zellwand verliefen. Dieses radiale Lattenwerk mit dazwischen befindlichen Kanälchen, welche sich auch in die Innenlamelle hineinerstrecken, wie es Fig. 16 a. Taf. II. zeigt, ist das typische Bild des Auflösungsprozesses der verdickten Endospermmembranen von *C. persicum*. Die verdickten Zellwände werden auch bei dieser Art gänzlich aufgelöst, bis schliesslich nur die Mittellamellen als resistente Lamellen übrig bleiben. Dass die Innenlamellen bei *C. europaeum*, wie Reiss beobachtet haben will, sich erhalten sollen, habe ich auch bei *C. persicum* nicht finden können. Bei sehr weit vorgeschrittenen Keimungsstadien, wo die letzten übrig gebliebenen Reste der Samen im Begriff sind, zu Grunde zu gehen, kann man noch ein dünnwandiges parenchymatisches Gewebe beobachten, das einzig und allein aus Mittellamellen besteht. Der Auflösungsmodus der verdickten Zellwände von *C. persicum* ist mit demjenigen der vorher beschriebenen Art ganz identisch. Er deckt sich in allen seinen Auflösungsphasen mit denjenigen von *C. europaeum*.

Es zeigt sich bei diesen *Cyclamen*-Arten noch ausgeprägter als bei den Lupinen-Species das verwandtschaftliche Verhältnis. Die sekundären Membranverdickungen von *C. persicum* werden während der Keimung verbraucht und dienen dem Keimling als Nahrung. Die Amyloid-Wandverdickungen der Zellen im Samen von *C. persicum* müssen deshalb als Reservestoffe angesehen werden.

Impatiens Balsamina.

In die Gruppe der Amyloid führenden Samen gehören ferner die von *Impatiens Balsamina*, welche noch meinerseits einer Nachuntersuchung unterworfen wurden. Der Keimungsprozess dieser Samen ist schon (von Heinricher und Reiss) verfolgt worden. Die Untersuchung der ruhenden Samen liess folgenden anatomischen Bau erkennen. Die Cotyledonen in den Samen von *Impatiens Balsamina* besitzen an der Innenseite d. h. an der morphologischen Oberseite eine einschichtige Epidermis. Dieser einschichtigen Epidermis schliessen sich nach der Mitte des Cotyledo zu zwei bis drei Reihen typischer Palissadenzellen an. Dass sich nach Reiss unter der Oberhaut drei bis vier Lagen von Palissadenzellen sollen erkennen lassen, gehört jedenfalls zu den seltensten Fällen. Diesen typischen Palissadenzellen lagert sich ungefähr in der Mitte des Cotyledo das Grundparenchym an. Dem Grundparenchym zunächst folgen nach aussen resp. in centrifugaler Richtung im Cotyledo eine bis zwei Reihen nicht ganz typischer Palissadenzellen, die sich der Form nach denjenigen des Grundparenchyms nähern. Dann reiht sich als äussere Grenzschicht des Cotyledo die einschichtige Epidermis an. Der Cotyledo wird nach aussen von der Testa umhüllt. Zwischen der der Testa zugehörigen Zellschicht und der äusseren Epidermis befindet sich eine Lamelle, welche aus der Gesammtheit der beim Wachstum des Keimlings resorbirten Gewebemassen des *Nucellus* hervorgeht; und zwar bekanntlich in der Weise, dass die der Obliteration anheimfallenden Zellen des Nucellar-

gewebes bis auf die zerdrückten Wände verschwinden. Die Wandverdickungen der verschiedenen Zellschichten in den Cotyledonen sind folgende: die Zellwandungen der einschichtigen Epidermis an der morphologischen Oberseite sind sehr gering verdickt. Die darunter liegenden Palissadenzellen besitzen teilweise Wandverdickungen. Die Zellwände des Grundparenchyms sind collenchymatisch verdickt und von verhältnismässig zahlreichen Poren durchsetzt. (s. Fig. 9. Taf. II.)

Die verdickten Membranen besitzen eine schwach erkennbare lamellöse Struktur, wie sich solche in den meisten Samen findet, deren Zellen verdickte Wände besitzen. Der lamellöse Charakter tritt bei *I. Balsamina* in den Wandverdickungen der Palissadenzellen deutlicher hervor, als in denen des Grundparenchyms. An den Auflagerungschichten der Zellen kann man deutlich eine Innenlamelle und eine Mittellamelle unterscheiden, die sich wegen ihrer grösseren optischen Dichtigkeit deutlicher hervorheben. Die dem Grundparenchym sich anschliessenden, nicht ganz typischen Palissadenzellen besitzen noch zum grossen Teile verdickte Wände. Die einschichtige Epidermis an der morphologischen Unterseite besitzt keine Zellwandverdickungen. Die Stärke der Amyloid-Wandverdickungen der Cotyledonarzellen bei *J. Balsamina* variirt zwischen 1,7 und 8,5 Mik.

Was die Quellung anbetrifft, die doch beim Einlegen der Samen in Wasser in den Geweben hervorgerufen wird, so geht dieselbe bei dieser Species langsam vor sich und ist äusserst gering. Die Samen quellen höchstens um das halbe Volumen im ruhenden Zustande auf. Sie gehören also zu denjenigen Samen, die ein geringes Quellungsvermögen besitzen.

Junge Keimungsstadien, bei denen die Cotyledonen noch von der Samenschale umgeben waren (das hypocotyle Glied war ca. 3 mm und die Radicula 2 mm lang), zeigten noch keine sichtbaren Veränderungen in den verdickten Zellwandungen. Bei vorgeschritteneren Keimpflanzen treten die ersten Auflösungserscheinungen an der innersten Grenze der Innenlamelle, wo sie gegen das Lumen der Zelle stösst, zu Tage. Es bilden sich dort seichte mulden- oder halbmondförmige Ausbuchtungen. Diese muldenförmigen Vertiefungen nehmen in entwickelteren Keimungsstadien an Tiefe zu. Die Zwischenstücke zwischen je zwei Ausbuchtungen endigen meist mit einer scharfen Spitze. Die ganze Zellwand einer Zelle nimmt einen nach dem Lumen zu zackigen Charakter an. Die Auflösung der Zellwände schreitet vom Lumen der Zelle nach der Mittellamelle hin fort. Keimungsstadien, bei welchen die verdickten Zellwände schon beträchtlich aufgelöst sind, zeigen zahlreiche Einschnitte, kleine Buchten u. s. w. in den Membranen. Es treten Bilder auf, die den Fjorden ähnlich sind. (s. Fig. 12b. und c. Taf. II.) Ausser diesen fjordähnlichen Erscheinungen, lassen noch einige in der Auflösung begriffene verdickte Zellwände bisweilen einen gezähnten Saum (s. Fig. 12d. Taf. II.) erkennen, als wenn stäbchenartige Stücke in regelmässigen Abständen neben einander aus der Membran herausgelöst worden wären. Die Resorption der Wandverdickungen schreitet so lange vorwärts, bis die Mittellamelle erreicht ist, die als resistente Lamelle übrig bleibt. Das Endstadium der Auflösung zeigt dann nur noch ein dünnwandiges parenchymatisches Gewebe, welches ausschliesslich aus Mittellamellen besteht. Die Innenlamelle wird zuerst aufgelöst und bleibt nicht als resistente Lamelle zurück. In dem Stadium, wo die Auflösung der verdickten Zellmembranen bis auf die resistente Mittellamelle fast vollständig erfolgt ist, zeigen sich wiederholt Bilder, bei denen neben der Mittellamelle noch andere Lamellen teils parallel, teils gekreuzt einherlaufen, so dass dadurch die Bilder ein wenig undeutlich werden. Diese Erscheinungen beruhen aber nur auf Faltung und Verschiebung der Membranen resp. der Mittellamellen, die an Turgescenz und an Festigkeit verloren haben, da die Wandverdickungen denselben keinen Schutz mehr gewähren. Die Auflösung der Amyloid-Auflagerungsschichten beginnt, wie Reiss richtig beobachtet hat, in der Nähe des

hypocotylen Gliedes und schreitet in den Cotyledonen während des Keimungsprozesses allmählich bis zur Spitze derselben fort.

Was Heinricher's[1]) Untersuchungen hinsichtlich der Auflösungsweise der verdickten Zellwände betrifft, so spricht derselbe sich über die Art der Auflösung nicht ganz erschöpfend aus. Er sagt: »Vielfach finden wir Zellen, wo die Verdickungen an den Ecken der einen Seite schon verschwunden sind, während sie auf der entgegengesetzten anscheinend intakt erhalten sind.« Dieser Erscheinung that auch Sachs[2]) bei der Keimung der Dattel mit folgenden Worten Erwähnung: »Die Erweichung der Wandverdickungen ergreift nicht jedesmal eine ganze Zelle, sondern die Erweichungsgrenze schneidet die Zelle so, dass diese teilweise hornig bleibt.« Heinricher sagt ferner noch darüber: »Eine verfolgbare Veränderung in der Substanz der Verdickungen, wie sie Frank[3]) für die hypogäischen Cotyledonen von *Tropaeolum majus* beschrieben hat, und die ich in der angezeigten zweiten Abhandlung auch besprechen will, ist bei *Impatiens Balsamina* nicht zu beobachten.«

Reiss, der sich später ebenfalls mit der Auflösungsweise der Endospermwände im Samen von *J. Balsamina* beschäftigte, ist nach den Ergebnissen meiner Untersuchungen, obgleich die Bilder, die er während des Auflösungsprozesses beobachtet hat, nicht ganz identisch den meinigen sind, zu richtigen Resultaten gelangt. Er fand in gleicher Weise, wie ich oben beschrieben habe, dass nur die Mittellamelle übrig bleibt und die Innenlamelle aufgelöst wird. Die Erscheinungen, die sich während der Keimung abspielen, hat er mit dem Namen «Korrosion» belegt. Er spricht sich über den Verlauf der Auflösung folgendermassen aus: «Auch bei *Impatiens* tritt vom Lumen der Zelle her Korrosion auf, welche allmählich bis an die Mittellamelle fortschreitet. Nur sind die Korrosionszacken viel gröber als bei *Tropaeolum*. Die Korrosionsstacheln erinnern an diejenigen von *Iris*, doch bleibt bei *Impatiens* niemals die Innenlamelle erhalten.» Er sagt ferner, dass das Gewebe, welches übrig bleibt, nur aus den zarten Mittellamellen bestehe, längs welchen zum Teil noch streckenweise äusserst feine, senkrecht in das Lumen hineinragende «Korrosionsstacheln» sichtbar sind. Endlich sollen auch diese Reste der Verdickungsschichten verschwinden, so dass nur ein äusserst zartwandiges Gewebe zurückbleibt.

Wenn ich noch einmal kurz die Auflösungserscheinungen während der Keimung zusammenfasse, so ist der Auflösungsmodus folgender:

1) Auftreten seichter, mulden- oder halbmondförmiger Buchten und Einschnitte, an der innersten Grenze der Innenlamelle.

2) Allmähliches Tieferwerden der Buchten und Einschnitte, wodurch die verdickte Zellwand einen unregelmässigen zackigen Charakter erhält.

3) Resorption der Zellwand bis auf die Mittellamelle.

4) Uebrigbleiben eines dünnwandigen, parenchymatischen Gewebes, welches nur aus Mittellamellen besteht.

Mit dem Verbrauch dieser Amyloid-Wandverdickungen geht das Auftreten von Stärkekörnern Hand in Hand.

Da sich die Reservestoffnatur der Amyloidmembranen in ausgesprochenster Weise bei der Keimung bekundet, so sind dieselben bei *Impatiens Balsamina* auch als Reservestoffe aufzufassen.

---

[1]) Heinricher, Flora 1888. p. 163 und 179.

[2]) Sachs, «Ueber die Stoffe, welche das Material zum Wachstum der Zellhäute liefern.» Pringsheim's Jahrbücher, Bd. III. 1863.

[3]) Frank, Pringsheim's Jahrbücher, 1866—67. Bd. V.

III. Gruppierung der untersuchten Samen mit verdickten Membranen.

Die Substanz, aus der die verdickten Zellmembranen der Samen, die in meiner Arbeit zur Untersuchung gelangten, bestehen, ist entweder Cellulose oder Reservecellulose, oder eine Modifikation derselben, das Amyloid. Alle drei Arten finden sich teils im Endosperm, teils in den Cotyledonen der betreffenden Samen aufgespeichert. Die verdickten Cellulosewände einiger Samen erleiden bei dem Keimungsprozess nur Differenzirungen, dienen also während der Entwickelung des Keimlings demselben nicht als Nahrung, was bisher fälschlich von verschiedenen Autoren angenommen worden ist.

Den Ergebnissen meiner Untersuchungen gemäss, teile ich die Samen mit verdickten Zellwänden, speziell die von mir untersuchten, in folgende Gruppen:

I. Gruppe.

Samen, deren verdickte Zellwände nicht aus Reservestoffen bestehen.

Hierher gehören:

1. *Lupinus angustifolius,*
2. *Lupinus albus,*
3. *Lupinus luteus,*
4. *Arum italicum.*

II. Gruppe.

Samen, deren verdickte Zellwände aus Reservestoffen bestehen.

Hierher gehören:

1. *Allium Cepa,*
2. *Allium Porrum,*
3. *Polygonatum latifolium,*
4. *Polygonatum multiflorum,*
5. *Cyclamen europaeum,*
6. *Cyclamen persicum,*
7. *Impatiens Balsamina.*

1. Abteilung.

Samen, bei denen die verdickten Zellwände aus Reservecellulose bestehen.

Hierher gehören:

1. *Allium Cepa.*
2. *Allium Porrum,*
3. *Polygonatum latifolium,*
4. *Polygonatum multiflorum.*

2. Abteilung.

Samen, bei denen die Reservestoffe in Form verdickter Zellwände, aus Amyloid bestehen.

Hierher gehören:

1. *Cyclamen europaeum,*
2. *Cyclamen persicum.*
3. *Impatiens Balsamina.*

Die Untersuchungen zu vorliegender Arbeit habe ich während des Sommer-Semesters 1890, des Winter-Semesters 1890/91 und des Sommer-Semesters 1892 in den botanischen Instituten der Königlichen Friedrich-Wilhelms-Universität zu Berlin und der Königlich Bayrischen Universität zu Erlangen ausgeführt. Möge es mir gestattet sein, den Leitern dieser Institute, meinen hochverehrten Lehrern, Herrn Geheimrat Professor Dr. Schwendener und Herrn Professor Dr. Reess, für das grosse Interesse, das sie an meiner Arbeit genommen, und für die in freundlicher und liebenswürdiger Weise gewährten Ratschläge und Belehrungen meinen innigsten Dank auszusprechen.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel I.

Fig. 1. Zellen aus dem Samen von *Lupinus angustifolius* im Querschnitt. *a.* Differenzirungen in der verdickten Zellwand. *b.* Langgestreckte Poren, die sich in den Zellwänden finden. *c.* Aleuron- und Stärkekörner, die die langgestreckten Poren bedecken. *d.* Mittellamelle. *e.* Innenlamelle. *f.* Angabe der Schnittrichtung, wodurch die Nadelmann'schen Risse entstehen. *i.* Langgestreckte Intercellularen.

Fig. 2. Zellen aus dem Samen von *Lupinus albus* im Querschnitt. *a.* Mittellamelle. *b.* Innenlamelle. *c.* Differenzirungen nach der Keimung in der verdickten Zellwand. *d.* Langgestreckte Poren. *e.* Aleuron- und Stärkekörner. *i.* Intercellularen.

Fig. 3. Differenzirungen in der Zellwand von der Fläche aus gesehen.

Fig. 4. Parenchymatisches, aus Mittellamellen bestehendes, Gewebe von *Cyclamen europaeum*. *m.* Mittellamellen.

Fig. 5. Parenchymatisches, aus Mittellamellen bestehendes, Gewebe von *Impatiens Balsamina*. *m.* Mittellamellen.

Fig. 6. Zellen aus dem Samen von *Lupinus luteus* im Querschnitt. *a.* Verdickte Zellwände. *b.* Differenzirungen in der Zellwand während der Keimung. *c.* Mittellamelle. *d.* Innenlamelle. *e.* Aleuron- und Stärkekörner. *f.* Langgestreckte Poren. *i.* Langgestreckte Intercellularen.

Fig. 7. Zellen aus dem Samen von *Arum italicum* im Querschnitt. *a.* Mittellamelle. *b.* Innenlamelle. *c.* Differenzirungen in der Zellwand. *d.* Differenzirungen von der Fläche aus gesehen. *e.* Kreuzung von Linien in radialer und tangentialer Richtung. *t.* Testa.

Fig. 8. Copie der Nadelmann'schen Figur (Zellen aus dem Samen von *L. angustifolius*). *p.* Poren. *a.* Mittellamelle. *b.* Innenlamelle. *c.* Unterbrochene Linie.

Tafel II.

Fig. 9. Zellen aus dem ungekeimten Samen von *Impatiens Balsamina* im Querschnitt. *a.* Mittellamelle. *b.* Innenlamelle. *c.* Verdickte Zellwand. *d.* Lumen. *i.* Intercellularen.

Fig. 10. Zellen aus dem Samen von *Allium Cepa* im Querschnitt. *a.* Mittellamelle. *b.* Abgelöste Lamelle. *c.* Innenlamelle. *d.* Verdickte Zellwände. *e.* Lamellöse Struktur der Zellwand. *l.* Lumen.

Fig. 11. Parenchymatisches, aus Mittellamellen bestehendes, Gewebe von *Allium Cepa*. *m.* Mittellamellen.

Fig. 12. Zellen aus dem Samen von *Impatiens Balsamina* während der Keimung im Querschnitt. *a.* Mittellamelle. *b.* Eine in der Auflösung begriffene Zellwand, (vorgeschrittenes Stadium). *c.* Eine in der Auflösung begriffene Zellwand (Anfangs-Stadium). *d* Papillenartiger Saum. *e.* Innenlamelle. *i.* Intercellularen.

Fig. 13. Zellen aus dem ungekeimten Samen von *Polygonatum latifolium*, und zwar peripherer Teil eines Querschnittes. *t.* Testa. *l.* Lumen. *a.* Innenlamelle. *m.* Mittellamelle. *p.* Porus. *b.* Wandverdickung.

Fig. 14. Zellen aus dem Samen von *Polygonatum latifolium* während der Keimung im Querschnitt. *a.* Auflösungserscheinungen in der Zellwand. *m.* Mittellamelle. *s.* Lamellöse Struktur der Membran. *l.* Lumen der Zelle.

Fig. 15. Teil eines Querschnittes durch den Samen von *Polygonatum latifolium* bei vorgeschrittener Keimung. *e.* Embryonalgewebe. *m.* Zusammengedrücktes, nur noch aus Mittellamellen bestehendes, Endospermgewebe. *e.* In Auflösung begriffenes Endospermgewebe. *i.* Intercellularen. *l.* Zelllumen.

Fig. 16. Zellen aus dem Samen von *Cyclamen europaeum* im Querschnitt. *a.* Auflösungserscheinungen in der Zellwand. *b.* Mittellamelle. *c.* Innenlamelle. *d.* Auflösungserscheinungen von der Fläche aus betrachtet. *e.* Lumen. *f.* Verdickte Zellwand.

1
2
3.
4
5.
6
7
8

Verlag von Erwin Nägele Stuttgart

BIBLIOTHECA BOTANICA.

Original-Abhandlungen

aus

dem Gesammtgebiete der Botanik.

Herausgegeben

von

Prof. Dr. Chr. Luerssen in **Königsberg i. Pr.** und **Prof. Dr. B. Frank** in **Berlin.**

Heft 31.

Dr. Robert Groppler:

Vergleichende Anatomie des Holzes der Magnoliaceen.

Mit 4 Tafeln.

STUTTGART.

Verlag von Erwin Nägele.

1894.

BIBLIOTHECA BOTANICA.

Original-Abhandlungen

aus

dem Gesammtgebiete der Botanik.

Herausgegeben

von

Prof. Dr. Chr. Luerssen in Königsberg i. Pr. und **Prof. Dr. B. Frank** in Berlin.

Heft 31.

Dr. Robert Groppler:

Vergleichende Anatomie des Holzes der Magnoliaceen.

Mit 4 Tafeln.

STUTTGART.

Verlag von Erwin Nägele.

1894.

Vergleichende Anatomie

des

Holzes der Magnoliaceen.

Von

Dr. Robert Groppler.

Mit 4 Tafeln.

STUTTGART.
Verlag von Erwin Nägele.
1894.

Alle Rechte, insbesondere das der Übersetzung vorbehalten.

Druck von A. Bonz' Erben in Stuttgart.

Einleitung.

Die Familie der Magnoliaceen ist im anatomischen Bau des Holzes von hervorragend hohem Interesse.

Sie zeigt Typen sehr einfachen neben Typen sehr complizirten, anatomischen Baues. Diese Thatsache machte es wünschenswerth der Frage näher zu treten, ob innerhalb der Familie nicht Zwischenstufen vorkommen, welche, in Beziehung auf Mannigfaltigkeit der Holzelemente, eine vermittelnde Stellung einnehmen.

Bisher sind solche Uebergänge nicht bekannt gewesen.

Es widerstrebt uns von vornherein die Annahme, dass der einfache Bau des Holzes von Drimys in der Familie ohne jegliche Zwischenstufe etwa zu dem complizirten Bau von Magnolia überspringen möchte.

Dieser Frage schloss sich eine andere Aufgabe an, welche mit der modernen Richtung vergleichend anatomischer Forschungen in engem Zusammenhange steht: die Frage nach der auf anatomische Charaktere sich stützenden systematischen Anordnung der Gattungen der Magnoliaceen.

Ich unternahm deshalb auf Anrathen des Herrn Prof. Dr. Kny die Magnoliaceenhölzer nach den angegebenen Gesichtspunkten einer erneuten Durcharbeitung zu unterziehen.

Die Anreihung der einzelnen Abschnitte aneinander lehnt sich unmittelbar an das von Bentham-Hooker in den „Genera Plantarum I" gegebene System der Magnoliaceen an.

Drimys Winteri.

Bereits im Jahre 1837 theilte Lindley nach einem in der „Flora" von 1830 gegebenen Berichte [1]) auf der Naturforscherversammlung in Liverpool mit, dass die von Kiesse bei den *Coniferen* beobachteten porösen Zellen (die Tracheiden im modernen Sinne) auch bei *Tasmannia* und *Sphaerostema* vorhanden seien.

Diese Mittheilung Lindley's gab Goppert Anlass, weitere Untersuchungen über dieses ihm besonders wichtig erscheinende Vorkommniss anzustellen. Er gibt ausdrücklich an, dass dieser Fall von Interesse sei, weil er den Werth vergleichender, anatomischer Untersuchung für die Systematik, sowie für die Bestimmung fossiler Pflanzen sehr in Frage stellen könnte.[2]) Das

[1]) Flora 1835, Band 1, Seite 140.

[2]) Historisch ist dieser Ausspruch beachtenswerth, weil er zeigt, dass bereits Goppert die Bedeutung der anatomisch-systematischen Forschungsrichtung erkannt hatte, welche erst seit den letzten Jahrzehnten besonders durch Radlkofer und Vesque als ein wichtiges Hilfsmittel für die Systematik in Anwendung gebracht worden ist.

Resultat seiner auf den betreffenden Punkt gerichteten Studien gab Goeppert in der „Linnaea“ XVI von 1842 unter dem Titel: „Ueber die anatomische[1]) Struktur einiger Magnoliaceen.“ Fast gleichzeitig erschien diese Mittheilung als „Recherches sur la structure de quelques Magnoliacées“[2]), übersetzt in den „Annales des sciences naturelles.“ Er stützt sich hierin auf die Untersuchung eines, ihm von Brongniart übermittelten, drei Zoll starken, angeblich 50 Jahresringe zeigenden Stammstückes von *Drimys Winteri*,[3]) während die Untersuchung von *Sphaerostema*, einer der Gruppe der Schizandreen angehörigen Magnoliacee ausser Acht gelassen ist[4]).

Goeppert gibt an, dass das Holz von *Drimys Winteri* auf dem Querschnitte in der That dem Coniferenholze gleiche, indem beiderlei Hölzer aus radiär geordneten, etwa vierseitigen Zellen bestehen, welche, wie die Radialschnitte ergaben, vorwiegend auf den Radialwänden gerade, wie die Holzzellen der Coniferen spiralig geordnete, elliptische Hoftüpfel zeigen, deren Spalt, wie etwa bei *Araucaria*, schief gerichtet ist. Bei *Drimys* kommen nun freilich auch nicht selten Tüpfel gleicher Art auf den Tangentialwänden seiner Holzzellen, meist in einfacher Längsreihe stehend, vor. Aber schon Goeppert wusste, dass derartige Vorkommnisse auch den Coniferenhölzern nicht absolut fremd sind.

Die Markstrahlen von *Drimys* fand Goeppert, ähnlich wie bei Coniferen, von zweierlei Art, kleine einschichtige, welche je zwei bis drei Holzzellenreihen von einander trennen, und grössere, bis zwölfschichtige, von denen je einer auf etwa 15—20 kleinere Markstrahlen entfällt. Im scharfen Gegensatz zu dem anatomischen Charakter der Coniferen stehe aber das Verhalten der Markstrahlen von *Drimys* dadurch, dass dieselben aus in der Längsrichtung, im gleichen Sinne, wie die Holzzellen gestreckten, gewöhnlich 2—3mal „länger als breiten“ Zellen bestehen, deren in einem kleinen Markstrahle 1 bis 10, bei den grossen Markstrahlen 80 bis 100 über einander stehen. Dabei alterniren nicht selten „grosse“ und „kleine“ Markstrahlzellen[5]). Endlich erwähnt Goeppert betreffs der Jahresringe, dass die Begrenzung derselben nur durch drei bis vier etwas dickwandige Zellen bewirkt werde.

Die Untersuchung Goeppert's über *Drimys* erwähnt Sanio in der botanischen Zeitung von 1863, Seite 118 in seiner grundlegenden Arbeit über die (histologische) Unterscheidung der Holzelemente, indem er mittheilt, dass Goeppert bei *Drimys* und *Tasmannia aromatica* den Mangel an Gefässen festgestellt hätte und dass, unter Anwendung der von ihm selbst eingeführten Nomenclatur, das Holz von *Drimys* nur aus Tracheiden bestehe[6]).

Eine, das Holz von *Drimys Winteri* im Besonderen behandelnde, Mittheilung erschien ein Jahr später von Eichler in der „Flora brasiliensis, Vol. XIII Pars I (1864) pag. 140, begleitet von einer Reihe vortrefflicher Abbildungen auf Tafel XXXII.

Fig. 1 stellt hier einen vom Marke bis zur Epidermis eines Zweiges reichenden Holzsektor,

---

[1]) Linnaea, 1842, Seite 135—140.

[2]) Annales sc. nat. 2 sér. T. 18, p. 317—320.

[3]) In der l. c. gegebenen Uebersetzung wird **dasselbe** Stammstück als **25** Jahresringe zeigend angeführt.

[4]) *Sphaerostoma* Blume (von anderen auch *Sphaerostemma* geschrieben, von Goeppert in der Linnaea fälschlich oder in Folge eines Druckfehlers *Sphaerostoma* genannt) wird von Bentham-Hooker (Gen. pl. I. p. 19) zur Gattung *Schizandra* selbst gezogen.

[5]) Es mag schon hier Erwähnung finden, dass Goeppert sehr wahrscheinlich die neuerdings von „Kny“ unterschiedenen „Palissaden“ und „Merenchymzellen vor sich hatte. (Vergl. Ber. d. Deutschen Bot. Ges. Band VIII. 1888. S. 176—187).

[6]) Flora 1864. S. 449.

Fig. 2 einen Radialschnitt, Fig. 3 einen Tangentialschnitt dar. Der kurze lateinische Text auf Seite 140 „De ligni structura" bildet die Grundlage der (noch in demselben Jahre in der „Flora") erschienenen Eichler'schen Abhandlung, in welcher er die Goeppert'schen Angaben in allen Punkten bestätigt, besonders auch den Ton darauf legt, dass bei *Drimys* die Markstrahlzellen zum grossen Theile vertical verlängerte sind, während bei den Coniferen die Verlängerung in radialer Richtung typisch ist. Er fügt diesen Beobachtungen aber hinzu, dass das Holz der Markkrone „Spiroiden" an Stelle des „Holzprosenchyms" des sekundären Holzes führe und aus dem Text der „Flora brasiliensis" erhellt, dass unter „Spiroiden" Gefässe in dem bekannten Sinne, (nämlich vasa primaria spirifera et scalariformia) zu verstehen sind.

Für die Abgrenzung der Jahresringe aber giebt Eichler mit Recht und im Gegensatze zu Goeppert an, dass dieselben in erster Linie dadurch deutlich werden, dass die Zellen der zweiten und dritten Grenzreihen in radialer Richtung an Durchmesser abnehmen[1]).

Auch Joseph Moller hat 1876 in seinen „Beiträgen zur vergleichenden Anatomie des Holzes" über *Drimys* unter *alleinigem Hinweis auf* Sanio einige Bemerkungen gebracht[2]).

Er erwähnt (p. 366), dass *Drimys* vor allen Dicotylen dadurch ausgezeichnet sei, dass seinem Holze die Gefässe und das Parenchym fehle. Die Qualität der das Holz vornehmlich zusammensetzenden Elemente lasse sich aber nicht mit Sicherheit bestimmen, denn ob die den Tracheiden der Coniferen ähnlichen Fasern als Tracheiden oder als Libriform zu bezeichnen sind, ist schwer zu entscheiden, weil das Vergleichsobjekt fehlt: nur der Bau der Tüpfel entspricht mehr jenem der Gefässformation! Dass der durch die genannten Forscher zum Gegenstande weiter gehenden Interesses gemachte Bau des Holzes in „de Bary's" „Vergleichender Anatomie" (Lpz. 1877) nicht unbeachtet blieb, ist selbstverständlich; doch konnte dem Plane dieses hervorragenden Werkes entsprechend, *Drimys* nur ganz kurz an geeigneter Stelle Erwähnung finden. So wird l. c. pag. 501 die Aufmerksamkeit auf das mehrfache Vorkommen „horizontal-radial gerichteter, liegender und aufrechter Markstrahlzellen" mit verticalem, grösstem Durchmesser gelenkt. Als Beispiel für das Vorhandensein letzterer wird *Drimys Winteri* citirt, womit die oben erwähnte, von Goeppert gemachte Bemerkung in Einklang steht. Uebrigens ist diese Erscheinung auch für *Drimys granatensis* von Moller (l. c. pag. 367) konstatirt worden, obwohl er sich wenig correct ausdrückt, wenn er den Markstrahlzellen kolossale Dimensionen in radiärer und verticaler Richtung zuschreibt.

de Bary hält das reichliche Auftreten der Markstrahlen bei *Drimys* als einen Ersatz für das nach seiner Meinung *völlig fehlende Holzparenchym* (l. c. pag. 509).

Des Ferneren hat Solereder in seinem ausschliesslich Zwecken der Systematik gewidmeten, aber auch dem vergleichenden Anatomen werthvollen Buche: „Ueber den systematischen Werth der Holzstructur bei den *Dicotyledonen*" (München 1885 l. c. pag. 51—55) *Drimys* mehrfach erwähnt. Auf Grund der Beobachtung der durch Maceration isolirten Holzelemente spricht er dem Holze — und dies kann hier vollauf bestätigt werden — den Besitz jeglicher Gefässe, auch in der Markkrone ab. Eichler's vasa spirifera und scalariformia sind nach ihm *der Perforation ihrer Enden entbehrende Tracheiden.*

---

[1]) l. c. p. 140 heisst es: „Annuli autem annotini eo insignes sunt, quod ligni cellularum series extimae 2—3 radiali directione diminuantur (Fig. 1 der Flora Brasiliensis).

[2]) In Denkschrift d. Kaiserl. Acad. Wiss. Mathem.-naturw. Classe. Band 36. Wien 1876. 8. 366—367.

Schliesslich ist noch eine Reihe von Beobachtungen von Kny zu vergleichen[1]).

Bekanntlich hat Kny das weit verbreitete Auftreten von zweierlei Markstrahlen bei dicotylen Hölzern mit augenscheinlich verschiedener physiologischer Function zum Gegenstand einer Mittheilung gemacht. Er unterscheidet Markstrahlmerenchymzellen, welche längs der Kante, mit welcher sie an Nachbarzellen angrenzen, Intercellularen bilden und welche den „liegenden Markstrahlzellen" de Bary's entsprechen, sowie Markstrahlpalissaden, welche ohne Intercellularen zu bilden mit den benachbarten Elementen verbunden sind und gewöhnlich in der Längsrichtung des Organes gestreckt sind, also de Bary's aufrechte Markstrahlzellen in sich begreifen.

Drimys Winteri und *Drimys Chilensis* sind Arten, welche nicht, wie aus den bisherigen Mittheilungen hervorzugehen schien, nur letztere, sondern beiderlei Elemente in charakteristischer Ausbildung zeigen. Die Merenchymzellen treten freilich nach Kny bei *Drimys* gegenüber den Markstrahlpallissaden zurück. Von besonderem Interesse ist aber in der citirten Arbeit, dass das von allen früher genannten Autoren übersehene, von de Bary ausdrücklich als nicht vorhanden bezeichnete Holzparenchym von Kny bei beiden untersuchten *Drimys*-*Arten* aufgefunden worden ist.

Neuerdings sind die Resultate, welche Eichler, de Bary und Kny verzeichnet haben, auch von Strasburger in seinen „Histologischen Beiträgen"[2]) in allen wesentlichen Punkten bestätigt worden. Nach der Aufzählung der durch die angeführten Mittheilungen bekannt gewordenen Daten soll in Folgendem versucht werden, ein einheitliches Bild über die Struktur des Holzes von *Drimys Winteri* auf Grund eigener Beobachtungen zu geben.

Es wurden aus dem Königlichen botanischen Garten in Berlin stammende Aeste untersucht, die ca. ein Jahr in 96%igem Alkohol gelegen hatten.

Mikroskopisch zeigte die befeuchtete Querschnittsfläche die Markstrahlen gut und deutlich, wohingegen deutliche Jahresringe, wie sie bei einheimischen Hölzern beobachtet werden, nicht zu sehen waren. Erst auf einem groben Querschnitte konnten bei durchfallendem Lichte sich durch eine dunklere Färbung markirende Ringe, welche man recht wohl für Jahresringe halten konnte, wahrgenommen werden.

Die mikroskopische Untersuchung wurde zunächst an jungen und bis federkieldicken Zweigstücken eines lebenden, im botanischen Institute der Königlich landwirthschaftlichen Hochschule in Berlin kultivirten Exemplars vorgenommen.

Der Querschnitt eines zweijährigen Astes zeigte ca. 27 Bündel, von denen 8 breitere (Fig. 1 bei a) ein wenig tiefer in das Mark vorsprangen. Es sind dies die primär angelegten, den Blattspuren entsprechenden Stammbündel. Je eines dieser breiten Bündel war vom nächsten, gleichen Charakters, durch 1 bis 3 höchstens 4 schmälere Holztheile getrennt (Fig. 1 bei i), welche den gewöhnlich die primären Markstrahlen theilenden intercalirten Secundärbündeln gleichwerthig sind. Durch dieselben wurden die ursprünglich sehr breit angelegten, vom Mark ausgehenden Primärstrahlen derartig gefächert, dass die zu beiden Seiten der Primärbündel verlaufenden Markstrahlen etwa 7 (selten noch mehr) Schichten enthalten, während die die intercalirten Bündel seitlich von einander abgrenzenden Strahlen mit vier-, drei- oder zweischichtigem Ansatz sich dem primären Hauptstrahl anfügen. Im Allgemeinen nehmen aber alle primären Strahlen nach aussen schnell an Breite ab und sind im älteren Secundärholze nicht mehr von gleichstarken

[1]) Kny, Vgl. Berichte d. Deutsch. Bot. Ges. Bd. VIII, 1890, S. 176—187.

[2]) Heft III: Ueber den Bau und die Vorrichtungen der Leitungsbahnen in den Pflanzen, Jena 1891, S. 161—164.

secundären Markstrahlen zu unterscheiden. Letztere setzen in gewohnter Weise im secundären Holze ein und zwar schon in unmittelbarer Nähe der die Markkrone ausmachenden Xylemelemente. In der Nähe ihres Einsatzes sind alle secundären Markstrahlen einschichtig und verlaufen in dieser Form oft durch weite Holzstrecken, gewöhnlich je 3—4 Reihen der Holzelemente von einander trennend. Hin und wieder aber werden die einschichtigen Strahlen in bekannter Weise durch Einschalten vertical-radialer Wände zweischichtig, um nach mehr oder weniger langem Verlaufe drei und mehrschichtig zu werden. Sie gleichen dann aber den primären Markstrahlen vollständig und können sicher nach mehreren Jahren breiter werden, als selbst die breitesten Ansatzstellen der Primärstrahlen in der Markkrone sind. Wenn Goeppert die grossen Markstrahlen bis 12schichtig auffand, so ist seine Angabe wohl nicht zu bezweifeln. Das für diese Arbeit zur Verfügung stehende Astholz zeigte nur bis 8schichtige Strahlen.

Was nun den Bau des Holzes der jungen Zweige betrifft, so ist hervorzuheben, dass die tiefer in das Mark vorspringenden Bündel naturgemäss allein die Spiroiden führenden sind. Soweit solche vorhanden sind, erscheinen sie dunkler, als die rindenwärts folgenden Holzmassen.

Hin und wieder sieht man vom Messer herausgezerrte, abgerollte Spiralfasern aus dem Lumen hervortreten. Der Querschnitt der vom Parenchym der Markkrone eingebetteten Spiroiden ist auffällig rundlich. Den Spiroiden folgen unmittelbar Reihen von mehr eckig begrenzten Elementen mit breiten Hoftüpfeln. (Auf dem Querschnitte etwa wie die Tracheiden von *Pteris* aussehend.)

Endlich folgen die bekannten Prosenchymelemente mit deutlicher Mittellamelle und verdickter, stark lichtbrechender homogener Wand.

Der Uebergang von den Elementen mit breiten Tüpfeln — besonders auf den Tangentialwänden — zu diesen Prosenchymzellen ist ein allmählicher.

Es erscheinen Elemente mit je zwei, (seltener auch wohl drei) dann solche mit nur je einem und endlich solche, ohne Hoftüpfel auf der Tagentialwand, während die Tüpfel auf den Radialwänden zwar spärlicher werden, aber doch durch das ganze Secundärholz zu beobachten sind. Ueber das Vorkommen der Tüpfel auf den Tangentialwänden im später gebildeten Secundärholze wird an anderer Stelle Näheres erwähnt werden.

Die intercalirten Bündel der jungen Zweige entbehren, wie schon hervorgehoben wurde, der „Spiroiden." Sie grenzen gegen die Markkrone unmittelbar mit breit getüpfelten Prosenchymelementen ab, wie solche in den tiefer vorspringenden Bündeln der „Spiroiden" nach aussen folgen. Weiterhin schliessen sich jenen Elementen die mit kleinen Hoftüpfeln ausgestatteten Prosenchymzellen an, welche fernerhin die Masse des Secundärholzes bilden. Im Gegensatz zu den entsprechenden Elementen in den Primärbündeln zeigen die erstgebildeten Prosenchymzellen der intercalirten Bündel oft eine starke, winkelige Brechung ihrer Radialwände, so dass das Holz in dieser Region eine auffällige Struktur auf dem Querschnitte, gleichsam Verzerrungen aufweist.

Es ist hier der Ort, über die Natur der Spiroiden und der getüpfelten Prosenchymzellen eingehender zu berichten.

Obwohl Solereder bereits nach dem augenscheinlichen Befunde an Macerationsmaterial nachgewiesen hat, dass den „Spiroiden" der Markkrone ebenso wie den Prosenchymzellen des Secundärholzes die Perforation ihrer Enden fehle, hielt ich es doch für angezeigt, die Frage nach der Tracheidennatur jener Elemente *experimentell* zu untersuchen.

Es wurden für diesen Zweck Zweigstücke nach der zuerst von Th. Hartig angegebenen

Methode, jedoch nicht mit Zinnober, sondern mit einer Emulsion von chinesischer Tusche unter dem Drucke einer Wassersäule von etwa 3½ Meter injicirt und nach Beendigung des Versuches auf Radialschnitten die Tiefe des Eindringens der Tuschepartikelchen festgestellt. Alle Elemente des primären und secundären Holzes des Gesammtquerschnittes zeigten sich mir bis auf geringe Entfernung von der Anschnittfläche des Zweiges mit Kohlentheilchen der chinesischen Tusche angefüllt und die spitz auslaufenden Enden waren wie Filter mit Kohle vollgepfropft. Ueber die Spitze der angeschnittenen Elemente hinaus war keine Spur der Kohle tiefer in das Holz eingepresst worden.

Diese auf dicken und auch sehr feinen Radialschnitten festgestellten Befunde beweisen mit schlagender Sicherheit, dass SOLEREDER vollkommen im Recht ist: *Drimys Winteri* besitzt an keiner Stelle des Holzes, auch nicht in der Markkrone ächte Gefässe. Die „Spiroiden" sind in der That Tracheiden mit spiraligen Wandverdickungen. Die mit breiten Hoftüpfeln ausgestatteten Holzelemente sind als Leiter — oder Treppen-Tracheiden zu bezeichnen und die die Masse des Holzes ausmachenden Prosenchymzellen sind Tracheiden von gleicher Natur, wie die Tracheiden der Coniferen. Wenn J. MOLLER die Frage unentschieden lässt, ob die Tracheiden der letzten Art als solche, oder als Libriform zu bezeichnen seien und diese Frage unentschieden lässt, *„weil das Vergleichsobject fehle,"* so ist dieser Zweifel unberechtigt. Es ist wohl sicher, dass den mit Hoftüpfeln ausgestatteten, die Masse des *Drimys*-Holzes ausmachenden Fasern in gleicher Weise zweierlei Functionen — gerade wie den Tracheiden des Coniferenholzes — zufallen, einmal die Function der Wasserleitung — und daher sind es **Tracheiden** — und andererseits die Function, welche sonst den Libriformzellen eigen ist, nämlich die mechanische Festigung des Holzkörpers. Will man letztere Function im Namen betonen, so sind die betreffenden Elemente **„Libriformfasern"** genau so, wie die Tracheidenfasern der Dracaenen [1]).

In Bezug auf die Vertheilung der verschiedenen oben erwähnten Tracheiden-Formen im Holze von *Drimys* ist bisher nur bekannt geworden, dass die Spiral- und Treppentracheiden dem Markscheidentheile der Bündel angehören. Abgesehen davon, dass die Spiraltracheiden nach meiner Untersuchung ausschliesslich den als Blattspuren zu deutenden Primärbündeln des Holzringes zukommen, habe ich auch constatirt, dass das später gebildete Secundär-Holz *keineswegs ausschliesslich* aus Hoftüpfeltracheiden besteht. Es kommen von Strecke zu Strecke, in tangentialen Binden auftretend, im ganzen Secundärholze Treppentracheiden vor, denen rindenwärts Uebergangselemente folgen, die auf einem quergerichteten, die betreffende Wandbreite einnehmenden Primordialtüpfel bald zwei, bald drei elliptische Hoftüpfel tragen, bis solche in die normale Form der kreisrunden Tüpfel mit schief gerichtetem Spalt übergehen. In letzterem Falle stehen die Tüpfelspalte derselben Tracheide gewöhnlich parallel (linksschief).

Dem gegenüber erscheint es ganz besonders bemerkenswerth, dass die Treppentracheiden sehr häufig eine ganz unregelmässige Anordnung ihrer Quertüpfel zeigen. Ueber genau quergerichteten Tüpfeln liegen unvermittelt solche Tüpfel, welche schief, von rechts unten nach links oben verlaufen, daneben liegen kürzere Quertüpfel und weiterhin oder unmittelbar daneben wieder schief von links nach rechts, oben aufsteigende Tüpfel. In seltenen Fällen wurde auch die unregelmässige Vertheilung und besonders eine ganz regellose Richtung der Spalte unmittelbar

[1]) POTONIE bezeichnet bekanntlich diese Holzelemente mit doppelter Functionsleitung unter Anwendung SCHWENDENER'scher Namengebung als „Hydrostereiden".

benachbarter Tüpfel bei kreisrunden Hoftüpfeln derselben Tracheidenwand vorgefunden. Solche Bilder der Regellosigkeit sind in einigen Figuren wiedergegeben. (Taf. I. Fig. 2.)

In manchen Fällen ist dieselbe Tracheide in ihrem Längsverlaufe verschieden getüpfelt.

Wo eine Tüpfeltracheide in eine Leitertracheide bezw. umgekehrt übergeht, liegen die Tüpfel mit rundem Hof gewöhnlich an den Endabschnitten, während die Treppentüpfel (es wurden einmal bis 85 übereinander gezählt) den mittleren Tracheidentheil einnehmen. Zur Untersuchung dieser Verhältnisse eignen sich natürlich am besten macerirte Tracheiden.

Fasst man die vorangehenden Beobachtungen übersichtlich zusammen, so kann man dem Holze von *Drimys Winteri* fünf Modificationen der Tracheiden zuschreiben:

1) Spiraltracheiden.
2) Treppentracheiden.
3) Tracheiden mit quer gerichteten Tüpfeln, welche oft paarig in gleicher Höhe nebeneinander liegen.
4) Tracheiden mit regellos wechselnden Quer- und Rundtüpfeln.
5) Normale Hoftüpfeltracheiden mit kreisrundem Tüpfel und schiefem Spalt.

Die Grössen der Tracheiden ergaben sich auf Grund der bei 30 an macerirtem Material vorgenommenen Messungen, wie folgt:

a) Längsdurchmesser:

Im Mittel	1,465 mm.
Im Maximum	1,998 „
Im Minimum	1,165 „

b) Querdurchmesser:

Im Mittel	0,019 mm.
Im Maximum	0,021 „
Im Minimum	0,013 „

Das äusserst spärlich vertretene Holzparenchym ist von allen älteren Autoren übersehen und erst von Kny nachgewiesen und von Strasburger bestätigt worden. In Bezug auf seine Vertheilung im Holze von *Drimys Winteri* ist aber wohl keine Angabe gemacht worden. Sobald man aber Kenntniss von seinem Vorkommen genommen hat, gelingt es leicht, dasselbe namentlich auf gut geführten Radial-Schnitten zur Anschauung zu bringen.

Es zeigt sich auf solchen in Form einfacher oder selten doppelter Zellreihen, deren mit genau quergerichteten Horizontalwänden an einander stossende Glieder bis zu 7 über einander beobachtet wurden. Die Horizontalwände sind von zahlreichen, feinen Porenkanälen durchsetzt, wie solche auch von Parenchymzelle zu Parenchymzelle auf den Längswänden vorhanden sind, wenn zwei Parenchymreihen unmittelbar im Holze neben einander verlaufen. Gewöhnlich enthalten die Parenchymzellen einen homogenen, hellrosa durchscheinenden Inhalt, welcher nach Sanio's Methode mit Kaliumbichromatlösung behandelt Gerbstoffreaction zeigt. Stärke konnte in den Parenchymzellen nicht beobachtet werden.

Aehnlich wie auf dem Radialschnitt erscheint das Holzparenchym auch auf dem Tangentialschnitt, nur kann es hier leichter wegen der zahlreich vorhandenen Markstrahlen übersehen werden. Am schwierigsten ist jedenfalls das Holzparenchym auf dem Querschnitte aufzufinden, weil seine Zellen nur wenig geringere Wanddicke als die Tracheiden zeigen. Es ist

aber in solchen Fällen mit absoluter Sicherheit zu erkennen, wo auf dem Querschnitte eine der von zahlreichen Poren durchsetzten Horizontalwände zur Anschauung gelangt. In anderen Fällen erkennt man es sicher an dem röthlichen Inhalte. Hat man eine Holzparenchymzelle auf dem Querschnitte mit Sicherheit constatirt, so sieht man auch, dass ihre Umrisslinie weniger scharf markirt ist, als die der Tracheiden, welch letztere auch durch die sehr scharf hervortretenden doppelt conturirten Mittellamellen gekennzeichnet sind.

Auf dem Querschnitte lässt sich, wenn man sich auf die angegebenen Merkmale stützt, das Holzparenchym oft in kurzen Radialreihen, (oft nur aus zwei, seltener aus 3—6 radial) hintereinander liegenden Zellen erkennen. Es bildet jedenfalls keine tangentialen Binden. In einigen Fällen lag das Parenchym einseitig einem vorüberstreichenden Markstrahle an, mit dessen Elementen es dann auch durch die bekannten einfachen Porenkanäle in Verbindung stand.

Es ist übrigens nicht unwahrscheinlich, dass schon Eichler das Holzparenchym gesehen und auch abgebildet hat, ohne es als solches zu erkennen. Die von ihm auf Tafel XXXII der Flora Brasiliensis gegebene Fig. 3 des Tangentialschnittes dürfte zweifellos Holzparenchymreihen enthalten haben. Freilich entspricht die Communication der betreffenden Parenchymzellen mit den neben ihnen verlaufenden Tracheiden durch doppelseitig behöfte Tüpfel nicht der Wirklichkeit. Wo Tracheiden mit dem Holzparenchym durch Tüpfel communiciren, sind die Tüpfel nur halbseitig, d. h. soweit sie der Tracheidenwand angehören, behöft, während die Parenchymzelle bis zur Tüpfelschliesswand nur einen einfachen hoflosen Porenkanal entsendet.

Die Maasse der Holzparenchymzellen ergaben sich an macerirtem Material festgestellt in folgenden Werthen:

Verticaldurchmesser auf Radial- und Tangentialschnitten:

Im Mittel	0.165	mm.
Im Maximum	0.329	„
Im Minimum	0.058	„

Breitendurchmesser auf Radial-, Tangential- oder Querschnitten:

Im Mittel	0.012.8	mm.
Im Maximum	0.018	„
Im Minimum	0.012	„

Zu den wesentlichsten Structureigenheiten des Holzes von *Drimys Winteri* gehört der Bau seiner Markstrahlen, welche darum auch, wie aus der historischen Einleitung zur vorliegenden Abhandlung hervorgeht, in hervorragendem Maasse alle Autoren, welche über *Drimys* gearbeitet haben, von Goppert bis auf Strasburger beschäftigte.

Es wurde in Anknüpfung an die Resultate der genannten Forscher schon im Vorherhergehenden das Verhalten der primären Markstrahlen bei der Einschaltung der intercalirten Bündel geschildert und hervorgehoben, dass die Fächerung der Primärstrahlen dazu führt, dass man im alten Holze nur noch von mehrschichtigen, theils bis ins Mark reichenden, theils ächten Secundärstrahlen und von einschichtigen, (wahrscheinlich ausschliesslich secundären) Markstrahlen sprechen kann.

Die Markstrahlansätze der primären Markstrahlen an das Mark stellen sich in der zuerst von Kny für *Pinus* geschilderten Weise dar[1]). Das Parenchym der Markkrone geht an axil

[1]) Kny. Text zu den Wandtafeln. Anatomie des Holzes von *Pinus silvestris* L. Berlin 1884.

gestreckte, verhältnissmässig dickwandige Parenchymzellen — Markstrahlpalissaden — über, deren bis zu 26 Stockwerke übereinander stehend gezählt wurden.

Untereinander communiciren diese, keine Intercellularen zwischen sich lassenden, durch deutliche Mittellamellen vereinten Palissaden durch zahlreiche, einfache Porenkanäle. Da, wo sie mit ihrer Radialwand einer Fasertracheide anliegen, zeigen sie grosse, weite, rundliche oder querbreite, bisweilen auch durch eine längsgerichtete Spange halbirte Tüpfelflächen, unter denen die Tracheide ihren halbseitig behöften, mit schiefstehender Spalte versehenen Tüpfel entwickelt.

Auf dem Radialschnitte zeigen sich dann peripheriewärts hin und wieder einzelne Palissaden horizontal getheilt und dieser zweifellos nachträglich erfolgenden Theilung kann eine Längstheilung einer der Tochterzellen folgen.

Manchmal verläuft auch eine längs gerichtete Theilungswand von der Querwand schief herüber zur Längswand (Fig. 3).

Erst in weiterer Entfernung vom Marke werden einzelne Palissaden inmitten des Markstrahles durch Querwände zu niedrigen Parenchymzellen, welche den Charakter der Kny'schen Merenchymzellen annehmen. Da aber diese Elemente durchaus denen der secundären Markstrahlen gleichen, so mag zuerst die Schilderung dieser hier angeknüpft werden.

Die secundären Strahlen sind in der Nähe ihres Einsatzes[1]) immer einschichtig und eine Zellreihe hoch. Durch Querfächerung der Cambiumzelle werden sie allmählich mehrreihig. Auf dem Querschnitte erscheint der Umriss der Markstrahlzellen erst meist polygonal und dabei radial gestreckt oder hat die Form eines radial gestreckten Rechteckes. Wo Horizontalwände zur Anschauung gelangen, zeigen sie zahlreiche, unregelmässig vertheilte, enge Tüpfelkanäle. Die tangential gerichteten Wände sind zart. Die Radialwände stehen entsprechend dem Vorwalten der Tracheiden fast ausschliesslich mit solchen in Berührung. Wo eine Communication zwischen Tracheiden und Markstrahlen stattfindet, sind erstere halbseitig behöft getüpfelt, während die zartwandige Markstrahlzelle keinerlei wesentliche Verdickung an der Tüpfelstelle erkennen lässt. Im Ganzen ist die Tüpfelverbindung zwischen Tracheiden und Markstrahlzellen weniger reichlich als zwischen den Tracheiden unter sich. Intercellularen zwischen Markstrahlzellen einschichtiger Markstrahlen und anliegenden Längstracheiden konnten nicht, — auch nicht auf den Tangentialschnitten — beobachtet werden. Die einschichtigen Markstrahlen bestehen mithin nur aus einerlei Elementen, welche als Markstrahlpalissaden zu bezeichnen sind. Mit den Querschnitten übereinkommende Ansichten liefern die Radial- und Tangentialschnitte. Auf letzteren tritt die Längsstreckung der einzelnen Markstrahlzellen meist sehr charakteristisch hervor.

Die Tüpfelung durch einfache Porenkanäle zwischen Markstrahlzellen und event. anliegenden Holzparenchymzellen ist schon bei der Besprechung letzterer erwähnt worden.

Viel mannigfaltiger gestaltet sich der Aufbau der „grossen" d. h. der im weiteren Verlaufe mehrschichtig gewordenen Markstrahlen. Bereits auf dem Querschnitt lassen sich ihrer Form nach dreierlei Zellformen in denselben unterscheiden. (Taf. II, Fig. 4.)

In erster Linie treten die den grossen Markstrahl auf dem Querschnitte beiderseits begrenzenden Zellreihen (a) auffällig in die Erscheinung. In radialer Richtung sind sie scheinbar

[1]) Ich bediene mich bezüglich der Ausdrücke „Ansatz und Einsatz er von Carl Muller" vorgeschlagenen Nomenclatur. Vergl. Erich Schmidt „Ein Beitrag zur Kenntniss der secundaren Markstrahlen". Inaug. Diss. Freiburg i. Br. 1890 und Muller-Potonié, Botanik (Berlin 1892) S. 244.

stark gestreckt, während ihre tangentiale Breite nur sehr gering ist. Aus diesem Grunde glaubt man bei oberflächlicher Beobachtung, dieselben seien in der Radialrichtung viel länger gestreckt, als die ihnen anliegenden Fasertracheiden. Diese Empfindung ist aber nur die Folge der relativen Längen- und Breitenmaasse.

Die Radialwände sind vielleicht durchschnittlich um ein Minimales länger als die Radialwände der Fasertracheiden; dieser Unterschied würde aber keineswegs in die Augen fallen, wenn nicht eben gleichzeitig die Tangentialwände stark verkürzt wären. Die Wände dieser, die Markstrahlränder einnehmenden, also gleichsam den grossen Markstrahl zu beiden Seiten *„einhüllenden Zellen“* (a)[1]) sind relativ dünnwandig, jedenfalls sind sie schwächer verdickt, als die neben ihnen liegenden Längstracheiden. Mit diesen stehen sie hin und wieder durch einseitig schwach behöfte Tüpfel in Communication. Der Tüpfelhof gehört auch hier der Tracheide an; von ihm ausgehend wird die Tracheidenwand von einem feinen Tüpfelcanal durchsetzt. Die Tangentialwände zwischen den genannten Markstrahlzellen sind von einfachen Porencanälen durchsetzt. Unmittelbar den besprochenen Markstrahlhüllzellen anliegend sieht man in einer oder mehreren Radialreihen, die mittlere den grössten Theil der die grossen Markstrahlen ausmachenden Mittelparthie liegen, welche auf dem Holzquerschnitte meistens kurz rechteckige oder fast quadratische Zellen (p) bildet und die bei oberflächlicher Betrachtung ganz den Eindruck von Tracheiden hervorrufen. Einmal stimmen sie mit den Tracheiden in der Umrissform überein, andererseits zeigen sie zwischen sich eine deutlich, doppelt conturirte Mittellamelle und ferner stimmen die Wanddicken fast vollkommen überein. Charakteristisch ist aber für diese zweite Klasse von Markstrahlzellen die Porentüpfelung. Auf den Radial- und Tangentialwänden sind die starken Verdickungsschichten von unverhältnissmässig breiten Porencanälen durchsetzt, welche an der Mittellamelle keine Spur einer Hofbildung erkennen lassen, wie solche für die Tracheiden höchst charakteristisch ist.

Besteht ein mehrschichtiger Markstrahl an der von dem Schnitt getroffenen Stelle nur aus den beiderlei eben besprochenen Elementen, so kann man ihn bei schwacher Vergrösserung ganz falsch deuten. Man glaubt zwei nahe neben einander verlaufende einschichtige Markstrahlen aus radial gestreckten Zellen zu erblicken, zwischen welchen — je nach dem Falle — eine, zwei oder mehr Tracheidenreihen verlaufen. Bei der sorgfältigen Musterung der Querschnittte wird man aber unter den kräftigeren Markstrahlen stets solche antreffen, welche in ihrem mittleren Theile eine oder zwei Längsreihen einer dritten Art von Elementen mit aller Schärfe erkennen lassen, nämlich wiederum radial gestreckte d. h. mit schmalen Tangentialwänden ausgestattete Zellen. Charakteristisch ist für diese eine zarte Radialwand ohne jegliche deutliche Tüpfelung und unverhältnissmässig starke Tangentialwände, welche von feinen Porencanälen durchsetzt sind. Die eventuell auf dem Querschnitte sichtbaren Horizontalwände dieser Zellen zeigen zahlreiche, theils regellos zerstreute, theils parallel der Radialwand eine Reihe bildende, rundliche Poren. Die Radialwände der ihnen anliegenden starkwandigen Markstrahlzellen der vorher beschriebenen Art (p) zeigen dagegen ausnahmsweise zahlreiche und breite Tüpfelcanäle, zwischen welchen die trennenden Verdickungsleisten knopfförmig oder wulstig hervortreten. An wohlgelungenen Schnitten sind endlich streckenweise rechts und links an der radial gerichteten Wand der zartwandigen Markstrahlzellen (m) der dritten Art Intercellularen in Form von feinen schwarzen

---

[1]) Schriften der physik.-ökonom. Gesellschaft von Königsberg 1887, p. 27 u. 28.

Linien (l. l.) zu erkennen. Schon hieraus geht hervor, dass diese letztbeschriebenen Markstrahlzellen (m) die *Merenchymzellen* im Sinne Kny's darstellen.

Zur Erläuterung der besprochenen Verhältnisse verweise ich auf die beigegebene Figur (Taf. II. Fig. IV).

Man wird hier mit Recht die Frage nach der Natur der beiden anderen Formen der Markstrahlzellen (a und p) aufwerfen. Betreffs der Function dürften diese absolut keinen Unterschied ausfindig machen lassen. Sie müssen beide als *Markstrahlpalissaden* im Sinne Kny's gedeutet werden.

Auf dem Radialschnitte gelingt es nämlich nur, obwohl hier schwerer als auf dem Querschnitte, die horizontal gestreckten Merenchymzellen m von den anderen Markstrahlelementen a und p zu unterscheiden. Letztere aber zeigen hier keine fassbaren Unterschiede, so dass man nie sicher urtheilen kann, ob man Zellen der Art a oder p vor sich sieht.

Anders die Tangentialschnitte. Die Markstrahlhüllzellen zeigen sich hier als relativ schmale Elemente d. h. als Zellen mit sehr schmalen Horizontalwänden bei relativ beträchtlicher Höhe. Ihre Umrissform ist mehr oder weniger die eines Parallelogramms event. mit schwach gekrümmten Verticalwänden, während die Palissaden breitere Horizontalwände besitzen. Die Merenchymzellen aber treten am schärfsten dadurch auf dem Tangentialschnitte hervor, dass sie an ihren Kanten die charakteristischen dreieckigen Intercellularen zeigen, nach welchen hin die Porenkanäle aller dieselben angrenzenden Markstrahlzellen gerichtet sind.

Die an je 20 Zellen ausgeführten Messungen ergaben für die dreierlei Markstrahlzellen folgende Werthe:

1) Hüllzellen (Hüllpalissaden) des Markstrahles:

a) Verticaldurchmesser:

Im Mittel	0,080 mm,
Im Maximum	0,120 „
Im Minimum	0,057 „

b) Radialdurchmesser:

Im Mittel	0,023 mm,
Im Maximum	0,038 „
Im Minimum	0,014 „

c) Tangentialdurchmesser:

Im Mittel	0,014 mm,
Im Maximum	0,016 „
Im Minimum	0,006 „

2) Palissaden des mittleren Markstrahles:

a) Verticaldurchmesser:

Im Mittel	0,071 mm,
Im Maximum	0,119 „
Im Minimum	0,047 „

b) Radialdurchmesser:

Im Mittel	0,025 mm,
Im Maximum	0,047 „
Im Minimum	0,017 „

c) Tangentialdurchmesser:

Im Mittel	0,024 mm,
Im Maximum	0,037 „
Im Minimum	0,013 „

3) Merenchymzellen des Markstrahles:

a) Verticaldurchmesser:

Im Mittel	0,034 mm,
Im Maximum	0,043 „
Im Minimum	0,031 „

b) Radialdurchmesser:

Im Mittel	0,036 mm,
Im Maximum	0,065 „
Im Minimum	0,017 „

c) Tangentialdurchmesser:

Im Mittel	0,017 mm,
Im Maximum	0,023 „
Im Minimum	0,012 „

Der Tangentialschnitt zeigt den Gesammtumriss eines mehrschichtigen Markstrahles stets in Form einer langgestreckten Spindel. In der mittleren Region ist der Markstrahl vielschichtig — wie schon hervorgehoben, sah ihn Goeppert bis 12schichtig — während das zur vorliegenden Untersuchung benutzte Material nur bis 8schichtige Strahlen aufwies.

Die oberen und unteren Enden nehmen an Schichtenzahl allmählich ab, so dass die oberste und unterste Parthie zu einem einschichtigen Markstrahl aus Palissaden aufgebaut wird.

Diese letzteren Palissaden fallen unter Caspary's Begriff der Markstrahlkantenzellen.

Es wird noch hier Gelegenheit genommen, auf einen Punkt näher einzugehen: „auf die Jahresringbildung von *Drimys Winteri*".

Nach den Untersuchungen von Sanio ist bekannt, dass die Jahresringbildung histologisch in mehrfacher Weise gekennzeichnet ist, nicht aber, wie vielfach angegeben wurde, dadurch, dass die Herbstholzelemente dickwandiger sein müssen, wie die ihnen vorangehenden und die ihnen folgenden Frühjahrselemente. Er lehrte vielmehr eine Anzahl von Fällen kennen, bei welchen die Herbstholzgrenze gerade aus *„dünnwandigem"* Holzparenchym besteht, in welches einzelne Gefässe und denen ähnliche Holzzellen eingesprengt sind [1]). Beispiele solcher Art lieferten ihm Rhus-, Catalpa-, Virgilia-, Morus-, Robinia-, Caragana- und Gleditschia-Arten.

Hier hängt die Dünnwandigkeit der Elemente der Jahresringgrenze aber von der Qualität derselben, der Eigenart des Holzparenchyms ab. Es kommen aber nach Sanio auch Fälle vor, wo Tracheiden, Libriformzellen und Holzparenchymzellen im ganzen Jahresringe keinen erheblichen Unterschied in der Wanddicke erkennen lassen, ja *Staphylea pinnata* gab ihm sogar ein Beispiel für eine wirkliche Abnahme der Wanddicke der Elemente der Herbstholzgrenzen gegenüber denen der übrigen Jahresringmaasse [2]). Kny gab hierzu eine Reihe weiterer Beispiele [3]).

---

[1]) Vgl. Bot. Ztg. 1863, S. 391.

[2]) l. c. p. 395.

[3]) Sitzungsber. Gesell. naturf. Freunde zu Berlin 1890. S. 139.

Niemals fehlender Charakter der Herbstholzelemente ist, wie es auch aus allen neueren Untersuchungen[1]) hervorgeht, die Verkürzung des radialen Durchmessers, die sogenannte tangentiale Abplattung der betreffenden Elemente. *Drimys Winteri* liefert hierzu ein weiteres Beispiel. Schon Eichler sagt, ohne freilich auf dieses Verhältniss Nachdruck zu legen, betreffs der Jahresringe von *Drimys*: (Flora Brasil. Vol. XIII pars I, 1864, p. 140): Annuli autem annotini eo insignes sunt, quod ligni cellularum series extimae 2—3 radiali directione diminuantur (Tab. XXXII. Fig. I). Von einem Schwanken der Wanddicke spricht Eichler nicht und ich selbst konnte, obwohl ich auf diesen Punkt hin wiederholte Beobachtungen anstellte, niemals das Herbstholz von *Drimys* dickwandiger auffinden.

Von diesem Gesichtspunkte aus könnte man der Meinung sein, dass *Drimys* immerhin deutliche Jahresringe aufweise; es ist aber schon von de Bary[2]) darauf aufmerksam gemacht worden, dass bei einer grossen Anzahl, namentlich tropischer Bäume die Abgrenzung von Jahresringen eine undeutliche ist und dass öfter scheinbare Jahresringe „*Pseudojahresringe*", auftreten, welche nur einem Theil des Stammumfanges angehören und sich beiderseits in dem mittleren Theile eines normal entwickelten Jahresringes auskeilen. Eine nähere Zusammenstellung der einschlägigen, namentlich auch der älteren Litteratur gab Kny in seiner Mittheilung „Ueber die Verdoppelung des Jahresringes"[3]).

Mit Berücksichtigung dieses Verhältnisses ist es fast absolut unmöglich, bei einem mehrjährigen Stammstücke von *Drimys* das genaue Alter desselben ausfindig zu machen. Ich fand den grössten Theil der „Jahresringe" seitlich sich allmählich verlaufend und selbst, wo ich mit schwachen Objectiven arbeitete, welche die Abgrenzungen undeutlicher Jahresringe augenfälliger hervortreten lassen, als stärkere, vermochte ich niemals einen vollständig geschlossenen Jahresring aufzufinden. Vielleicht erklärt sich hieraus auch die Ungleichheit in der Goppert'schen Mittheilung über dasselbe Stück des von ihm untersuchten *Drimys*-Stammes, dem er in dem deutschen Text seiner citirten Arbeit 25 Jahresringe beilegt, während in dem französischen 50 Jahresringe angegeben sind.

Mit dieser Bildung der Pseudojahresringe stet nun das Auftreten der Tüpfel auf den Tangentialwänden der Tracheiden von *Drimys* in einem gewissen Zusammenhange. Es sind entschieden diejenigen Regionen reicher auf den Tangentialwänden betüpfelt, wo die Jahresringbildung bei *Drimys* zu suchen ist. Damit ist aber nicht ausgeschlossen, dass auch hin und wieder, aber eben seltener, an andern Stellen ein Tüpfel auf einer Tangentialwand auftritt. Da nun die Jahresringgrenze selbst nicht scharf abschneidet, so trifft man auch manchmal die Tüpfel auf den Tangentialwänden bei 4—6 einander folgenden Zellen derselben Radialreihe an.

Bei den Coniferen, wo die Jahresringe im Gegensatz zu *Drimys* sehr scharf abschneiden, sieht man bekanntlich die Tüpfel auf den Tangentialwänden entweder nur in der äussersten Grenzwand des Jahresringes oder noch auf der derselben Tracheide angehörigen inneren Tangentialwand (so besonders bei Larix und Picea), doch ist auch hier bisweilen noch die zweitletzte, ja wohl auch selten die drittletzte Tracheide mit Tüpfeln auf den Tangentialwänden versehen.

---

[1]) Vgl. Pringsheim, Jahrbuch XVIII. 1887. S. 70.

[2]) Vergl. Anat. 1877. S. 528.

[3]) Verhandl. des Bot. Ver. Prov. Brandenburg, 1879. XXI. Jahrg. S. 1 der Abhandlungen.

Durch Vermittelung von Herrn Professor Kny wurden mir noch von Herrn Graf zu Solms-Laubach ein etwa sechzigjähriges Stammstück und einige etwa ein- bis sechsjährige frische Zweige zur Untersuchung übergeben.

Die an diesem Materiale gemachten Beobachtungen stimmten in allen Punkten mit den bereits aufgezeichneten Untersuchungen überein, so dass ich diese auch an dem alten ausgewachsenen Material bestätigt fand.

Für die liebenswürdige Unterstützung sage ich Herrn Graf zu Solms meinen verbindlichsten Dank.

Drimys chilensis.

Diejenigen Autoren, welche sich das Holz von *Drimys Winteri* zum Gegenstande ihrer Untersuchung machten, haben in den meisten Fällen auch dasjenige von *Drimys chilensis* in ihren Beobachtungen aufgeführt.

Schon der Umstand, dass beide Hölzer in der, unter *Drimys Winteri* angegebenen Litteratur, fast stets zusammen erwähnt sind, spricht dafür, dass beide einander gleichen; um indess etwaige Uebergangsformen oder Abweichungen festzustellen, wurde auch *Drymis chilensis* einer ganz genauen Untersuchung unterzogen. Für diesen Zweck diente ein von Philippi aus Waldivia an das Berliner botanische Museum gesandtes Stammstück.

Im Allgemeinen zeigt dieses Holz thatsächlich nicht wesentliche Unterschiede von *Drimys Winteri*. Die Jahresringe sind undeutlich zu unterscheiden und konnte ein greifbarer Unterschied zwischen Herbst- und Frühjahrsholz nicht gemacht werden.

Bemerkenswerth ist, dass die Lumina der Tracheiden in der Nähe der Markstrahlen am grössten sind. Die Art der Tüpfelung war in allen Fällen dieselbe wie bei *Drimys Winteri*, jedoch zeigen die Tangentialwände unbedingt eine reichere Tüpfelung als solche bei *Drimys Winteri*, beobachtet wurde. Nie war der Tüpfelspalt grösser als der Tüpfelhof und stehen die Tüpfel selbst auf dem Tangentialschnitte, theils einzeln zerstreut, theils zu 3 höchstens 4 neben einander. Sie zeigen dieselbe theils regelmässige, theils unregelmässige Anordnung, wie solche bei *Drimys Winteri* beobachtet wurde, doch ist hier ausdrücklich hervorzuheben, dass Tracheiden mit breiten Treppentüpfeln, wie solche bei *Drimys Winteri*, sowohl im primären als auch im secundären Holze beobachtet wurden, im vorliegenden secundären Holze von *Drimys Chilensis* nicht vorhanden sind, vielmehr zeigt das secundäre Holz nur gewöhnliche runde oder auf dem Tangentialschnitte nur wenig gestreckt erscheinende, aber schiefe Hoftüpfel. Sowohl dieses Vorkommniss, als auch der Umstand, dass die Tüpfelspalten bei *Drimys Chilensis* ausserordentlich häufig fast oder ganz vertical gerichtet sind, könnte als gutes Unterscheidungszeichen für die beiden Hölzer angesehen werden.

Das Holzparenchym ist im vorliegenden Holze spärlich, immerhin aber häufiger als bei *Drimys Winteri* anzutreffen und bereits auf dem Querschnitte sowohl durch eine eigenthümliche hellbraune Färbung der Zellen als auch durch seine Communication mit den benachbarten Tracheiden durch halbseitig behöfte Tüpfel, sowie durch Communication der einzelnen Parenchymzellen unter einander durch Porencanäle deutlich erkannt. Es konnten bis 6 nebeneinanderliegende Holzparenchymreihen gezählt werden.

Die Markstrahlen zeigen schon auf dem Querschnitte genau dasselbe Aussehen und dieselben Verhältnisse wie bei *Drimys Winteri*: es sind grosse und kleine Markstrahlen vorhanden. Die kleinen Markstrahlen, deren einzelne Zellen auf dem Querschnitte ebenso wie bei *Drimys* die Form eines Parallelogramms zeigen, bestehen nur aus Palissaden in 3 bis 47 übereinanderliegenden Stockwerken. Die grossen Markstrahlen sind im breiteren Theile bis 9schichtig und lassen auf dem Tangentialschnitte bis über 80 Stockwerke erkennen. Die oberen und unteren Enden der auf dem Tangentialschnitte spindelförmigen, grossen Markstrahlen bestehen zum grössten Theil nur aus Palissaden.

Das Verhältniss der Markstrahlzellen zu einander, sowie dasjenige der Markstrahlzellen zu den anderen Elementen ist dasselbe wie bei *Drimys Winteri*. Hervorgehoben muss noch werden, dass der Unterschied zwischen Palissaden und Merenchymzellen betreffs der Grössenverhältnisse ein ganz augenfälliger ist.

Trochodendron aralioides Sieb. et Zucc.

Die meisten Autoren, welche sich mit der Untersuchung von *Drimys* beschäftigt haben, machten auch *Trochodendron* zum Gegenstande ihrer Forschungen, deren Resultate bereits bei der Besprechung von *Drimys* verzeichnet sind. Es geht aus dem dort gesagten hervor, dass zuerst Eichler einen Vergleich zwischen *Drimys* und *Trochodrendron* zog und beide Gattungen wegen ihres anatomischen Verhaltens als Unterfamilie der Wintereen zusammenfasst.

Bentham und Hooker sehen (Gen. Pl. I. Addenda pag. 954) *Trochodendron* nebst *Euptelea* als Vertreter einer besonderen, den Wintereen nahe stehenden Tribus der *Magnoliaceen* als *Trochodendreen* an.

Solereder zählt *Trochodendron* wie Eichler zu den *Wintereen*.

Nach den von mir angestellten Untersuchungen halte ich die nahe Verwandschaft von *Trochodendron* zu *Drimys* für unzweifelhaft.

Das zu untersuchende Material, ein etwa 5jähriges Zweigstück, stammte aus dem Königlichen Botanischen Museum in Berlin.

Der Querschnitt lässt mit blossem Auge Jahresringe nicht erkennen. Bei schwacher Vergrösserung traten dieselben indess sehr scharf hervor; bei stärkerer Vergrösserung zeigen die an der inneren Seite der Jahresringgrenze befindlichen Elemente überdies eine ganz erhebliche Membranverdickung.

Aus dem Marke treten nur mehrschichtige Markstrahlen hervor, die Primärbündel von einander deutlich abgrenzend. In der Markkrone befinden sich sehr zahlreiche Elemente mit spiraliger Verdickung. Ob diese Elemente, die übrigens in der Litteratur für *Trochodendron* noch nicht besprochen sind, Gefässe oder Tracheiden sind, musste zunächst entschieden werden. Ich möchte dabei hervorheben, dass sich viele dieser Erstlingselemente durch einen ganz erheblichen Querdurchmesser auszeichnen, so dass man aus diesem Grunde zur Annahme hinneigen könnte, diese Erstlinge seien Gefässe; niemals konnte ich indess irgend eine Perforationsstelle ausfindig machen. Sowohl auf Radialschnitten, als auch an, mit Schulz'scher Flüssigkeit macerirtem und mit Methylgrün gefärbtem Material, an dem mindestens ein Ende dieser Erstlingselemente frei gelegt war, konnte ich weder im Verlaufe der Zellen, noch am Ende eine Perforation auffinden,

vielmehr zog sich die Spirale bis an das äusserste, zugespitzte Ende hinein. Bemerkenswerth ist, dass die Längenausdehnung dieser Erstlinge im Verhältniss zu den anderen Prosenchymzellen eine ganz bedeutende ist und obgleich eine vollkommene Freilegung dieser Spiralzellen in Folge ihrer Länge nicht gelang, so konnte ich doch einzelne Stücke beobachten, die etwa 5mal so lang, wie die Tüpfeltracheiden waren.

Was die Spiralverdickung selbst anbelangt, so besteht dieselbe fast ausschliesslich aus 3 parallel verlaufenden Bändern; seltener waren 2 solcher Bänder zu beobachten. Ganz kurze Tracheiden zeigen bisweilen nur eine einzige Spiralfaser. Es darf also als entschieden gelten, dass die Erstlingselemente in den Bündeln von *Trochodendron* keine Gefässe, sondern sehr langgestreckte Tracheiden sind.

Zur weiteren Stütze dieser Behauptung wurde auch noch die von Adler[1]) benutzte Methode der Untersuchung über den Abschluss gefässartiger Elemente in Anwendung gebracht. Die Adler'sche Beweisführung beruht im Prinzip darauf, dass Aststücke mittelst Wasserstrahlpumpe mit einer Lösung von dialysirtem Eisenoxychlorid injicirt und hinterher in gleicher Weise mit Ammoniakflüssigkeit imprägnirt werden. Es entsteht dann an allen Stellen, wo das Eisenchlorid hingelangt ist, ein gelbbrauner Niederschlag, der die Enden gewisser Gefässglieder bezw. die Enden der Tracheiden deutlich zeigt. Dieser Versuch bei *Trochodendron* ausgeführt ergab die Bestätigung der auf dem optischen Wege gefundenen Thatsache, dass ausschliesslich Tracheiden vorhanden sind. Somit reiht sich *Trochodendron* unmittelbar *Drimys* auch bezüglich der Erstlingstracheiden an.

Tracheiden bilden auch die Hauptmasse des secundären Holzkörpers. Solereder bezeichnet sie für *Trochodendron* als „treppenhofgetüpfeltes Prosenchym". Es ist diese Angabe noch dahin zu vervollständigen, dass die Treppentracheiden als „vorherrschendes Holzelement" zu bezeichnen sind, weil neben diesen Holzelementen, wie auch Solereder angibt, auch Tracheiden mit zerstreut liegenden, runden Hoftüpfeln vorkommen. Die Treppenhoftüpfel gehen entweder in die runde Tüpfelform über oder die Tüpfel stehen unregelmässig vertheilt, bisweilen bis zu drei nebeneinander.

Die Länge der Tracheiden betrug bei 30 Messungen:

Im Mittel	1,098 mm,
Im Maximum	1,665 „
Im Minimum	0,666 „

Neben dieser Art von Zellen kommen auch Libriformzellen, die in der bezüglichen Litteratur nirgends erwähnt sind und wohl übersehen sind, mit kleinen, schief gestellten Hoftüpfeln und langem Spalt vor, deren Tangentialwände schwächer als die Radialwände betüpfelt sind. (Taf. III, Fig 5). Sehr spärlich sind die Holzparenchymzellen vertreten. An bestimmte Stellen sind dieselben nicht gebunden. Ihre Wände sind nur spärlich mit einfachen Tüpfeln versehen.

Die Markstrahlen sind mässig zahlreich vorhanden und bestehen theils aus Merenchym — theils aus Palissadenzellen. Ihre Anordnung ist eine solche, dass zwischen 2 grossen, mehrschichtigen Markstrahlen etwa 3 bis 5 einschichtige, kleine Markstrahlen liegen.

Was die einzelnen Markstrahlzellen anbelangt, so zeigen diese ganz erheblich verdickte Tangentialwände, welche von zahlreichen Tüpfelkanälen durchsetzt sind, so dass trotz der er-

[1]) Untersuchungen über die Längenausdehnung der Gefässe. Jena, Inaug.-Diss. 1892.

heblichen Wandverdickung doch kein Hindernis für die horizontale Stoffleitung erwächst. Uebrigens sind auch alle radial — und horizontal gefächerten Wände der Markstrahlzellen betüpfelt. Was die Breite der Markstrahlen anbelangt, so konnten auf Tangentialschnitten an den grossen Markstrahlen bis 7 Schichten gezählt werden, während ihre Höhe mannigfachen Schwankungen unterliegt. Die grössten Markstrahlen fand ich bis mehr als 100 Stockwerke hoch.

Die Palissaden nehmen nicht nur regelmässig die obersten und untersten Stockwerke ein, sondern liegen auch oft an beiden Seiten der mehrschichtigen Theile des auf dem Tangentialschnitte sich spindelförmig zuspitzenden Markstrahles. Die kleinen Markstrahlen, die eine verhältnissmässig kleine Anzahl von Stockwerken (ich konnte bis 18 zählen) zeigen und die häufig nur aus einer Zellenschicht bestehen, sind fast ausschliesslich nur aus Palissaden aufgebaut, welche einen ganz erheblich grösseren Höhendurchmesser als die Palissaden der grossen Markstrahlen aufzuweisen haben. Die Communication der Markstrahlzellen mit den Tracheiden findet durch halbseitige Tüpfel statt, wobei der Tüpfelhof der Tracheide angehört.

Illicium floridanum.

Eingehendere Untersuchungen über dieses Holz liegen nicht vor, nur Solereder bringt einige ganz allgemeine Notizen und Vergleiche mit andern Magnoliaceen, wie z. B. mit *Euptelea*, die dahin zusammengefasst werden können, dass *Illicium* zu denjenigen Magnoliaceen gehört, die:

1) eine reichspangige Perforation ihrer Gefässglieder haben,
2) deren Markstrahlen ein- bis zweischichtig sind.

Zur Untersuchung standen mir einige von Charles Mohr in Mobile, Alabama, gesammelte, an Herrn Professor Kny übersandte Stammstücke aus verschiedenen Höhen über dem Grunde, zur Verfügung. In dem betreffenden Begleitschreiben befindet sich die Mittheilung, dass die gesandten Zweigstücke von einem im Garten cultivirten Exemplar herrühren.

Die Pflanze wächst in sumpfigen Wäldern Florida's ist aber in ihrer Heimath sehr selten anzutreffen.

Bemerkenswerth ist, dass das sehr feste und schwer mit dem Rasirmesser zu bearbeitende Holz beim Zersägen einen starken aromatischen, an Anis erinnernden Geruch verbreitet.

Zur folgenden Untersuchung wurde zunächst ein ganz junges, in der Entwickelung begriffenes Zweigstück verwandt. Der Querschnitt zeigt insofern ein auffälliges Aussehen, als fast alle Bündel gleichmässig in das Mark hineinragen.

Zur weiteren Untersuchung diente ein etwa fingerdickes Zweigstück, auf dessen Querschnitt mit unbewaffnetem Auge weder Markstrahlen noch Jahresringgrenzen wahrzunehmen waren. Bei Lupenvergrösserung zeigen sich die Markstrahlen ganz schwach in Form feiner Linien, während Jahresringgrenzen nicht zu erkennen sind. Unter dem Mikroskop heben sich bei schwacher Vergrösserung hin und wieder etwas dunkler erscheinende und nur ganz wenig abgeplattete Holzelemente hervor, die man wohl für Jahresringe hätte halten können. Ob hier Jahresringe vorliegen, lässt sich aber durch kein Kriterium mit Sicherheit entscheiden. Was die allgemeine Vertheilung der einzelnen Holzelemente anbelangt, so ist das vorliegende Holz als ein gefässreiches zu bezeichnen. Die Gefässe liegen entweder isolirt oder zu zweien, selten

zu dreien gruppirt; wo Gefässe anscheinend zu zweien nebeneinanderliegen, sind es fast durchweg Glieder desselben Gefässes, welche mit einer steilgerichteten, perforirten Wand aneinandergrenzen. Sie zeigen eine ausgesprochene radiale Streckung.

Die Grösse ihrer Lumina nimmt in der Richtung nach den etwas abgeplatteten Elementen, die auf Wachsthumsperioden[1]) in der Heimath der Pflanze hindeuten, allmählig ein wenig ab.

Das Libriform bildet die Hauptmasse der Holzelemente, zwischen denen die anderen eingekeilt liegen. Seine Zellen zeichnen sich durch sehr stark verdickte Membranen und durch entsprechend enge Lumina aus (Taf. II, Fig. 6).

Die Umrisse der Libriformzellen haben auf dem Querschnitt meist eine fünf- bis sechseckige Form. Das durch das ganze Holz zerstreute Holzparenchym ist sehr spärlich vertreten und zeigen die einzelnen Zellen verhältnissmässig dicke Membranen.

Die Markstrahlen sind recht zahlreich vorhanden und ihre Anordnung ist eine solche, dass zwischen je zwei benachbarten Markstrahlen 1 bis 12 Radialreihen der andern Holzelemente liegen, doch sind in den am häufigsten vorkommenden Fällen nur 3 bis 8 solcher Radialreihen zu zählen. Ihrer Art nach sind die Markstrahlzellen in Merenchymzellen und Palissaden im Sinne Kny's zu unterscheiden.

Ihrer Gestalt nach sind beide Arten von Zellen auf dem Radialschnitte ganz vorzüglich zu unterscheiden, denn ihre Grössenunterschiede sind hier so ausgesprochene, dass eine Verwechselung dieser Zellen kaum möglich ist (Taf. II, Fig. 7).

Die Palissaden sind vorherrschend und zwar bin ich, um ihr Zahlenverhältniss zu den Merenchymzellen auszudrücken, zu dem Resultate gekommen, dass auf Radialschnitten beobachtet im Allgemeinen zwischen 4 bis 6 Reihen Palissaden im Mittel 4 Bänder-Merenchymzellen laufen. Dabei ist die Anordnung eine solche, dass die Palissaden in den meisten Fällen die oberen und unteren Reihen bilden.

Auf dem Tangentialschnitte zeigen sich die Markstrahlen bis 37 Stockwerke hoch, andererseits trifft man nicht selten Markstrahlen aus nur einer Zellenreihe. Die aus 8 bis 12 Stockwerken bestehenden Markstrahlen sind die häufigsten. Die nur aus wenigen Stockwerken zusammengesetzten Markstrahlen bestehen häufig nur aus Palissaden und gibt das Fehlen oder Vorhandensein der Intercellularen in allen Fällen über den Charakter der einzelnen Zellen genauen Aufschluss. Betreffs der Membranverdickung war ein Unterschied zwischen den beiderlei Markstrahlzellen nicht zu machen.

Dass auch bei dem vorliegenden Holze ein Unterschied zwischen Frühjahrs- und Herbstholz, wie er meist bei unseren einheimischen Bäumen vorhanden ist, nicht gemacht werden kann, liegt wohl in der Natur der Sache, da in der Heimath dieses Holzes der oben erwähnte „ewige Sommer" nur durch eine kurze Regenzeit unterbrochen wird. Der Kürze dieser Regenzeit entsprechend findet wohl auch die Bildung der wenigen abgeplatteten jahresringähnlichen Elemente statt.

Die Gefässglieder sind an den Enden theils abgestumpft, theils zugespitzt. Ihre steil gerichtete Scheidewand ist reichspangig perforirt und an macerirtem Materiale ist hin und

[1]) Das Klima Florida's gilt als ewiger Sommer, weshalb die Garten Florida's von den Nordamerikanern gern zu Erholungsaufenthalten erwählt werden.

wieder ausser in der Nähe der Gliedenden die Perforation auch ungefähr in der Mitte des Gliedes anzutreffen. Die Perforationsstelle bildet eine langgestreckte Ellipse, welche von zahlreichen Leiterspangen, die hin und wieder netzartig verflochten sind, in grosser Regelmässigkeit durchsetzt ist.

Die Gefässglieder zeigen theils zerstreut liegende, theils bis drei nebeneinanderliegende rundliche Hoftüpfel. Was die die ganze Breite der Gefässwand einnehmenden Treppentüpfel anbelangt, so stellen sich dem Beobachter insofern Schwierigkeiten entgegen, als die Unterscheidung dieser Treppenhoftüpfel von der Leiterperforation ohne Anwendung besonderer Verfahren, eine fast unmögliche ist.

Bei den zur Lösung dieser Aufgabe angestellten Versuchen kam es vor Allem darauf an, durch den Nachweis von Tüpfelschliesshäuten die Entscheidung zu treffen, in welchem Maasse man es mit Tüpfeln oder Perforationen zu thun hat.

Nachdem die Versuche, etwaige Schliesshäute auf dem Tangentialschnitte zu ermitteln, kein befriedigendes Resultat ergaben, wurde versucht durch Anwendung von Haematoxilinlösung den Schliesshäuten eine intensivere Färbung zu geben. Dieser Versuch hatte ebensowenig einen Erfolg als der von Adler vorgeschlagene und schon bei *Trochodendron* von mir kurz beschriebene Infiltrationsversuch mittelst dialysirtem Eisen und Ammoniaklüssigkeit. Dieser Versuch hatte nur den Vortheil, dass er den Verlauf der Gefässe, sofern durch sie die Flüssigkeiten hindurchgegangen waren, durch eine braunrothe Färbung deutlich zu erkennen gab. Es wurde hierauf das von Hartig angegebene Infiltrationsverfahren in der bereits bei *Drimys Winteri* angegebenen Weise in Anwendung gebracht, indem auch hier statt der von Hartig angegebenen Zinnoberemulsion eine solche von chinesischer Tusche angewandt wurde. Die Infiltration geschah auch hier durch den Druck einer 3½ meterhohen Flüssigkeitssäule, die durch die Tuschemulsion selbst hergestellt war. Nach Anfertigung mikroskopischer Präparate fiel auf Radialschnitten die ganz besonders starke Anhäufung der Tusche- resp. Kohlepartikelchen an den vermeintlich perforirten Stellen der Gefässglieder in der Weise auf, dass die einzelnen Zwischenräume zwischen den Spangen vollständig verstopft waren, während andere eine nur theilweise Anhäufung der Kohlenpartikelchen zeigten. Ich machte ferner die Beobachtung, dass die mit Kohle am meisten verstopften Zwischenräume zwischen den Spangen an den Enden der einzelnen Gefässglieder lagen und folgerte daraus, dass die mit Kohle ganz ausgefüllten tüpfelartigen Felder wirkliche Tüpfel wären, deren Schliesshaut die Kohlepartikelchen zurückgehalten hat, während diejenigen Felder der Gefässwände, in denen nur theilweise oder gar keine Anhäufung von Kohlenpartikelchen wahrzunehmen waren, Perforationen seien.

Auf Tangentialschnitten bestätigte sich diese Annahme, indem sich die durchschnittenen Schliesshäute deutlich mit Kohle bedeckt zeigten, während die der Schliesshaut entbehrenden Perforationen frei waren. Ich bin auf Grund dieser Versuche zu dem Resultate gekommen, dass die schräg gestellten Wände neben den Leiterperforationen auch treppenartige Hoftüpfel führen, die sich über die ganze Breite der Gefässwand hinziehen. Dafür, dass Perforationen wirklich vorhanden sind, spricht der Umstand, dass die Tuschemulsion durch die Verbindungswände hindurch in die benachbarten Gefässglieder gedrungen war.

Mit ihresgleichen, sowie mit den Libriformzellen communiciren die Gefässe durch behöfte Tüpfel, dagegen sind diejenigen Tüpfel, durch welche die Gefässe mit den Holzparenchymzellen und den Markstrahlzellen communiciren in der Weise halbseitig, dass der Tüpfelhof dem Gefässe

angehört, wobei in den meisten Fällen die den Holzparenchym- und Markstrahlzellen angehörigen, einfachen Tüpfelkanäle die Weite des Tüpfelhofes der Gefässe zeigen.

Der Längsdurchmesser der Gefässe beträgt bei 20 an macerirtem Material vorgenommenen Messungen:

Im Mittel	2.73	mm,
Im Maximum	3.33	„
Im Minimum	1.389	„

Der Querdurchmesser ergab bei derselben Anzahl von Messungen folgende Zahlen:

Im Mittel	0.99	mm,
Im Maximum	0.142	„
Im Minimum	0.057	„

Die Libriformzellen bilden, wie schon vorher bemerkt, die Grundmasse, welcher die anderen Elemente eingestreut sind. Ihre grosse Dickwandigkeit ist schon vorher hervorgehoben worden. Um für diese ein ungefähres Maass anzugeben, möchte ich noch bemerken, dass die Wanddicke dem Durchmesser der Lumina fast gleichkommt. Ihre Enden laufen meist spitz zu, seltener konnte ich eine Abstumpfung beobachten. Betreffs ihrer Tüpfelung ist zu bemerken, dass dieselbe sowohl auf den Tangential- als auf den Radialwänden eine reichliche und verhältnissmässig gleichmässige ist und dass ferner der Tüpfelspalt, der den Tüpfelhof um ein ganz bedeutendes überragt, in vielen Fällen eine schwach S förmige Gestalt zeigt und bald vertical, bald aber auch schräge gestellt ist. Mit ihresgleichen, sowie mit den Gefässen sind die Libriformzellen durch behöfte Tüpfel in Communication. Mit den Holzparenchymzellen und mit den Markstrahlen findet eine Communication durch einseitig behöfte Tüpfel statt. Die am macerirtem Material festgestellten 30 Messungen ergaben für die Länge folgende Zahlen:

Im Mittel	1.49	mm,
Im Maximum	1.99	„
Im Minimum	0.99	„

Die Holzparenchymzellen sind das am spärlichsten vertretene Holzelement. Sie geben sich vornehmlich deutlich auf dem Radialschnitte zu erkennen und sind hier durch ihren erheblich grösseren Längsdurchmesser von den Markstrahlzellen, auch von den langgestreckten Palissaden deutlich zu erkennen. Ihre Wände sind gleichmässig stark betüpfelt. Mit den Markstrahlen sind die Parenchymzellen natürlich durch einfache Porenkanäle verbunden.

Die Markstrahlen. Ueber den allgemeinen Charakter derselben ist vorhin schon berichtet worden. Was die einzelnen Markstrahlelemente anbelangt, so ist noch folgendes zu bemerken. Die Merenchymzellen sind in den weitaus meisten Fällen in radialer Richtung erheblich gestreckt, nur bei den, in der Jahresringgrenze befindlichen Holzelementen ist diese Streckung eine relativ geringere. Ihre Tüpfelung ist auf den Längswänden eine stärkere; in Communication mit den Gefässen fand ich sie weniger reichlich betüpfelt als die Palissaden. Unter sich, sowie mit den Palissadenreihen sind die Merenchymzellen an den Kanten durch deutliche Intercellularen getrennt. Hierzu treten auch Intercellularen zwischen den Merenchymreihen und den benachbarten Libriformzellen, so dass auf Radialschnitten durch das Holz horizontale schwarze Luftlinien verlaufen. Nach den radialen Intercellularen strahlten vom Lumen der Merenchymzellen kleine Tüpfelkanäle in der bekannten Weise aus. Unter einander, sowie

mit den Palissaden und Holzparenchymzellen stehen die Merenchymzellen durch einfache Tüpfel in Communication. Mit den Libriformzellen communiciren sie durch halbseitig behöfte Tüpfel.

Die Palissaden fallen auf Radial- und Tangentialschnitten durch ihren erheblich grossen Längsdurchmesser auf. Ihre Tüpfelung ist ebenso reichlich wie die der Merenchymzellen und ihre Communication mit den anderen Holzelementen vollzieht sich, was die Gestalt der Tüpfel anbelangt, in gleicher Weise, wie bei den Merenchymzellen. Die an Palissaden festgestellten 30 Messungen ergaben folgende Zahlen:

Der Längsdurchmesser betrug:

Im Mittel	0.095 mm,
Im Maximum	0.130 „
Im Minimum	0.065 „

Der Querdurchmesser betrug im Mittel 0.021 mm. Die Grössen der Merenchymzellen kommen im Mittel denen der Palissaden ziemlich gleich; nur dass hier bei den Merenchymzellen der Längsdurchmesser das ist, was bei den Palissaden der Querdurchmesser ist.

Illicium religiosum.

Das zur Untersuchung dienende Zweigstück stammte aus dem königlichen botanischen Garten in Berlin. Es wurden ziemlich in allen Punkten dieselben Thatsachen festgestellt, wie solche bei *Illicium floridanum* angegeben sind. Einige kleine Unterschiede bestehen darin, dass bei *Illicium religiosum* die Jahresringe etwas deutlicher sichtbar sind und dass die, meist linksläufigen Spalten der Libriformhoftüpfel, lange nicht so deutlich Sförmig gestreckt sind, wie bei *Illicium floridanum*. Irgend welchen contrasten Unterschied zwischen den beiden Hölzern habe ich nicht finden können.

Euptelea pleurosperma.

Unter *Trochodendron* wurde bemerkt, dass Bentham und Hooker (Gen. Pl. I Addenda, pag. 954) die Gattungen *Euptelea* und *Trochodendron* als *Trochodendreen* zusammenfassen; Solereder reiht indess pag. 55 *Euptelea* und *Illicium* an einander, während Eichler (Flora 1868 pag. 450) ausdrücklich betont hatte, dass *Illicium* mit *Drimys* (incl. *Tasmannia*) eine den übrigen sogenannten polycarpischen Ordnungen coordinirte Abtheilung bilden, eine Ansicht, welche schon 1818 von Rob. Brown ausgesprochen und später von Miers näher begründet worden sei. Es war deshalb bei einer erneuten anatomischen Bearbeitung von *Euptelea* auch dieser Punkt in Rücksicht zu ziehen.

Das zu untersuchende Material war von Hooker fil. in Ost-Bengalen gesammelt und wurde mir von dem Königlich Botanischen Museum in Berlin zur Verfügung gestellt. Der Querschnitt zeigt die, von mehrschichtigen Markstrahlen eingeschlossenen Primärbündel nur wenig in das Mark hineinragend.

Jahresringe sind nur schwach angedeutet. Die Herbstgrenze ist durch geringe Abplattung der Herbstelemente und durch kleineren Durchmesser der Gefässe bezeichnet. Ein Unterschied in der Membranverbindung ist zwischen Frühlings- und Herbstholz nicht vorhanden.

Das Libriform bildet die Hauptmasse des Holzes und zeichnet sich durch seine ganz ausserordentlich starken Membranen vor den anderen Elementen aus. Entsprechend der Dickwandigkeit der einzelnen Libriformzellen ist ihr Lumen ein verhältnissmässig kleines, während die Holzparenchymzellen sich umgekehrt durch eine sehr dünne Membran und durch ein weites Lumen auszeichnen, ein Charakter, welcher natürlich ihr Auffinden sehr erleichtert.

Die Gefässe sind mässig zahlreich vorhanden; sie liegen theils isolirt, theils zu Gruppen vereinigt und haben im Verhältniss zu den Libriformzellen eine sehr dünne Membran. Auf dem Querschnitte zeigen sie theils rundliche, theils polygonale Lumina und sind von plattgedrückten Holzelementen umgeben. Die steil aufgerichteten Wände am Ende der einzelnen Gefässglieder sind ausserordentlich reichspangig, leiterförmig durchbrochen und schliesst sich nach diesem Merkmale Euptelea aufs Engste an Illicium an. Allerdings muss ich bemerken, dass die Uebergänge der Perforation in die Tüpfelform beim vorliegenden Holze deutlicher hervortreten als bei *Illicium* und ohne Weiteres durch das Mikroskop festzustellen waren.

Die Perforation der Wände zwischen den Gefässgliedern ist bei der vorliegenden *Euptelea*-Art von besonderem Interesse. Es ist später in dieser Arbeit für *Liriodendron* in einigen Zeichnungen wiedergegeben worden, wie Leiterspangen durch quer zu ihnen laufende Leisten verbunden sind. Bei *Euptelea pleurosperma* finde ich diese Eigenheit in erhöhter Form wieder.

Nicht selten finden sich nämlich Perforationsflächen, in welchen quer zur Richtung der Hauptspangen verlaufende Zwischenspangen so zahlreich werden, dass die ganze Perforationsfläche netzartig durchbrochen erscheint. Die Hauptspangen sind dabei bedeutend kräftiger als die senkrecht zu ihnen gestellten Zwischenspangen. In anderen Fällen stellen sich aber die Zwischenspangen auch schief und sie verbreitern sich an ihren Ansatzstellen, so dass die Perforation zu einem Netze wird, dessen durchbrochene Maschen, zu 2—4 neben einander liegend, in Querbändern anzutreffen sind. (Taf. II, Fig. 8).

Auf solche Variationen leiterdurchbrochener Querbänder ist zuerst von Caspary[1]) und Sanio[2]) später von Tangl[3]) und auch von Solereder[4]) hingewiesen worden. Sie leitet jedenfalls zu jener netzartigen Form der Perforirung über, welche zuletzt Miss Robiam in den „Ber. der Deutschen Bot. Ges.“ Bd. VIII, 1890 pag. 188 besprach.

Neben den Treppenhoftüpfeln, die sich der Leiterperforation anschliessen, oder auch auf den einzelnen Gefässwandungen, hier die ganze Breite einnehmend, zu beobachten sind, kommen auch weniger breite oder runde, kleinere Hoftüpfel vor, die ich bis zu 4 nebeneinander liegend beobachten konnte. Bei englumigen und kleineren Gefässen ist die Gefässwand oft so dicht mit kleinen runden Tüpfeln besetzt, dass dieselbe ein netzartiges Aussehen zeigt.

Mit ihresgleichen und den Libriformzellen communiciren die Gefässe durch behöfte, mit den Holzparenchymzellen durch halbseitige Tüpfel, deren Tüpfelhof dem Gefässe angehört.

Die Länge der Gefässglieder beträgt nach 20 an macerirtem Material vorgenommenen Messungen:

Im Mittel	0.689 mm,
Im Maximum	1.142 „
Im Minimum	0.017 „

[1]) Caspary, Monatsber. Ak.-Wiss. Berlin 1863, p. 480.
[2]) Sanio, Bot. Ztg. 1863, p. 123.
[3]) Tangl, Sitzungsber. d. Kaiserl. Acad. d. Wiss. Band 67, p. 80.
[4]) Solereder, l. c. p. 17.

Die Libriformzellen zeigen den allgemeinen Charakter. Zu bemerken ist nur, dass sowohl Radial- als auch Tangentialwände gleichmässig von kleinen, linksschiefen Hoftüpfeln durchsetzt sind, deren kleiner Spalt den Tüpfelhof nicht überragt.

Die Holzparenchymzellen fallen auf dem Querschnitte recht deutlich durch ihr weites Lumen auf und kann ihre Vertheilung im Holzkörper dahin zusammengefasst werden, dass sie sich vornehmlich in der Nähe der Gefässe befinden und einen spärlichen Theil an der Bildung der Jahresring-ähnlichen Abgrenzungen nehmen. Im letzten Falle zeigen sie dieselbe tangentiale Abplattung wie die anderen hier befindlichen Holzelemente. Hin und wieder konnte ich die Holzparenchymzellen indess auch zerstreut im Holze, ohne jede Beziehung zu Gefässen oder Pseudo-Jahresringen zu zeigen, auffinden. Der Zahl nach konnte ich bis 3 Holzparenchymreihen in tangentialer Richtung nebeneinander liegend beobachten. Auf Tangentialschnitten sind sie durch ihre erheblich grössere Länge von den ähnlich aussehenden Markstrahlpallissaden zu unterscheiden. Sowohl ihre Radial-, Tangential- als auch Querwände sind gleichmässig stark porös betüpfelt.

Die mehrschichtigen Markstrahlen sind aus Merenchymzellen und Palissaden zusammengesetzt. Sie sind die zahlreicheren; was ihre Höhe anbelangt, so habe ich bis 142 Stockwerke gezählt. Ihre von mir beobachtete maximale Breite zeigte bis 10 Schichten. Die Palissaden sind in ihnen vorherrschend und bilden in den meisten Fällen nicht nur die obere und untere Markstrahlkante, sondern auch die seitliche Umhüllung des Markstrahles. Es ist hier also dasselbe Vorkommniss zu beobachten, auf welches ich schon bei *Drimys* aufmerksam gemacht habe. Bei *Euptelia* ist aber das Vorhandensein von „Hüllzellen" entschieden auffälliger.

Die Palissaden bilden den grössten Theil des Markstrahles. Ihre grösste Höhe erreichen sie an der äussersten Markstrahlkante. Mehr nach dem Innern zu unterscheiden sie sich betreffs ihrer Höhen oft nur wenig von den Merenchymzellen, sind aber auf Tangentialschnitten in allen Fällen durch den Mangel der Intercellularen nach den anstossenden Libriformfasern hin deutlich zu erkennen.

Mit ihresgleichen, den Merenchymzellen und den Holzparenchymzellen communiciren die Palissaden natürlich durch unbehöfte Poren.

Wo die Palissaden einem Gefässe anliegen, stehen sie mit diesem durch dicht übereinander stehende breite Tüpfel in Verbindung. Diese Communication bietet insofern eine auffällige Erscheinung dar, als die einzelnen, halbseitigen Tüpfel in der Weise untereinander liegen, dass die Palissadenwand auf Radialschnitten beobachtet, regelmässig treppenartige Tüpfel zeigt, so dass man bei oberflächlicher Betrachtung den Eindruck erhält, als liege unmittelbar unter der Markstrahlpalissade eine leiterförmig durchbrochene Wand des Gefässes. Bei aufmerksamer Betrachtung wird aber der Sachverhalt ohne Weiteres deutlich.

Die beigefügte Figur (Taf. III, Fig. 9) zeigt eine solche Communication. Es ist nun auch hier wieder von Interesse, dass dieselben Variationen der „Leitertüpfelung" auf den Palissaden zu beobachten sind, welche oben für die Leiterperforation der Gefässquerwände besprochen worden sind. In extremen Fällen zeigt die Pallissade ein unregelmässiges Gitterwerk grosser, maschenartiger Poren.

Betreffs der Merenchymzellen möchte ich noch bemerken, dass dieselben auch hin und wieder an der äusseren Grenze der Markstrahlen anzutreffen sind und den allgemeinen Charakter dieser Zellen zeigen. Auch diese Zellen zeigen, sobald sie über ein Gefäss laufen, dieselbe Tüpfelung, wie die Palissaden.

Talauna Mexicana St. Hil.

Das aus Rio de Janeiro stammende Zweigstück hatte einen Querdurchmesser von ca. 1 cm und wurde mir aus der Sammlung des Königlich Botanischen Museums in Berlin gütigst zur Verfügung gestellt. Der Querschnitt zeigt deutlich weit ins Mark vorspringende, durch mehrschichtige Markstrahlen abgegrenzte Primärbündel, zwischen denen schmale Secundärbündel eingekeilt liegen. Die Hauptmasse des Holzkörpers bildet ein dickwandiges Libriform, in welchem die anderen Holzelemente eingesprengt liegen und in welchem vornehmlich die Gefässe, die theils einzeln, theils zu Gruppen vereinigt liegen, durch ihr weites Lumen auffallen. Eine Jahresringgrenze war nicht zu erkennen. Der Holzkörper ist aus Gefässen, Libriformzellen, Holzparenchymzellen, Markstrahl-Merenchym und Markstrahl-Palissaden zusammengesetzt.

Die Gefässe zeigen auf dem Querschnitte meistens eine etwas radiale Streckung. Betreffs der spiraligen Verdickung, die Solereder erwähnt, muss ich bemerken, dass dieselbe sowohl in dem vorliegenden Holze, als auch in den späterhin untersuchten *Talauma mutabilis Blume* und *Talauma ovata St. Hil.* von mir nicht beobachtet wurde. Allerdings muss bemerkt werden, dass die spiraligen Primärgefässe oft einen ganz bedeutenden Durchmesser haben und sehr zahlreich vorhanden sind. Ich muss annehmen, dass Solereder die Spiralgefässe nur im Primärholze gesehen hat. Was die Spiralen anbelangt, so sind diese hier von grosser Regelmässigkeit und verlaufen nicht selten zwei Spiralleisten zwischen einander. Uebergänge von Spiralgefässen in Ringgefässe und umgekehrt sind vorhanden.

Die im Secundärholze vorkommenden Gefässe zeigen auf ihren Wandungen Treppentüpfel, welche oft die Breite des ganzen Gefässgliedes einnehmen, aber nach den beiden Enden der Gefässglieder hin, schmäler werden und allmählig in die runde Hoftüpfelform übergehen. An den breitesten Stellen der Gefässwandungen liegen bis drei kleinere Hoftüpfel nebeneinander.

Die perforirte Wand zeigt eine ziemlich regelmässige elliptische Form mit mässig zahlreichen Spangen, die auf Radialschnitten beobachtet, theils gerade verlaufen, theils gabelartig verzweigt sind und bis zu 25 gezählt wurden.

Mit ihresgleichen und den Libriformzellen communiciren die Gefässe durch behöfte Tüpfel. Dagegen findet die Communication der Gefässe mit den Holzparenchymzellen durch grosse halbseitige oder beiderseits behöfte Tüpfel statt. Die Ausmündungsöffnung fand ich im letzteren Falle nach der Holzparenchymzelle weiter als nach dem Gefässe hin. Die an isolirten Gefässgliedern vorgenommenen 20 Messungen ergaben folgende Resultate.

Der Längsdurchmesser betrug:

Im Mittel	0.499 mm,
Im Maximum	0.832 „
Im Minimum	0.299 „

Der Querdurchmesser betrug bei derselben Anzahl Messungen:

Im Mittel	0.034 mm,
Im Maximum	0.043 „
Im Minimum	0.026 „

Die Libriformzellen zeichnen sich durch ihre sehr dicke Membran und durch ihr geringes Lumen von den anderen Holzelementen aus. Dieselben laufen meistens scharf spitz zu und

zeigen ziemlich zahlreiche aber kleine linksläufige behöfte Tüpfel mit grossem Spalt; sie liegen meistens zerstreut, selten zu zweien nebeneinander. Mit den Holzparenchymzellen communiciren die Libriformzellen durch einseitig behöfte Tüpfel. Die an 30 isolirten Libriformzellen festgestellten Längsdurchmesser betrugen:

Im Mittel	0.528 mm.
Im Maximum	0.710 „
Im Minimum	0.362 „

Die Holzparenchymzellen zeigen eine verhältnissmässig dünne Membran. Sie halten sich vornehmlich in bis fünf nebeneinander laufenden Fäden, in der Nähe der Gefässe, sowie im Libriform zerstreut auf.

Längs- und Querwände der Holzparenchymzellen sind mit einfachen Tüpfelkanälen versehen. Der Längsdurchmesser der Holzparenchymzellen betrug:

Im Mittel	0.069 mm.
Im Maximum	0.095 „
Im Minimum	0.052 „

Der Querdurchmesser betrug:

Im Mittel	0.017 mm.

Die Markstrahlen sind ziemlich zahlreich vorhanden und lassen sich auf dem Holzquerschnitte mit unbewaffnetem Auge schon erkennen. Ihre Vertheilung ist eine solche, dass zwischen benachbarten Markstrahlen bis 9 Radialreihen anderer Holzelemente liegen.

Die 2- bis 3schichtigen Markstrahlen sind die zahlreichsten; 4- bis 5schichtige Markstrahlen waren seltener anzutreffen. Die einschichtigen Markstrahlen waren bis 11 Stockwerke hoch, während die mehrschichtigen Markstrahlen bis 81 Stockwerke zeigten. Sehr niedrige Stockwerke bestanden nicht selten nur aus Palissaden. Die letzteren fallen auf Tangentialschnitten durch ihren grossen Längsdurchmesser, und auf den Querschnitten durch ihren kleinen Radialdurchmesser auf. Was die einzelnen Markstrahlzellen anbelangt, ist folgendes zu bemerken:

Die Merenchymzellen sind meist in radialer Richtung erheblich gestreckt und von einander, sowie von den Palissaden durch deutliche Intercellularen getrennt. Ihre Längs- und Querwände sind gleichmässig reichlich betüpfelt. Mit den Gefässen und Libriformzellen communiciren die Merenchymzellen durch halbseitig behöfte Tüpfel, indem der Tüpfelhof dem Gefässe bezw. der Libriformzelle angehört. Die Communication zwischen Merenchym- und Holzparenchymzelle findet durch einfache Tüpfelkanäle statt.

Die Palissaden verhalten sich bezüglich der Tüpfelung, wie die Merenchymzellen. Bei inneren Palissadenreihen ist der Formunterschied gegenüber den Merenchymzellen oft nur ein geringer.

Es wurden ferner untersucht:

Talauma ovata St. Hil. (Rio de Janeiro) und *Talauma mutabilis Blume* (Java) beide Hölzer aus dem Königlich Botanischen Museum in Berlin.

Sie zeigen dieselbe Struktur wie *Talauma Mexicana.*

Magnolia tripetala.

Sanio erwähnt in seinen grundlegenden Untersuchungen (Botan. Zeitung 1863) öfter *Magnolia acuminata* und *tripetala*. Seite 88 theilt er als Resultat seiner Beobachtungen mit, dass das Holz der genannten Bäume an den Tüpfeln einen Hof hätte, den Hartig übersehen haben soll. Seite 116 derselben Abhandlung findet sich über beide Hölzer die Angabe, dass die Tüpfel der Tracheiden rundlich, zuweilen aber auch spaltenförmig, horizontalstehend und in die Quere gezogen seien und dass ferner, sowohl bei den Tracheiden, als auch bei den Libriformzellen die behöften Tüpfel von aussen nach innen sich erweitern. Seite 122 und 123 giebt Sanio bei den genannten Hölzern den nicht zu oft vorkommenden Fall an, dass neben der Leiterperforation auch die einfache Perforation durch rundliche Löcher vorkomme. Auch betreffs des Holzparenchyms finden sich einige Angaben. Seite 125 wird die Communication der Holzparenchymzellen mit den Gefässen als eine durch einfache Tüpfelcanäle stattfindende erwähnt und endlich findet sich Seite 405 die Thatsache hervorgehoben, dass bei *Liriodendron*, *Magnolia acuminata* und *tripetala* das Holzparenchym nur an der äussersten Herbstholzgrenze anzutreffen sei. Betreffs der Jahresringzellen äussert sich Sanio noch kurz auf Seite 394 und bemerkt hier die geringe Verdickung derselben bei den beiden genannten *Magnolia*-Arten.

Auch de Bary bringt in seinem bekannten Werke (Leipzig 1877) einige Bemerkungen über *Magnolia acuminata* und *tripetala*. Auf Seite 494 erwähnt er die bereits von Sanio festgestellte Thatsache, dass bei diesen Hölzern die Communication der Gefässe mit den Holzparenchymzellen durch unbehöfte Tüpfel stattfindet und ferner, dass die Radialwände der Holzparenchymzellen verholzt und stark verdickt seien. Ferner erwähnt derselbe Autor Seite 510 das Vorkommen von Ersatzfasern neben Holzparenchymzellen und Seite 717 findet der geringe Unterschied in der Membranverdickung zwischen Frühjahrs- und Herbstholz Erwähnung. Die von Sanio bereits gesehene verschiedene Perforation der Gefässwände, nämlich die leiterförmige und die einfache durch Löcher, gibt auch Solereder in dem hier schon öfters erwähnten Werke an. Er erörtert ferner die bei den einzelnen Gefässgliedern vorhandenen breiten Treppentüpfel, sowie deren Uebergang in die einfache runde Tüpfelform.

Für die von mir angestellte Untersuchung diente frisches Astholz aus dem Berliner Botanischen Garten und ein mir von der Königlichen landwirthschaftlichen Hochschule in Berlin gütigst zur Verfügung gestelltes, erwachsenes, trockenes Stammstück.

Zunächst wurde das Holz eines 2jährigen Zweiges vorgenommen. Dasselbe zeigt auf dem Querschnitte etwa 12 tiefer in das Mark hineinragende Leitbündel, zwischen denen 2 bis 6 schwächere Leitbündel eingeschaltet lagen. Die in der Markkrone befindlichen Gefässe geben sich auf Radialschnitten als Spiral- und Ringgefässe zu erkennen, wobei oft die eine Modification der Verdickung in die andere übergeht. Diese Spiral- und Ringgefässe waren, wie sich im weiteren Verlaufe der Untersuchung herausgestellt hat und was ich mit Bezug auf die späterhin folgenden Untersuchungen anderer Magnolien an dieser Stelle ganz besonders hervorheben möchte, **nur** im primären Holze anzutreffen. Die Markstrahlen, welche die Leitbündel seitlich begrenzen, setzten in der Markkrone oft mehrschichtig ein, wurden indess im weiteren Verlaufe wenigerschichtig (2 bis 1schichtig), während sie weiter auswärts ebenso wie die zahlreichen zum grossen Theile

einschichtig einsetzenden secundären Markstrahlen im weiteren Verlaufe häufig an Zahl der Schichten zunahmen.

Dreischichtige Markstrahlen waren im primären Holze selten und muss auch ihr Vorkommen im Secundärholze als ein spärliches bezeichnet werden.

Es wurde hierauf ein älteres 4jähriges Zweigstück in Untersuchung genommen. Dasselbe zeigte auf der befeuchteten Schnittfläche dem unbewaffneten Auge eine deutliche Abgrenzung der Jahresringe, sowie gut sichtbare Markstrahlen. Der Querschnitt lässt ein markstrahlenreiches Holz erkennen, dessen Frühjahrselemente zahlreiche, weitlumige Gefässe enthielten; zwischen denen die andern Holzelemente eingesprengt liegen. In der Richtung nach der Jahresringgrenze zu wurden die Gefässe allmählich weniger zahlreich und englumiger, bis sie schliesslich in der Nähe der Jahresringgrenze durch dickwandige Libriformzellen mehr und mehr ersetzt wurden und schliesslich in der Jahresringgrenze ganz aufhörten. Die Vertheilung der Holzelemente ist eine solche, dass zwischen den einzelnen Markstrahlen, gleichgiltig, ob diese ein- zwei oder dreischichtig sind, ein bis zwölf radiale Reihen der anderen Holzelemente liegen, von denen hauptsächlich die Gefässe im Allgemeinen eine schwache radiale Streckung zeigten.

Die Jahresringgrenze ist eine scharfe. Die Angabe Sanio's, dass Holzparenchym nur in der äussersten Herbstholzgrenze anzutreffen ist, fand ich bestätigt; ebenso ist die von de Bary bereits beobachtete überwiegende Verdickung der Radialwände der Holzparenchymzellen eine augenfällige. Tracheiden, welche ich nur in der Jahresringgrenze antraf, sind auf Holz-Querschnitten durch ihre breiten behöften Tüpfel sehr deutlich von den anderen Holzelementen des Jahresringes zu unterscheiden. Der Einfluss der Jahresringbildung auf die Markstrahlen äussert sich so, wie bei der später beschriebenen Gattung *Liriodendron* darin, dass die einzelnen Markstrahlzellen an der Kreuzungsstelle eine Neigung zur tangentialen Verbreiterung zeigen und verweise ich auf die bei dem letztgenannten Holze hierfür beigegebene Abbildung. (Taf. III, Fig. 11). Betreffs der Membranverdickung der einzelnen Holzelemente konnte zwischen Frühjahr- und Herbstholz kein erheblicher Unterschied beobachtet werden.

Das Holz älterer Stammstücke setzt sich aus folgenden Elementen zusammen:

Gefässen,
Tracheiden,
Libriformzellen,
Holzparenchymzellen,
Ersatzfasern,
Markstrahlen (Palissaden- und Merenchymzellen).

Was diese einzelnen Holzelemente betrifft, so ist folgendes festgestellt worden.

Die Gefässe sind auf Holzquerschnitten seltener isoliert, meist zu Gruppen vereinigt. Sehr oft sind die schiefen, fast längs gerichteten Scheidewände der Gefässglieder in der Weise perforirt, dass sich das zurückgebliebene Wandstück auf den Querschnitten als eine in das gegemeinsame Lumen vorspringende Verdickung zu erkennen giebt. Die einzelnen Gefässglieder sind entweder durch leiterförmig perforirte Querwände geschieden, deren Sprossen zum Theil nahezu vollständig oder zum kleineren Theile resorbirt sind oder es findet die vorher schon erwähnte Verbindung durch einfache Löcher statt. Die Sprossen sind nicht sehr zahlreich und wurde deren höchste Zahl auf 11 festgestellt. In den meisten Fällen liegt die perforirte Wand

nicht am Ende des Gefässgliedes, sondern in beträchtlicher Entfernung von der Spitze desselben. Untereinander sind die Gefässe durch behöfte Tüpfel verbunden, die entweder die ganze Breite der Wand einnehmen, oder, wenn diese Treppenhoftüpfel in runde Hoftüpfel übergehen, an den breitesten Stellen der Gefässglieder bis vier nebeneinander liegen. Sowohl Tangential- als auch Radial-Wände sind gleichmässig betüpfelt. Die sich stellenweise auf den Gefässwandungen zeigenden auffallend grossen rechteckigen Felder mit siebähnlichen Löchern entsprechen den Kreuzungsstellen zwischen Gefässen und dieselben berührenden Markstrahlzellen. Die Communication der Gefässe mit den Libriformzellen und Tracheiden findet durch behöfte Tüpfel statt. Wo Holzparenchym an die Gefässe grenzt, sind einfache, grosse Tüpfelkanäle wahrzunehmen, deren Schliesshaut oft weit in die Parenchymzelle hineingedrängt ist. Sehr oft fand ich die Gefässe durch Thyllenbildung verstopft.

Ueber das Vorkommen der Tracheiden ist bereits berichtet. Sie sind das am spärlichsten vertretene Holzelement. Mit ihresgleichen, sowie mit Gefässen und Libriformzellen communiciren sie durch behöfte Tüpfel.

Die Libriformzellen sind nächst den Gefässen das am häufigsten vorkommende Holzelement. Sie sind im Allgemeinen dickwandiger als die übrigen Holzelemente. Ihre Enden laufen theils in eine gerade, theils eine bajonettartig gebogene Spitze aus. Die Tüpfel sind spärlich vorhanden und durchweg linksschief. Ihr Spalt überragt gewöhnlich den kleinen Hof. Uebrigens kommen die Tüpfel ausschliesslich den Radialwänden zu, während die Tangentialwände auch in der Region der Jahresringgrenze tüpfelfrei bleiben. Hin und wieder trifft man im mittleren Theile einer Libriformzelle zwei Tüpfel in gleicher Höhe neben einander. Wo die Libriformzellen an Holzparenchymzellen grenzen, sind halbseitige Tüpfel vorhanden. Die Länge der Libriformzellen beträgt aus 20 Messungen:

Im Mittel	0.414 mm,
Das Maximum beträgt	0.541 „
Das Minimum	0.285 „ [1])

Die Ersatzfasern kommen spärlich vor und wurden vornehmlich am macerirten Material mit Sicherheit festgestellt.

Dass die Holzparenchymzellen nur im äussersten Herbstholze vorkommen, ist bereits von Sanio konstatirt. Nur in ganz ausnahmsweisen Fällen fand ich einzelne Parenchymzellen mitten im Jahresringe vor. In der Jahresringgrenze liegen 3—4 Parenchymzellen auf gleichem Radius hinter einander. Sämmtliche Wände führen einfache Porenkanäle, sofern sie anderen Parenchymzellen anliegen.

Die Markstrahlen mittlerer Höhe, welche vorherrschend sind, zeigen auf Tangentialschnitten 6 bis 15 Stockwerke. Sehr niedrige, 2 bis 5 Stockwerke hohe Markstrahlen bestehen nicht selten nur aus Palissaden. Die höheren Markstrahlen dagegen sind stets aus Merenchymzellen und Palissaden aufgebaut, welche letztere hauptsächlich die beiden äussersten Kanten der Markstrahlen bilden. Seltener sind weiter in der Mitte des Markstrahles Palissaden anzutreffen. Beide Arten von Markstrahlzellen zeigen eine eigenthümlich unregelmässige Verdickung ihrer horizontal gerichteten Wände, deren Innencontur unregelmässig wellig verläuft, so dass Erhöhungen und langgestreckte, thalartige Vertiefungen abwechseln. In letzteren münden die

[1]) Die Messungen wurden an macerirtem Material ausgeführt.

Porenkanäle, wo solche vorhanden sind, ein. An den Verticalwänden sind die Tüpfelkanäle bedeutend zahlreicher, entsprechend der Inanspruchnahme der Markstrahlzellen für die radiale Ab- und Zuleitung der im Holzkörper aufgespeicherten Stoffwechselprodukte.

Die Merenchymzellen sind in radialer Richtung erheblich gestreckt und zeigen unter sich und gegen die benachbarten Palissaden deutliche Intercellularen. Nach ihnen hin sind die Tüpfelkanäle gerichtet.

Die Communication zwischen den Markstrahlzellen (und zwar sowohl den Palissaden als auch den Merenchymzellen) einerseits und den Gefässen andererseits, findet durch die oben erwähnten siebartig erscheinenden Tüpfelfelder statt. Jedes Tüpfelfeld zeigt einen gestreckt ovalen Gesammtumriss, welchen quer und schief gerichtete Verdickungsleisten in zwei, drei und mehr Tüpfel zerlegen.

Die Palissaden treten über den Merenchymzellen entsprechend ihrer Beschränkung auf die Markstrahlkanten ganz bedeutend zurück. Ihre Höhe übersteigt nicht immer ihren grösseren Querdurchmesser; sie sind immer an ihrer eigenthümlich unregelmässigen Form, sowie an dem vollständigen Fehlen der Intercellularen zu erkennen. Wo Libriform an Palissaden angrenzte, führen die Membrane spärlich kleine, behöfte Tüpfel mit schiefer Ausmündungsöffnung.

Magnolia acuminata.

In der Litteratur ist das Holz von *Magnolia acuminata* meist mit demjenigen von *Magnolia tripetala* genannt. Beide Arten zeigen in der Struktur ihres Holzes thatsächlich nur unerhebliche Unterschiede.

Die Untersuchung, zu welcher einige aus dem Berliner botanischen Garten herrührende frische Aststücke verwandt wurden, gab folgendes Resultat:

Die an, in der Entwickelung begriffenen, Aststücken ausgeführten Querschnitte lassen hier ganz vortrefflich 16 tiefer, in das Mark hineinragende, der achtsträngigen Blattspur entsprechende Primärbündel erkennen, zwischen denen die kleineren Secundärbündel eingekeilt liegen. Auf dem Querschnitt eines 14jährigen Astes sind die Jahresringe und Markstrahlen mit blossem Auge gut wahrnehmbar. Ein erheblicher Unterschied betreffs der Membranverdickung im Frühjahrs- und Herbstholze ist ebenso, wie bei *Magnolia tripetala* nicht zu beobachten.

Die Gefässe sind in derselben Weise angeordnet, wie bei *Magnolia tripetala* und zeigen auch hier theils wenig spangige Leiterperforation, theils einfache Lochperforation. Die Resorption der Gefässwand ist hier ebenfalls, wie bei *Magnolia tripetala* vorhanden.

Die Gefässglieder zeigen im Mittel von 20 Messungen eine Länge von 0.3706 und eine Breite von 0.0298 Millimetern.

Die Libriformzellen laufen an beiden Enden spitz zu und sind ihre ganz ausserordentlich langen und schmalen Spitzen bemerkenswert. Sie zeigen nur kleine behöfte Tüpfel mit linksschiefen Ausmündungsöffnungen, welch letztere durchweg ganz bedeutend länger als die Tüpfelhöfe sind.

Die Tüpfel liegen fast durchweg einzeln und unregelmässig zerstreut, selten in Längsreihen angeordnet; nur hin und wieder sind 2 Tüpfel neben einander wahrzunehmen. Die Tan-

gentialwände zeigen eine nur schwache Tüpfelung. Da, wo Libriformzellen den Gefässen anliegen, findet eine Communication durch behöfte Tüpfel statt, wohingegen Libriform mit Holzparenchym durch halbseitige Tüpfel communiciren. An macerirtem Material zeigen die Libriformzellen bei 20 Messungen einen Längsdurchmesser von 0,4026 mm und einen Breitendurchmesser von 0,0183. Die spärlich vorhandenen Tracheiden entsprechen in allen Punkten denen von *Magnolia tripetala*.

Holzparenchymzellen sind, wie schon öfter erwähnt, nur an der Jahresringgrenze anzutreffen. Sie communiciren unter einander durch einfache Tüpfelkanäle. Holzparenchymzellen mit Gefässen communiciren durch halbseitig behöfte Tüpfel, ebenso Holzparenchym mit den Libriformzellen.

Die Markstrahlen stellen ein bis zwei, selten dreischichtige Gewebeplatten dar. Nach der Form der Elemente waren Kny's Palissaden und Merenchymzellen zu unterscheiden, welche letzteren bedeutend überwiegend vorhanden waren. Sie führten zwischen einander nur unbehöfte Tüpfel, die unter denselben Verhältnissen vorhanden sind, wie bei *Magnolia tripetala*.

Wo der Markstrahl einem Gefässe angrenzt, zeigen die Markstrahlzellen unbehöfte grosse Tüpfel.

Die Libriformzellen sind dagegen mit den Markstrahlzellen durch halbseitige Tüpfel verbunden. Holzparenchymzellen communiciren mit Markstrahlzellen wie allgemein durch einfache Tüpfel.

Es wurden ferner untersucht:

Magnolia glauca,
Magnolia umbrella,
Magnolia obovata,
Magnolia grandiflora,
Magnolia foetida.

Alle Species stimmen in der Struktur ihres Holzes mit den beschriebenen Magnolia tripetala und acuminata im Allgemeinen überein, bei sämmtlichen zeigen die Holzparenchymzellen beträchtlich verdickte Radialwände und sind, wie schon Sanio und de Bary bei *Magnolia acuminata* und *tripetala* (vergleiche diese) nachgewiesen hat, nur in der Herbstholzgrenze anzutreffen. Etwas anders verhält es sich indess mit den Gefässen. Bei *Magnolia acuminata* L., *tripetala*, *glauca* und *obovata*, die von mir untersucht wurden und deren Zweigabschnitte theils aus der Sammlung der Königlichen Hochschule in Berlin, theils aus dem Königlich Botanischen Garten in Berlin stammten, war die Gefässbildung eine übereinstimmende und hat Solereder dieselbe dahin zusammengefasst, dass er für die Gefässe folgende Charakteristik ausführt:

„Leiterförmige, nicht sehr reichspangige Perforirung (1—15 Sprossen) daneben auch mitunter, einfache Perforirung. Sehr reichliche Gefässentwickelung; *spiralige Verdickung der Gefässwand fehlt*".

Betreffs der Perforirung möchte ich bemerken, dass ich bei *Magnolia obovata* die perforirte Wand mit mehr als drei Spangen nur im jüngsten Primärholze finden konnte, während dieselben weiter rindenwärts fast vollständig aufhörten, so dass die einzelnen Gefässglieder durch ein einfaches ovales Loch an einander stiessen. Nur hin und wieder waren im Secundärholze einige wenige Spangen vorhanden.

Was die von Solereder (pag. 55) erwähnte spiralige Verdickung, die bei der Gattung *Magnolia* von diesem Autor als ausdrücklich **fehlend** bezeichnet wird, anbetrifft, so möchte ich bemerken, dass von ihm nur *Magnolia acuminata* L. untersucht wurde, die allerdings keine spiralige Verdickung der Gefässwände aufzuweisen hat. Bei den von mir angestellten Untersuchungen habe ich indess bei *Magnolia foetida* und *Magnolia grandiflora* eine spiralige Verdickung der Gefässwandungen nachweisen können (Taf. III, Fig. 10).

Die beigefügte Figur zeigt das Ende eines solchen Gefässgliedes von *Magnolia foetida*. Ich möchte daher die von Solereder angeführte Charakteristik dahin modificiren, dass bei der Gattung Magnolia neben der Perforation der Gefässwandungen mit Spangen oder durch einfache Löcher und neben Gefässen ohne spiralige Verdickung auch solche mit spiraliger Verdickung vorkommmen.

Manglietia glauca.

Einige Notizen über den Bau des zu beschreibenden Holzes finden sich in „Solereder". Dieser Autor erwähnt Seite 50 die bei *Manglietia* vorkommende Leiterperforation, die für dieses Holz sowohl, wie auch für dasjenige von *Magnolia* und *Michelia* charakteristisch ist und hebt hervor, dass sich bei den genannten Hölzern nicht selten der Perforirung Treppenhoftüpfel anschliessen. Solche Treppenhoftüpfel, sagt „Solereder" wörtlich, finden sich namentlich bei *Magnolia*, *Manglietia* und *Michelia* auch an jenen Wänden, mit welchen sich die Gefässe gegenseitig berühren.

Am Schlusse seiner Arbeit erwähnt Solereder auf Seite 55 die sehr reichliche Gefässentwickelung von *Manglietia*, *Magnolia* und *Liriodendron* und das Fehlen der spiraligen Verdickung der Gefässwand bei den drei genannten Hölzern. Diese, wenn auch sehr kurzen Angaben „Solereder's" haben sich bei meiner Untersuchung, die ein zusammenhängendes und vollständiges Bild über die Struktur des vorliegenden Holzes zur Aufgabe hat, als richtig erwiesen.

Es diente ein von Warburg in West-Java 5100 Fuss über dem Meeresspiegel gesammeltes Stammstück von etwa 2 cm Dicke zur Untersuchung. Mit dem blossen Auge sind Holzringe nur äusserst schwach zu erkennen und konnte auch bei schwacher Vergrösserung unter dem Mikroskope eine deutliche Jahresringgrenze nicht wahrgenommen werden. Ebenso wenig ist ein Unterschied zwischen Frühjahrs- und Herbstholz zu machen. Nur hin und wieder kann eine merkliche Steigung zur Wandverdickung wahrgenommen werden, wobei noch zu bemerken ist, dass an diesen Stellen die Gefässe entweder ganz fehlen, oder zum mindesten merklich kleinlumiger werden, worauf dann weiter nach aussen wieder weitlumige Gefässe folgen. Es scheint somit, als ob durch die verschiedene Grösse der Gefässlumina das Herbst- und Frühjahrsholz charakterisirt sind. Auf dem Querschnitte zeigen sich sämmtliche Holzelemente aussergewöhnlich grosslumig und es fällt ein reichliches Vorkommen von Holz-Parenchym mit grossen Porenkanälen vornehmlich ins Auge. Die die Pseudo-Jahresgrenze berührenden Holzelemente sind ein wenig tangential abgeplattet und an der Grenze derselben ist ein ganz besonders reichliches Auftreten von Holz-Parenchymzellen zu verzeichnen. Die Anordnung der verschiedenen Holzelemente, die aus Gefässen, Libriform und Holzparenchym bestehen, ist eine solche, dass von Markstrahl zu Markstrahl, gleichviel, ob derselbe ein grosser oder kleiner ist, 1 bis 10 Reihen Holzelemente

aus Libriform und Parenchymzellen gebildet, vorkommen. Die Hauptmasse des Holzkörpers bildet das Libriform, in welchem die anderen Holzelemente eingesprengt liegen. Die Gefässe zeigen keine bestimmte Anordnung. Um das Auftreten der Gefässe ihrer Zahl nach ungefähr zu bestimmen, wurden dieselben innerhalb zweier Markstrahlen von der einen bis zur anderen Pseudojahresringgrenze gezählt und es ergab sich, dass innerhalb dieser Grenze ein bis sieben Gefässe lagen, welche hin und wieder mit ihresgleichen zusammenstossen, (— es wurden höchstens 3—4 zusammenliegende Gefässe beobachtet —) in den bei weitem meisten Fällen jedoch isolirt liegen. Ihre Verdickung ist eine erheblich schwächere, als diejenige der umliegenden Libriformzellen. Die in unmittelbarer Nähe der Gefässe befindlichen Holzelemente sind meist abgeplattet und bestehen vornehmlich aus Parenchymzellen. An den Stellen, wo der Markstrahl an einem Gefässe vorbeiläuft, macht dieser eine Curve, in welcher die einzelnen Markstrahlzellen mehr radial zusammengedrückt sind, als an den andern Stellen des Markstrahles, hin und wieder kommt es vor, dass ein Gefässlumen derartig gross ist, dass es eine Verbindung zwischen 2 Markstrahlreihen bildet. Das ausserordentlich zahlreich vertretene Holzparenchym ist oft so gestellt, dass nach ein bis drei Libriformzellen eine Holzparenchymzelle folgt; oft sogar ist streckenweise zu verfolgen, wie je eine Libriform- und je eine Holzparenchymzelle auf dem Querschnitte abwechseln.

Die Gefässe sind auf dem Querschnitte durch ihr grösseres Lumen vor den andern Holzelementen ausgezeichnet, während ihr Verticaldurchmesser von demjenigen der Libriformzellen übertroffen wird. Die perforirte Wand zwischen zwei auf einander folgenden Gefässgliedern zeigt schöne Leiterdurchbrechungen von grosser Regelmässigkeit. Häufig kommt es vor, dass eine Spange sich in der Mitte oder an den Seiten gabelt. Es wurde auch der von „Solereder" angegebene Uebergang der leiterförmigen Perforation in diejenige der Treppenhoftüpfelung beobachtet. Eine verticale Verbindung der einzelnen Sprossen konnte nicht beobachtet werden. An den perforirten Wänden konnten 43 bis 140 Sprossen gezählt werden. Die Seitenwandung ist eine verhältnissmässig dünne und zeigt bald Treppentüpfel, bald einfache runde Hoftüpfel in unregelmässiger Anordnung. Da, wo die Gefässe mit ihresgleichen communiciren, sind sie durch breitere oder schmälere Hoftüpfel verbunden, wohingegen ihre Communication mit den Holzparenchymzellen in der Weise stattfindet, dass beide Holzelemente durch halbseitige Tüpfel verbunden sind, deren Tüpfelhof der Gefässwandung angehört; bemerkt muss noch werden, dass der Radialdurchmesser der Gefässe meistens ein grösserer ist, als ihr Tangentialdurchmesser. Die an den Gefässen ausgeführten Messungen ergaben folgende Resultate:

Der Längsdurchmesser der Gefässglieder betrug:

Im Mittel	1.798 mm
Im Maximum	2.324 „
Im Minimum	1.161 „

Der Querdurchmesser ergab folgende Zahlen:

Im Mittel	0.076 mm
Im Maximum	0.222 „
Im Minimum	0.045 „

Die Libriformzellen bilden, wie schon vorher gesagt, die Grundmaasse des Holzkörpers, in welcher sich die anderen Holzelemente befinden. Ihre Membranverdickung ist gegenüber den Gefässen und Parenchymzellen eine starke und zeigen ihre Lumina eine fast vollständig

kreisrunde oder ovale Form, durch welche sie von den Holzparenchymzellen, deren Lumina einen eckigen Charakter haben, ganz auffällig sich unterschieden. Hin und wieder sind ganze Radialreihen der Libriformzellen dermassen abgeplattet, dass man sie für Markstrahlzellen halten könnte; ihre starke Verdickung jedoch, sowie ihre Hoftüpfel lassen sie als Libriformzellen erkennen. Diese letzteren laufen theils geradlinig, theils bajonettartig zugespitzt aus und zeigen spärlich behöfte Tüpfel, deren Tüpfelspalt grösser als der ganze Hof und fast vertical gestellt ist. Die Tangentialwände sind noch spärlicher als die Radialwände betüpfelt. Mit ihresgleichen sind die Libriformzellen durch behöfte Tüpfel verbunden, während die Communication mit den Parenchymzellen durch einseitig behöfte Tüpfel in der Weise stattfindet, dass der Tüpfelhof der Libriformzelle angehört. Ihr Längsdurchmesser betrug bei 30 Messungen:

Im Mittel	2.49 mm
Im Maximum	2.90 „
Im Minimum	1.74 „

Ihr Querdurchmesser, der im Verhältniss zum Längsdurchmesser sehr variirte, betrug bei 30 Messungen an macerirtem Material und am mittleren Theile der Zelle festgestellt:

Im Mittel	0.035 mm
Im Maximum	0.086 „
Im Minimum	0.014 „

Die Holzparenchymzellen zeichnen sich ausser durch die schon vorher bemerkten Eigenschaften auf den Radial- und Tangentialschnitten durch eine eigenthümliche, oft kreisförmige Gruppirung ihrer Tüpfel, sowie durch Stärkekörner von grossem Umfang und von grosser Zahl aus.

Sie sind leicht von den andern Elementen, vornehmlich von den ihnen ähnlichen Markstrahl-Pallissaden, über welche nachher berichtet werden wird, durch ihre verticale Reihung auf Radialschnitten zu unterscheiden, wobei jedoch bemerkt werden muss, dass die Tangentialwände nur da spärlich betüpfelt sind, wo die Parenchymzellen mit ihresgleichen oder mit Libriformzellen in Communication stehen. Sobald indess die Tangentialwand der Parenchymzellen mit derjenigen der Gefässe in Berührung steht, sind die Tangentialwände der Parenchymzellen stark betüpfelt. Ihre Querwände sind ebenso dünnwandig, wie die Verticalwände und von den, dem Holzparenchym eigenthümlichen, Porenkanälen durchbrochen. Sobald es gelingt die obere oder untere Endzelle einer Parenchymreihe freizulegen, sieht man die Endzellen in bekannter Weise ähnlich den Ersatzfasern spitz auslaufen. Es konnten 2, in seltenen Fällen 3 neben einander laufende Parenchymreihen beobachtet werden und ist ihre Anordnung eine solche, dass, wie schon vorher erwähnt wurde, meistens eine Parenchymfaser und eine Libriformfaser abwechseln. Die Grössenverhältnisse der Parenchymzellen gaben bei 30 Messungen folgende, sehr differirenden Resultate.

Der Vertialmesser betrug:

Im Mittel	0.024 mm
Im Maximum	0.024 „
Im Minimum	0.014 „

Der Tangentialdurchmesser beträgt im Mittel, ebensoviel wie der Radialdurchmesser.

Die Markstrahlen waren mässig zahlreich vertreten. Ueber ihre Anordnung im Holzkörper wurde schon vorher berichtet.

Es sind zweierlei Markstrahlen zu unterscheiden, einschichtige und mehrschichtige. Die einschichtigen sind die bei weitem zahlreicheren und wurden bei ihnen auf dem Tangentialschnitte 1—16 Stockwerke gezählt, deren einzelne Zellen durchweg Palissaden im Sinne Kny's sind. Die obere oder untere Endzelle zeigt einen auffällig grossen Verticaldurchmesser.

Auf dem Querschnitte zeigen die kleinen Markstrahlzellen eine parallelogrammartige Form, durch welche sie sich von andern, ähnlich aussehenden Holzelementen leicht unterscheiden lassen; nur in der Nähe der Pseudo-Jahresgrenze zeigen die einzelnen Zellen eine etwas starke radiale Verkürzung, können aber auch hier durch ihre Dünnwandigkeit, sowie durch ihre breiten, reich betüpfelten Tangentialwände von den anderen Elementen unterschieden werden.

Die grossen Markstrahlen sind im mittleren Theile bis 7schichtig und lassen bereits auf dem Querschnitte zweierlei Zellen unterscheiden. Während nämlich die inneren Markstrahlreihen durch sehr radial langgestreckte Zellen ausgezeichnet sind, zeigen die, den Markstrahl zu beiden Seiten begrenzenden, Markstrahlen einen bedeutend kleineren Durchmesser im radialen Sinne. Die ersteren entsprechen den Merenchym-, die letzteren den Palissadenzellen. Unter einander waren die Palissaden durch einfache Tüpfelkanäle verbunden, die jedoch auf den Tangentialwänden stärker hervortraten, als auf den Querwänden; man kann die Tüpfelung auf den Querwänden als eine spärliche bezeichnen. Palissaden und Merenchymzellen sind ebenfalls durch einfache Porenkanäle verbunden. In demselben Verhältnisse zu beiderlei Arten Markstrahlzellen steht auch das Holzparenchym. Wo die Markstrahlzellen, gleichviel, ob Palissaden oder Merenchym, an Libriformzellen grenzen, findet die Communication durch einseitig behöfte Tüpfel statt, indem der Tüpfelhof der Libriformzelle angehört. Eine gleiche Communication findet zwischen Gefässen und den beiderlei genannten Markstrahlzellen statt; doch muss hervorgehoben werden, dass auf dem Radialschnitte ganz ausserordentlich häufig auf der Verbindungswand zwischen Gefässen und Markstrahlzellen primäre Tüpfel mit 2 secundären Tüpfeln angetroffen werden. Sowohl bei Merenchym als auch bei Palissaden findet eine nachträgliche Quertheilung statt, wie solche bereits bei *Drimys* angeführt und abgebildet ist. In der Nähe der Pseudo-Jahresgrenzen ist die Streckung der Merenchymzellen eine relativ geringe oder fehlt ausnahmsweise auch ganz. In allen zweifelhaften Fällen gibt der Tangentialschnitt Aufschluss über das Vorhandensein der Merenchymzellen. Die Intercellularen sind hier bei gut geführten Schnitten deutlich sichtbar. Nach den Intercellularen hin strahlen vom Lumen der Merenchymzellen kleine Tüpfel von annähernd kreisförmigen Grundrissen aus. Betreffs der Membranverdickung konnte zwischen Palissaden- und Merenchymzellen ein Unterschied nicht gemacht werden. Was die Grössenverhältnisse anbelangt, so wurden folgende Dimensionen aus je 30 Messungen festgestellt:

Der verticale Durchmesser der Palissaden betrug:

Im Mittel	0.105 mm
Im Maximum	0.210 „
Im Minimum	0.056 „

Der Radialdurchmesser betrug:

Im Mittel	0.024 mm
Im Maximum	0.042 „
Im Minimum	0.014 „

Der Tangentialdurchmesser zeigte im Mittel dieselbe Grösse, wie der Radialdurchmesser. Die an Merenchymzellen vorgenommenen Messungen ergaben im Mittel dieselben Zahlenresultate

im umgekehrten Verhältnisse wie die Palissaden, indem der Radialdurchmesser dieser letzteren dem Verticaldurchmesser der Merenchymzellen ziemlich gleich kam, so dass mit andern Worten ausgedrückt der Rauminhalt beiderlei Markstrahlzellen ein ziemlich constanter war.

Mit Jod behandelt zeigten der Inhalt von Markstrahl- und Parenchymzellen die Stärkereaktion. Mit Salzsäure und Phloroglucin behandelt, zeigten sämmtliche Elemente einschliesslich der Markstrahlzellen die bekannte Holzstoffreaktion.

Michelia longifolia.

Eingehende Untersuchungen über die Struktur dieses Holzes liegen in der Litteratur nicht vor. Nur Solereder erwähnt (l. c. pag. 54) die Gattung *Michelia* als eine solche, deren Holz Gefässe mit wenigspangiger Perforation zeigt.

Die einzelnen Gefässglieder tragen sehr zahlreiche Treppentüpfelung, angeblich neben spiraliger Verdickung. Diese letztere Angabe Solereder's konnte an dem, zur Verfügung stehenden Secundärholze keine Bestätigung finden.

Zur Untersuchung diente ein, von Warburg in West-Java, 5000 Fuss über dem Meeresspiegel gesammeltes Stammstück.

Das Holz lässt auf dem Querschnitt mikroskopisch Jahresringe und Markstrahlen, welch letztere in grosser Anzahl vorhanden waren, sowie feine, den Gefässen entsprechende Poren erkennen. Die Gefässe sind reichlich vorhanden.

Was die allgemeine Anordnung der verschiedenen Holzelemente betrifft, so liess sich als Hauptmasse in dem, aus Gefässen, Libriform, Holz- und Markstrahlparenchym bestehenden Holze auf dem Querschnitte das mässig dickwandige Libriform erkennen, in welchem die anderen Holzelemente gleichsam eingebettet liegen. (Taf. IV, Fig. 19).

Die theils 1schichtigen, kleinen und die in der Mitte 2- höchstens 3schichtigen, grossen Markstrahlen, sind in der Weise vertheilt, dass zwischen ihnen 1 bis 13 radiale Reihen der Holzelemente liegen.

Jahresringe konnte ich nicht bestimmen, obwohl sich durch den ganzen Holzkörper jahresringähnliche Abgrenzungen hindurchziehen. Der Anschein dieser entsteht dadurch, dass dünne Schichten radial abgeplatteter Holzparenchymzellen mit dicken Libriformschichten wechsellagern. (Fig. 19 bei a).

Die Holzparenchymzellen zeichnen sich durch ihre Dünnwandigkeit aus und heben sich vielfach durch ihre gruppenweise genäherten Porenkanäle vom Libriform deutlich ab.

Der Tangentialdurchmesser der einzelnen Holzparenchymzellen gleicht dem der Libriformzellen, während ihr Radialdurchmesser meist kleiner ist.

Auch die später in dieser Arbeit für *Liriodendron* hervorgehobene und durch Zeichnung (Taf. IV, Fig. 22) veranschaulichte Eigenthümlichkeit der Holzparenchymzellen, ihre radialen Wände im Gegensatz zu den sehr dünnen Tangentialwänden stark zu verdicken, tritt bei Michelia deutlich hervor. (Fig. 19 bei b).

Ob hier ein schon den Cambialzellen vieler Hölzer eigenthümlicher Charakter fixirt worden

ist, lässt sich aus dem gegebenen Material nicht entscheiden [1]). Mit dem augenfälligen Unterschiede zwischen der Dicke der Radial- und Tangentialwände, verbindet sich eine, vom physiologischen Standpunkte aus, beachtenswerthe Erscheinung. Die dicken Radialwände sind reichlich mit unbehöften Tüpfeln übersäet, welche sich mehr oder weniger auffällig zu Tüpfelgruppen von siebartigem Aussehen häufen. Im Gegensatz hierzu sind die Tangentialwände vollständig tüpfelfrei. Offenbar erklärt sich diese Erscheinung aus der Zartheit der Tangentialwände, die einen Stoffverkehr in Richtung des Radius auch ohne Tüpfelbildung gestattet. Nur da, wo eine Parenchymzelle mit ihrer Tangentialwand einem Gefässe anliegt, bilden sich in letzterem halbseitige, treppenartig geordnete Hoftüpfel, deren Hof der Gefässwand angehört.

Auf radialen und tangentialen Längsschnitten zeigen sich die Holzparenchymzellen deutlich zu beiderseits zugespitzten Reihen geordnet.

Was die Gefässe anbelangt, so liegen diese auf dem Querschnitt theils einzeln, theils bis 12 zu einer Gruppe vereinigt. Die grösseren Gefässe besitzen ganz aussergewöhnlich grosse Querdurchmesser, die in radialer Richtung meist vorwiegen. Ihre Längswände führen treppenartig geordnete Hoftüpfel.

Die gewöhnlich die ganzen Längswände der Gefässglieder bedeckenden Tüpfel nehmen entweder die ganze Breite der Gefässwand ein, so dass die, zwischen ihnen liegende Wandverdickung als eng einander folgende Querbalken erscheinen, oder es folgen je 2 kürzere neben einander liegende Tüpfel einem über ihnen liegenden, lang spaltenförmigen.

In anderen Fällen ordnen sich die Tüpfel zu parallelen, durch ein breites Wandfeld getrennten Tüpfelreihen. Auch ist eine Aenderung der Tüpfelrichtung auf demselben Wandstück nicht selten.

Es würde jedoch zu weit führen, auf diese hauptsächlich durch die Anordnung der Nachbarelemente bedingten Vorkommnisse einzugehen.

Die mehr oder minder frappanten Unregelmässigkeiten in der Tüpfelrichtung finden sich vornehmlich an denjenigen Stellen, wo die Gefässglieder in die, der Perforation anheimfallende, schräg gerichtete Wand übergehen, also am oberen und unteren Ende des Gliedes. Die beigefügte Abbildung (Taf. IV, Fig. 20) bringt eine solche Uebergangsstelle zwischen zwei Gefässgliedern aus einem Tangentialschnitt zur Darstellung. Auf Radialschnitten erhält man das Flächenbild der Perforation.

Die Perforation der schräg gestellten Endwände des Gefässgliedes ist die, der Mehrzahl der *Magnoliaceen* eigene, leitertörmige.

Der Gesammtumriss der Perforationsstelle nähert sich der Form einer Ellipse. Die Zahl der Leitersprossen steigt auf höchstens 8; gabelige Theilung einzelner Sprossen oder Querverbindungen von Sprosse zu Sprosse habe ich nicht beobachtet.

Die die Gefässe umgebenden Holzelemente zeigen die bekannte Abplattung. Die Communication der Gefässe mit ihresgleichen, sowie mit den benachbarten Libriformzellen findet durch behöfte Tüpfel statt. Mit den Holzparenchymzellen dagegen durch einseitige Tüpfel, deren Tüpfelhof dem Gefässe angehört.

[1]) Auf die Eigenthümlichkeit, dass die Cambiumzellen vielfach ihre Radialwände stark verdicken, hat bereits SANIO hingewiesen (Vergl. Pringsheims Jahrb. IX, 1873, p. 51).

Ueber die weiteren sich an diese Erscheinung anknüpfenden Gesichtspunkte, vergleiche man die neuerdings erschienene Arbeit von FR. KRÜGER: „Ueber die Verdickung der Cambiumzelle". Bot. Zeitung 1892. Nr. 39—42.

Ueber die Communication zwischen Gefässen und Markstrahlelementen wird an späterer Stelle berichtet werden.

Die Länge der Gefässglieder beträgt im Mittel aus 20 Messungen 1,12 mm.

Im Maximum . . . . . 1.50 mm.

Im Minimum . . . . . 0.85 „

Der Querdurchmesser der Gefässe beläuft sich auf 0.096 mm im Mittel aus 20 Messungen.

Im Maximum . . . . . 0.16 mm.

Im Minimum . . . . . 0.06 „

Die theils gerade, theils bajonettartig zugespitzt laufenden Libriformzellen sind unter sich durch spärliche kleine Hoftüpfel mit fast genau in der Längsrichtung der Fasern verlaufenden Ausmündungsöffnungen verbunden, welche meist den Durchmesser des Tüpfelhofes übertreffen. Die Libriformzellen waren mässig dickwandig, wenigstens dickwandiger, als die übrigen Holzelemente. Der Längsdurchmesser beträgt im Mittel aus 30 Messungen 1.098 mm, das beobachtete Maximum 1.998 mm, das Minimum 0.66 mm.

Unter den ziemlich zahlreich vorhandenen Markstrahlen herrschen die grösseren bis 3-schichtigen vor. Die kleineren aus 2 bis 13 Stockwerken aufgebauten Markstrahlen bestehen oft nur aus Pallisaden. Die grossen Markstrahlen zeigen 7 bis 52 Stockwerke über einander und lassen Merenchym und Palissadenzellen im Sinne Kny's mit aller Sicherheit unterscheiden.

Die Merenchymzellen bilden das vorwiegende Element der grösseren Markstrahlen: sie zeichnen sich besonders auf dem Radialschnitte durch ihre radiale Streckung von den Palissaden aus. Auf dem Tangentialschnitte geben sie sich durch ihre Intercellularen den Palissaden gegenüber deutlich zu erkennen. Untereinander, sowie mit den Palissaden und Holzparenchymzellen stehen die Merenchymzellen durch einfache Tüpfel in Verbindung. Mit den Libriformzellen communiciren sie dagegen durch halbseitig behöfte Tüpfel. Der Tüpfelhof gehört auch hier der Libriformzelle an. Betreffs der Communication der Markstrahlmerenchymzellen mit den Gefässen ist beachtenswerth, dass jedes Kreuzungsfeld zwischen beiden, durch quer zur Längsrichtung des Gefässes verlaufende, Verdickungsleisten in Tüpfel von grosser Ausdehnung zerlegt wird. Solche Tüpfel können dann wieder durch senkrecht zu den Leisten erster Ordnung gestellte Zwischenbalken in kleinere Tüpfel zerlegt werden. Fig. 21 giebt ein Bild der mannigfachen Vorkommnisse bezeichneter Art.

Die Palissaden bilden meist in 1—6 Stockwerken die obere und untere Grenze der Markstrahlen. In einigen Fällen war die Abgrenzung zwischen Palissaden und Merenchymreihen keine sehr bestimmte.

Betreffs ihrer Membranverdickung konnte zwischen ihnen und den Merenchymzellen ein Unterschied nicht gemacht werden. Betreffs ihrer Gestalt und ihrer sonstigen Unterschiede von den Merenchymzellen beziehe ich mich auf die bereits, bei *Drimys Winteri* erwähnten von Kny festgesetzten Thatsachen. Nur mag hier noch betont werden, dass im vorliegenden Falle die Palissaden oft nicht besonders hoch erscheinen. Hin und wieder fand ich sie im Umriss ungefähr quadratisch. Erwähnenswerth ist noch, dass sowohl Merenchym als auch Palissadenzellen auf ihren Tangentialwänden stärker betüpfelt sind als auf ihren Radialwänden. Dadurch heben sie sich bei solchen Schnitten vom Holzparenchym deutlich ab, welche durch die, aus Holzparenchym gebildeten, den Jahresringgrenzen ähnlichen Elementen geführt sind. Ihr Verhältniss zu den andern Holzelementen ist dasselbe wie das der Merenchymzellen. Angefüllt waren die Mark-

strahlzellen mit einer eigenthümlichen, gelben, harzigen Masse; sämmtliche Holzelemente gaben mit Salzsäure und Phloroglucin behandelt sammt den Markstrahlen die bekannte Holzreaktion.

Ich knüpfe hieran noch einige Bemerkungen über die jahresringähnlichen Abgrenzungen bei der vorliegenden Holzart an. Sie vollziehen sich ausschliesslich durch die tangentiale Abplattung der Holzparenchymelemente. Gewöhnlich bilden 3 oder 4 Schichten Holzparenchym die Grenzschicht. Ein Unterschied zwischen Herbst- und Frühjahrsholz lässt sich jedoch nicht ausfindig machen, auch fehlen die bei ersten Jahresringen sonst auftretenden Unterschiede in der Weite der Gefässe zu beiden Seiten der Grenze. Hin und wieder setzen sich die Gefässe durch die Holzparenchymschicht in radialem Zuge fort oder es ist das eine oder andere Element inmitten des Zuges der tangential abgeplatteten Elemente zum Gefäss entwickelt.

Haben diese Thatsachen nun auch keine Beweiskraft für das Vorhandensein von Jahresringen, so ist doch die Bildung von an Jahresringgrenzen erinnernden Holzparenchymschichten in sofern beachtenswert, als wir später bei *Liriodendron* zweifellosen Jahresringgrenzen begegnen werden, welche fast ausschliesslich durch tangential abgeplattete Holzparenchymzellen gebildet werden.

Liriodendron Tulipifera.

Angaben über die Struktur des vorliegenden Holzes finden sich in der Litteratur zerstreut vor. Bereits Sanio theilt in seinen wiederholt erwähnten Untersuchungen in der botanischen Zeitung von 1863 einige wichtige Beobachtungen mit, die in Kürze wiedergegeben werden sollen. Auf Seite 19 erwähnt er *Liriodendron* als Beispiel dafür, dass hier die Ersatzfasern keine nachträgliche Fächerung erfahren haben, sondern unmittelbar aus den Jungholzzellen, die Sanio Cambialfasern nennt, hervorgehen. Seite 87 erwähnt er weiter, dass die „Holzfasern" bei *Liriodendron* behöfte Tüpfel haben, auch hebt er Seite 89 das Vorhandensein des Holzparenchym's hervor. Auf Seite 116 wird bemerkt, dass die Tracheiden von *Liriodendron* treppenförmig verdickt und die breiten, behöften Tüpfel horizontal gestreckt seien, und Seite 405 wird *Liriodendron* als Beispiel dafür angegeben, dass Holzparenchym nur in der äussersten Herbstholzgrenze vorkomme. Diese Angaben Sanio's kann ich voll bestätigen.

Einige kurze Angaben über *Liriodendron* macht auch Joseph Moller in seinem Werke: „Beiträge zur vergleichenden Anatomie des Holzes". Moller sagt Seite 366 nur, dass die radiale Anordnung der Gefässe bei *Liriodendron* nicht in die Augen fallend sei und bemerkt ferner — „diese Art ist auch durch die leiterförmig durchbrochenen Querwände ausgezeichnet und durch die geringe Entwickelung der parenchymatischen Elemente." — Seite 367 des genannten Werkes erwähnt Moller die bei *Liriodendron* vorkommende scharfe Jahresringgrenze und das hauptsächliche Auftreten der Gefässe im Frühjahrsholze, sowie ihr Engerwerden im später gebildeten Holze und die Bildung abgerundet, viereckiger Tüpfel. Ferner gibt Moller die leiterförmig perforirte Querwand an und erwähnt die 1—3reihigen Markstrahlen, unterscheidet aber nicht zwischen verschiedenen Markstrahlzellen.

Auch de Bary bringt in seiner vergleichenden Anatomie (1877) einige Angaben über *Liriodendron*, indem er auf Seite 501 das Holzparenchym erwähnt. Die nur an der Jahresringgrenze auftretenden Holzparenchymzellen sind dem genannten Autor dadurch aufgefallen, dass

sie eine ganz unverhältnissmässig dicke Radialwand zeigen. Auf Seite 249 desselben Werkes erwähnt de Bary die achtsträngigen Blattspuren die auf Querschnitten junger Zweige deutlich in dieselben hineintreten; ferner auf Seite 510 das Vorhandensein aller Holzelemente, Gefässe, Tracheiden, Libriform, Holzparenchym und Ersatzfasern und führt endlich Seite 496 *Liriodendron* als Beispiel des Vorhandenseins von Libriformzellen mit behöften Tüpfeln an.

Die von Solereder über *Liriodendron* gemachten Angaben sind auch nur kurze. Er erwähnt Seite 50 die leitertörmige 1—15 spangige Perforation der Gefässwand und die an den Gefässwandungen weniger entwickelten Treppentüpfel, die auch da weniger entwickelt sind, wo 2 Gefässe sich berühren. Ferner hebt dieser Autor das weitlumige, nicht dickwandige Prosenchym, ferner das fast ganz aus Gefässen gebildete Frühjahrsholz und endlich das Nichtvorhandensein einer spiraligen Verdickung der Gefässwände hervor.

Ein in der Entwickelung begriffenes zweijähriges Aststück zeigt 16 tiefer in das Mark hervorspringende Primärbündel. Zwischen je zweien derselben schalten sich 3 bis 6 Secundärbündel ein. Die in das Mark hineinragenden Primärbündel, welche den von de Bary erwähnten achtsträngigen Blattspuren entsprechen, zeigen einen Parabel-ähnlichen Umriss und lassen an einigen Stellen durch die vom Messer herausgerissenen Bänder auf Spiralgefässe schliessen, die indess selbstverständlich auf die Markkrone beschränkt bleiben. Sie wurden in dieser mit Sicherheit festgestellt durch die Beobachtung geeigneter Radialschnitte. Dieselben zeigen, dass die gewöhnlich sehr engen Windungen der Verdickungsspirale auch hin und wieder durch isolirte Ringe ersetzt sind. Gefässe, welche ausschliesslich Ringverdickungen führen, konnte ich nicht beobachten. Dass nicht jeder durch die Markkrone gehende Radialschnitt auch zugleich Ring- oder Spiralgefässe zeigt, hängt mit der geringen Zahl der dem Holzringe angehörenden, unmittelbaren Blattspurstränge zusammen. Die primären Markstrahlen setzten theils ein-, theils zweischichtig ein, wobei die einschichtigen im weiteren Verlaufe oft zweischichtig wurden, wohingegen die secundären Markstrahlen stets einschichtig einsetzten; sehr selten kamen im primären Holze dreischichtige Markstrahlen vor; im secundären Holze dagegen waren dieselben durchaus nicht selten. Es muss hinzugefügt werden, dass der im primären Holze einmal angetroffene dreischichtige Markstrahl bereits in der Markkrone dreischichtig einsetzte.

Es wurde hierauf ein 14jähriges, 2,6 cm starkes Aststück einer näheren Untersuchung unterzogen. Markstrahlen und Jahresringe waren mit unbewaffnetem Auge hier sichtbar.

Auf der Innenseite der bei mikroskopischer Betrachtung sich sehr scharf markirenden Jahresringe sind 2 bis 4 Reihen Elemente vorhanden, die sich durch ihre tangentiale Abplattung von den anderen Holzelementen abheben. Eine Verdickung der Zellwände an der Jahresringgrenze ist nicht wahrzunehmen, abgesehen von der stark verdickten Radialwand der Holzparenchymzellen, die bereits de Bary angegeben hat und welche die äusserste Herbstholzgrenze (Taf. IV. Fig. 22) bilden. Mit den Holzparenchymzellen nehmen verhältnissmässig wenig Tracheiden und wenig Libriformzellen an der Zusammensetzung des äussersten Herbstholzes Theil, während die Gefässe hier ganz fehlen. Die Hauptmasse der Holzelemente zwischen den einzelnen Jahresgrenzen bilden die Libriformzellen, zwischen denen die anderen Elemente eingesprengt liegen.

Der Unterschied der Frühjahrs- und Herbstholzelemente ist betreffs ihrer Membranverdickung kein augenfälliger, jedoch betreffs der Weite ihrer Lumina ein deutlicher; vornehmlich nehmen die Gefässe vom ersten Frühlings- bis letzten Herbstholze am Umfange bemerkenswerth ab, bis sie schliesslich gegen die Grenze hin ganz aufhören.

Betreffs der Markstrahlen im Secundärholze gilt im Allgemeinen dasselbe, was bereits beim Primärholze gesagt ist. Die dreischichtigen Markstrahlen sind auch hier hin und wieder angetroffen.

Eigenthümlich ist das Verhalten der Markstrahlen an der Jahresringgrenze. (Fig. 11 auf Tafel III und Fig. 22 auf Tafel IV.) Betrachtet man einen Querschnitt bei schwacher oder doch mässig starker Vergrösserung, so sieht man den Markstrahl gegen die Jahresringgrenze an tangentialer Breite zunehmen, bis er unmittelbar an der Grenze selbst seine maximale Breite erlangt hat. Im benachbarten Frühjahrsholze wird seine Breite wieder verringert, um, wenn er seine minimale Breite erlangt hat, nach der nächsten Grenze hin wieder zuzunehmen.

Diese wechselnde Breitenzunahme der Markstrahlen ist auch von *Fagus silvatica* bekannt [1]).

Mit ihr combinirt sich häufig noch das Vorkommniss, dass die Markstrahljahresgrenze rindenwärts ein wenig vorgeschoben ist. Zwischen zwei benachbarten Strahlen verläuft die Jahresringgrenze des Holzes fast guirlandenartig mit der Einbauchung nach dem Marke gekehrt. Was die einzelnen Holzelemente anbetrifft, so wurden zuerst die Gefässe untersucht.

Dieselben sind entweder isolirt oder zu kleinen Gruppen vereinigt; jede Gruppe besteht aus höchstens 11 Gefässen, deren Radialdurchmesser im Frühlingsholze grösser als der Tangentialdurchmesser ist; gegen die Herbstholzgrenze dagegen kehrt sich das Verhältniss der Durchmesser häufig um.

Die einzelnen Gefässglieder zeigen theils spitze, theils stumpfe, theils schräge abgestumpfte Enden. Nicht immer schliesst dieses Ende eines Gefässgliedes mit der perforierten Wand ab, vielmehr zeigt das Ende oft einige behöfte Tüpfel, während die Perforation in einiger Entfernung am Ende liegt.

Die perforirte Wand selbst zeigt in den weit meisten Fällen eine ovale Form, es kommen indess auch fast kreisrunde, sowie langgestreckte und in der Mitte eingebuchtete Perforationsfelder (Taf. III, Fig. 12) vor. Die Zahl der Sprossen wechselt zwischen 1 bis 22, doch ist die zwischen vier und acht wechselnde Sprossenzahl die am häufigsten vorkommende. Perforirte Wand und Sprossen sind im Allgemeinen regelmässig gebaut, d. h. das Perforationsfeld ist elliptisch und die Spangen liegen horizontal.

Hin und wieder sind verschiedene Abweichungen zu beobachten, indem die Sprossen schief gestellt (Fig. 13) sind. Manchmal sind die Sprossen in der Mitte verdickt (Fig. 14), manchmal 1sprossig und gegabelt (Fig. 15), oder mit ein oder selten 2 Quersprossen versehen, welch letztere theils im rechten Winkel, theils schräge zu den Hauptsprossen stehen. (Fig. 16 u. 17.)

Hin und wieder ist die Sprosse in der Weise resorbirt, dass nur 2 seitliche Reststücke von derselben zurückbleiben (Fig. 18).

Der Querdurchmesser einer perforirten Wand betrug bei 30 Messungen:

Im Mittel	0,036 mm
Im Maximum	0,052 „
Im Minimum	0,022 „

Der Längsdurchmesser betrug bei derselben Anzahl von Messungen:

Im Mittel	0,091 mm
Im Maximum	0,117 „
Im Minimum	0,061 „

[1]) R. Hartig, Anatomie und Phisiologie der Pflanzen. pag. 288.

Was die Längswände der Gefässe betrifft, so stehen dieselben, wo sie mit ihresgleichen zusammenstossen durch behöfte Tüpfel in Communication. Die Tüpfel sind auf den Gefässwandungen fast immer etwas horizontal gestreckt und liegen bis zu fünf an der breitesten Stelle der Gefässwand neben einander. Die Treppenhoftüpfel nehmen meist die ganze Breite der Gefässwand ein. Zerstreut liegende schmale Hoftüpfel sind auch vorhanden.

Gefässe und Tracheiden communiciren durch behöfte Tüpfel.

Zwischen Gefässen und Libriformzellen findet die Communication durch kleine, zerstreut liegende, behöfte Tüpfel statt.

Anderer Art sind die Tüpfel, durch welche die Gefässe mit den Holzparenchymzellen communiciren. Es sind dies halbseitige Tüpfel, deren Tüpfelhof dem Gefässe angehört. Ich muss hervorheben, dass diese Communication eine sehr seltene ist.

Die Grösse der einzelnen Gefässglieder war bei 30 Messungen folgende:

Der Querdurchmesser:

Im Mittel	0,058 mm
Im Maximum	0,080 „
Im Minimum	0,043 „

Der Längsdurchmesser:

Im Mittel	0,565 mm
Im Maximum	0,799 „
Im Minimum	0,466 „

Die Tracheiden sind die am spärlichsten vorkommenden Holzelemente, welche hauptsächlich in der Jahresringgrenze anzutreffen sind und deren Länge und Dicke im Mittel den Libriformzellen gleichkommt. Sie haben theils runde, theils regelmässige Treppenhoftüpfelung, durch welche sie mit den Gefässen und den Libriformzellen communiciren. Eine Communication mit den Holzparenchymzellen findet nur spärlich durch einseitige Hoftüpfel statt.

Die Libriformzellen bilden die Hauptmasse des Holzes, in der die andern Elemente eingebettet sind. Ihre Lumina sind rund bis sechseckig und zeichnen sich durch eine ganz erheblich dicke Membran von den andern Holzelementen ab. Sie führen die bekannten, kleinen linksläufigen Hoftüpfel mit langem oft vertical liegenden Spalt, der den Tüpfelhof ganz bedeutend überragt. Mit ihresgleichen sowohl, als auch mit den Gefässen und Tracheiden communiciren die Libriformzellen durch behöfte Tüpfel.

Ihr Längsdurchmesser betrug bei 30 Messungen:

Im Mittel	0,656 mm,
Im Maximum	0,714 „
Im Minimum	0,499 „

Die Holzparenchymzellen liegen in 2, höchstens 5 Reihen nebeneinander und bilden wie schon vorher bemerkt, die Jahresringgrenze.

Die Zellen sind zum Theil erheblich länger als breit und durch einfache Tüpfelkanäle mit einander verbunden, welche grösstentheils auf den Radialwänden, seltener indess auf den Tangentialwänden anzutreffen sind. Mit den Libriformzellen communiciren die Holzparenchymzellen durch halbseitig behöfte Tüpfel.

Die Markstrahlen. Ueber den allgemeinen Charakter derselben ist bereits berichtet worden. Dieselben bestehen aus Merenchymzellen und Palissaden und zwar bilden letztere in den meisten Fällen auf Radial- und Tangentialschnitten beobachtet, die obersten und untersten Stockwerke. Die Markstrahlen sind 4 bis 35 Stockwerke hoch und kommt es nicht selten vor, dass die kleinen einschichtigen Markstrahlen nur aus Palissaden bestehen. Auf den Tangentialschnitten beobachtet, lassen sich beiderlei Markstrahlzellen durch die, von Kny angegebenen Merkmale deutlich von einander unterscheiden und sind in den vorliegenden Fällen die an den Merenchymzellen befindlichen Intercellularen ganz ausserordentlich deutlich zu beobachten. Aber nicht nur der Tangentialschnitt, sondern auch bereits der Radialschnitt gab über den Charakter beiderlei Markstrahlzellen, wo eine Unterscheidung nach den Grössenverhältnissen beiderlei Zellen nicht mehr mit Deutlichkeit gemacht werden konnte, genauen Aufschluss.

Die Wandverdickung beiderlei Markstrahlzellen war eine starke und bei beiden Arten von Zellen dieselbe. Aehnlich, wie bei den Quer-Tracheiden von *Pinus silvestris*, zeigen die Markstrahlzellen von *Liriodendron*, hauptsächlich die Merenchymzellen, zackige Erhöhungen und Vertiefungen; zwischen diesen Erhöhungen liegen die Tüpfelkanäle, durch welche die einzelnen Markstrahlzellen communiciren; diese Tüpfelkanäle sind auf den Längswänden, sowohl bei den Palissaden, als auch bei den Merenchymzellen bedeutend zahlreicher, als auf den Querwänden; während z. B. auf einer Merenchymzelle, deren Wandungen auf dem Radialschnitte ein Quadrat bildeten, die Querwände 1 und 2 Tüpfel zeigten, wurden auf den Längswänden 8 bis 10 gezählt. Sowohl ein, als auch zwei- und dreischichtige Markstrahlen zeigen auf dem Tangentialschnitte eine spindelartige Form. Von den auf dem Tangentialschnitte sichtbaren Holzparenchymreihen sind die Markstrahlzellen durch ihren immerhin erheblich geringeren Längsdurchmesser leicht zu unterscheiden.

Die Palissaden zeichnen sich im Allgemeinen schon auf dem Radialschnitte durch ihre grössere Höhe und durch ihre geringere radiale Streckung aus. Was das Verhältniss der Palissaden zu den andern Holzelementen anbelangt, so ist folgendes zu bemerken. Mit den Merenchymzellen, sowie mit ihresgleichen sind sie durch Tüpfelkanäle verbunden; eine Communication mit den Gefässen findet durch unbehöfte, sehr grosse Tüpfel statt.

Die Tracheiden sind durch halbseitige Tüpfel mit den Markstrahlen verbunden. Halbseitig behöfte Tüpfel stellten auch die Communication zwischen Palissaden und Libriformzellen her; der Tüpfelhof, welcher der Libriformzelle angehört, ist hier sehr klein.

Palissaden mit Holzparenchym communiciren dagegen durch einfache Porenkanäle.

Die Merenchymzellen sind in radialer Richtung meistens ganz bedeutend gestreckt; in der Herbstholzgrenze ist diese Streckung eine schwächere. Nicht nur unter sich, sondern auch an den Berührungsstellen der Merenchymzellen mit den Libriformen führten sie Intercellularen.

Der Form nach sind sie meistentheils regelmässig rechteckig. Mit ihresgleichen sind sie durch Tüpfelkanäle verbunden, die auf den Verticalwänden reichlicher vorhanden sind und mit den Kanälen der benachbarten Zellen theils correspondiren, theils alterniren. Was die Communication der Merenchymzellen mit den andern Holzelementen anbelangt, so war diese der Form nach dieselbe, wie bei den Palissaden, es muss aber hervorgehoben werden, dass die Merenchymzellen mit den Gefässen vereinzelt communiciren, während die Communication der Palissaden mit den Gefässen eine allgemeine ist.

Schizandra axillaris Hook. fil.

Bisher hat nur Solereder einige kurze Angaben über das vorliegende Holz gemacht. Er erwähnt *Schizandra* im Verein mit *Kadsura* als solche Hölzer, die grosslumige Gefässe (0,09—0,11 mm) und ein stets dickwandiges, doch nicht englumiges Prosenchym zeigen. Der Autor erwähnt ferner die nicht sehr reichspangige Perforirung der Gefässquerwände (1—15 Sprossen).

Das für die folgende Untersuchung dienende Material stammte aus dem Königlich Botanischen Museum in Berlin. Der Querschnitt eines dreijährigen Aststückes lässt ein markstrahlenreiches Holz erkennen, dessen Primärbündel, die theils von ein, theils zweischichtigen Markstrahlen eingeschlossen sind, deutlich in das Mark hineinragen.

Unterschiede in der Membranverdickung zwischen Frühjahrs- und Herbstholz sind nicht vorhanden.

Die Jahresringgrenze ist eine sehr undeutliche und lassen nur die, stellenweise auftretenden, tangentialen Abplattungen, auf wechselnde Wachsthumsperioden schliessen.

Die Anordnung der Holzelemente ist eine solche, dass zwischen den einzelnen Markstrahlen ungefähr bis 6 Radialreihen der anderen Holzelemente liegen.

Gefässe sind ziemlich zahlreich vorhanden. Sie liegen theils einzeln, theils paarweise neben einander und zeigen auf dem Holzquerschnitte meist eine sehr schwache radiale Streckung.

Die Membranverdickung ist bei sämmtlichen Holzelementen eine verhältnissmässig starke zu nennen, auch die Holzparenchymzellen, die vornehmlich in der Umgebung der Gefässe anzutreffen sind, haben eine nicht viel weniger dünne Membran als die Libriformzellen.

Am dünnwandigsten unter den Holzelementen sind die Gefässe. Ihre einzelnen Glieder zeigen schief gestellte Querwände mit 3—15 Leiterspangen an der Perforationsstelle, oberhalb welcher sich das Gefässglied gewöhnlich in eine Spitze auszieht.

Den Spangen schliessen sich oft unmittelbar behöfte, breite Tüpfel an, so dass die Unterscheidung von Perforation und Tüpfeln nur mit Hilfe starker Vergrösserungen gelingt. Die den Längswänden der Gefässglieder angehörenden behöften Tüpfel sind theils rund, theils in die Breite gezogen und gehen bei sehr dichter Aneinanderreihung in die Form der Treppenhoftüpfelung über. Mit den Libriformzellen communiciren die Gefässe durch behöfte Tüpfel, mit den Holzparenchymzellen dagegen durch sehr grosse, halbseitige Tüpfel. Die am macerirten Material festgestellten Messungen der Länge der einzelnen Gefässglieder ergaben:

Im Mittel	0.646 mm
Im Maximum	0.851 „
Im Minimum	0.553 „

Die Gefässe der Markkrone zeigen spiralige und ringförmige Verdickung, oft auch eine doppelte Spirale. Die Perforationen dieser Spiralgefässe sind deutlich sichtbar.

Die dickwandigen Libriformzellen bilden die Hauptmasse des Holzkörpers. Sie führen kleine, behöfte Tüpfel, deren Spalt nie grösser als der Tüpfelhof ist. Die Tüpfel treten sowohl auf den Radial- als auf den Tangentialwänden in gleicher Zahl und Anordnung auf. Die Länge der Libriformzellen betrug bei 30 Messungen:

Im Mittel	0.782 mm
Im Maximum	1.021 „
Im Minimum	0.595 „

Die Holzparenchymzellen sind vornehmlich in der Nähe der Gefässe anzutreffen. Auf Querschnitten sieht man gewöhnlich je eine Parenchymzelle dem Gefässe angelagert. Auf den Tangentialschnitten treten die Parenchymzellen durch ihren bedeutenden Längsdurchmesser gegenüber den Markstrahlpalissaden deutlich hervor. Mit ihresgleichen communiciren sie durch einfache Porenkanäle.

Die ein- bis vierschichtigen bis etwa 25 Stockwerke hohen Markstrahlen[1]) zeichnen sich durch das Vorherrschen der Markstrahlpalissaden aus. Betreffs der Membranverdickung ist zwischen Palissaden und Merenchymzellen ein Unterschied nicht zu machen. Bei beiderlei Markstrahlzellen sind die Tangentialwände erheblich reicher mit Tüpfeln versehen als die Radial- und Horizontalwände. Diese letzteren zeigen sogar in vielen Fällen gar keine Tüpfel.

Die Merenchymzellen sind in radialer Richtung nur wenig gestreckt, unterscheiden sich aber ausser durch die Intercellularen auch dadurch von den Palissaden, dass letztere einen ganz erheblich grösseren Längsdurchmesser haben. Untereinander, sowie mit den Palissaden und Holzparenchymzellen stehen die Merenchymzellen durch einfache, sehr grosse Tüpfelkanäle in Communication. Mit den Libriformzellen und den Gefässen stehen sie durch halbseitig behöfte Tüpfel in der Weise in Communication, dass der Tüpfelhof der Libriformzelle angehört.

Die Palissaden bilden hauptsächlich die obersten und untersten Stockwerke der Markstrahlen. Wenig Stockwerke hohe Markstrahlen bestehen oft nur aus Palissaden. Wo sie ihresgleichen oder Holzparenchymzellen angrenzen, führen ihre Membranen unbehöfte, ovale und rundliche Tüpfel.

Wo die Palissaden an Gefässe grenzen, findet die Communication durch halbseitige Tüpfel statt, die auf dem Radialschnitte beobachtet ziemlich regelmässig unter einander liegen und in die Breite gestreckt sind.

Dieselben Resultate ergab die Untersuchung von *Schizandra elongata Hook. fil.* aus dem Berliner botanischen Museum.

Kadsura.

Untersucht wurde „*Kadsura japonica Durah*“ aus dem Königlich botanischen Museum in Berlin.

Solereder zählt *Kadsura* zu den *Schizandreen* und gelten die für *Schizandra* angeführten Angaben auch für *Kadsura*.

Beide Hölzer haben in der That grosse Aehnlichkeit. Der mikroskopische Querschnitt von *Kadsura* gleicht fast genau dem von *Schizandra*.

Abweichendes Verhalten zeigen nur die Gefässe, indem bei *Kadsura* die einzelnen Gefässglieder neben der Leiterperforation auch eine solche durch einfache, schräge gestellte Löcher aufzuweisen haben. In vielen Fällen führten die einzelnen Glieder an dem einen Ende die Leiterperforation an dem anderen die Lochperforation, einige Male machte ich auch die Beobachtung, dass ein Gefässglied an beiden Enden mit der Lochperforation abschloss, während in der Mitte die Leiterperforation zu beobachten war.

[1]) Wahrscheinlich wird im älteren Stammholze die Schichtenzahl der Markstrahlen noch grösser angetroffen werden.

Die Communication der einzelnen Holzelemente ist dieselbe wie bei *Schizandra*.

Der Mangel hervorragender Merkmale der *Schizandreen* ist insofern von Interesse, als die Gattungen *Schizandra* und *Kadsura* die kletternden Arten der *Magnoliaceen* umfassen. *Kadsura japonica* ist ein Vertreter dieser. Eine Erweiterung der Gefässe, wie solche bei Kletterpflanzen eine nicht seltene Erscheinung ist, konnte nicht beobachtet werden.

Der Mangel besonders anatomischer Erscheinungen ist übrigens auch schon durch die kurze Notiz in H. Schenk's „Beitr. zur Biologie und Anatomie der Lianen“ [1]) gekennzeichnet.

Zusammenstellung der Ergebnisse.

Ueberblickt man die Resultate der vorliegenden Untersuchung, so lässt sich folgende Charakteristik der einzelnen Holzelemente für die Familie der *Magnoliaceen* zusammenstellen.

1. Die Gefässe.

Länge und Form der Gefässglieder. Die längsten Gefässglieder hatten *Illicium floridanum* und *Manglietia glauca* mit einem Maximallängsdurchmesser von 2,3 mm aufzuweisen.

Es folgen dann die Hölzer mit mittellangen Gefässgliedern (1,1 bis 1,4 mm) *Michelia longifolia* und *Euptelea pleurosperma*. Am kürzesten (0,77—0,85 mm) waren die Gefässglieder bei *Talauma*, *Schizandra*, *Magnolia* und *Liriodendron*.

Tüpfelung der Gefässglieder. Bei allen Arten der Magnoliaceen ist Treppenhoftüpfelung vorhanden, die meistens in die Tüpfelung durch rundliche Hoftüpfel übergeht. Vielfach z. B. bei *Magnolia Liriodendron*, *Euptelea* lagen bis 4 Hoftüpfel neben einander. Zerstreut liegende Tüpfel sind bei allen Arten anzutreffen.

Perforation. Dieselbe findet niemals allein durch einfache Löcher statt, doch ist solche neben Leiterperforation anzutreffen bei *Magnolia tripetala*, *acuminata* und *Kadsura*.

Leiterförmige Perforation ist bei allen Gefässführenden *Magnoliaceen* anzutreffen, doch variirt die Zahl der Sprossen ganz beträchtlich. Die geringste Sprossenzahl (bis 8) fand ich bei *Michelia longifolia*, bis 10 bei *Magnolia tripetala* und *acuminata*; die mittlere Spangenzahl (bis 15) hatte *Schizandra axillaris* aufzuweisen; es folgen dann *Liriodendron Tulipifera*, *Talauma mexicana* und *ovata*, bei denen die Sprossenzahl bis 25 beobachtet wurde, Zahlreiche Spangen 60 bis 100 und darüber wiesen *Illicium floridanum*, *religiosum* und *Euptelea pleurosperma* auf.

Die höchste Spangenzahl bis 140 wurde bei *Manglietia glauca* festgestellt.

Als beachtenswerthe Vorkommnisse sind diejenigen, bisher für die *Magnoliaceen* nicht bekannt gewordenen Fälle zu verzeichnen, in welchen mit Loch- bezw. Leiterperforation sich Unregelmässigkeiten kombiniren. Netzartig wurde das Perforationsfeld, doch nur andeutungsweise, dadurch, dass zwischen einzelnen Querspangen schräg oder senkrecht zu diesen verlaufende Zwischenspangen sich ausspannten, bei *Magnolia tripetala*; häufiger war dies bei *Illicium*, ausgebildet bei *Euptelea*. Uebergänge der Leiterdurchbrechungen in Tüpfel zeigen sich vornehmlich bei *Illicium* und *Euptelea*.

[1]) Bot. Mitth. aus den Tropen, herausgegeben von A. F. W. Schimper Heft V. Jena 1893. p. 59.

Unvollkommene Resorption der Spangen war bei *Magnolia tripetala* und *acuminata* zu beobachten.

Das Perforationsfeld liegt fast ausschliesslich an den Gefässgliedenden, selten z. B. bei *Kadsura* ausser an den Enden auch in der Mitte des Gefässgliedes.

Das Perforationsfeld ist gewöhnlich elliptisch mit entsprechend verlängerter Hauptachse, dabei der allgemeinen Regel folgend, dass mit der wechselnden Zahl der Leitersprossen in ihm seine Länge und seine Schiefstellung zunehmen.

Communication der Gefässglieder mit anderen Holzelementen. Dieselbe findet mit den Markstrahlzellen durch halbseitig behöfte Tüpfel statt. Ein Unterschied zwischen Palissaden und Merenchymzellen bezüglich der Tüpfelung ist insofern zu machen als Merenchymzellen im Allgemeinen im geringeren Maasse als die Palissaden durch Tüpfel mit den Gefässgliedern communiciren.

Die Tüpfelung gegen Libriform findet stets durch kleine, behöfte Tüpfel statt. Mit dem Holzparenchym communiciren die Gefässe im Ganzen spärlich durch halbseitig behöfte Tüpfel; eine äusserst spärliche Communication fand bei *Liriodendron* statt.

Spiralverdickung. Eine solche habe ich nur bei *Magnolia grandiflora* und *foetida* finden können im Gegensatze zu Solereder, der eine solche bei *Magnolia* nicht, dagegen bei *Talauma* und *Michelia* anführt. Bei den beiden letzteren Gattungen habe ich keine spiralige Verdickung auffinden können.

2. Tracheiden.

Während diese Zellen bei einigen Hölzern (*Drimys* und *Trochodendron*) die Hauptmasse des Holzes bilden, sind sie bei anderen *Magnolia*-Arten nur spärlich vertreten oder gar nicht vorhanden. Im Verein mit sehr wenig Holzparenchym waren die Tracheiden bei Drimys vorhanden. Bei *Trochodendron* traten sie im Verein mit Holzparenchym und Libriform auf.

Spärlich, aber ausschliesslich im äussersten Herbstholz finden sich Tracheiden bei *Magnolia* und *Liriodendron*. Nicht nachweisbar waren Tracheiden (zum Theil wegen Mangels geeigneten Materials) bei *Euptelea*, *Talauma*, *Schizandra*, *Kadsura*, *Manglietia* und *Michelia*; das zweifellose Nichtvorhandensein von Tracheiden wurde für *Illicium* durch Anwendung der Hartig'schen Injectionsmethode festgestellt.

Leiterförmige Tüpfelung der Tracheiden wurde nachgewiesen bei *Drimys*[1]), *Trochodendron*, *Magnolia*, *Liriodendron*.

Isolirte Hoftüpfel sind verbreitet bei *Drimys* und *Trochodendron*.

3. Libriform.

Dasselbe fehlte nur bei *Drimys*; spärlich vorhanden und bisher übersehen findet sich dasselbe bei *Trochodendron*. Ueberwiegend und den Hauptbestandtheil des Holzes ausmachend, findet es sich bei *Euptelea*, *Illicium*, *Talauma*, *Schizandra*, *Kadsura*. Weniger reichlich ist dasselbe vorhanden bei *Manglietia*, *Magnolia* und *Michelia*, am spärlichsten bei *Liriodendron*.

[1]) Fur Drimys waren die Leitertracheiden im Sekundärholze bis jetzt noch nicht bekannt.

Die dünnwandigsten Libriformzellen fand ich bei *Liriodendron* und *Magnolia*. Die dickwandigsten bei *Talauma*, *Illicium* und *Euptelea*. Bei allen *Magnoliaceen* war die Tüpfelung der Libriformzellen auf den Tangentialwänden eine schwächere, als auf den Radialwänden, besonders in den Jahresring ähnlichen Abgrenzungen.

Die Tüpfelspalten stehen schief; bei *Illicium* haben dieselben eine S-förmige Gestalt.

4. Holzparenchym.

Das Vorkommen desselben war früher nur für einen Theil der *Magnoliaceen* bekannt. Es tritt am spärlichsten auf bei *Drimys Winteri*. Etwas häufiger begegnet man ihm bei *Drimys chilensis*.

Auf die Herbstholzgrenze beschränkt sich sein Vorhandensein bei *Magnolia* und *Liriodendron*. In denjenigen Fällen, wo Jahresringgrenzen fehlen und nur streckenweise jahresringähnliche Abgrenzungen auftreten, wie bei *Talauma*, *Schizandra* und *Kadsura*, zeigt das Holzparenchym eine ausgesprochene Tendenz, sich gerade in diesen Abgrenzungen vorwiegend auszubilden ohne die Hauptmasse des Holzkörpers zu meiden. Bei *Michelia longifolia* bildet es breite Querbinden, welche allein die jahresringähnlichen Abgrenzungen bedingen. Es liegen hier offenbar Erscheinungen vor, welche für die verwandtschaftlichen Beziehungen der Magnoliaceengattungen beachtenswerth sind.

Eine überwiegende Verdickung der Radialwände der Holzparenchymzellen wurde bei *Magnolia* und *Liriodendron* beobachtet.

Bei *Talauma* ist diesen Elementen eine ganz ausserordentliche Zartwandigkeit eigen.

Ueber die Tüpfelung der Holzparenchymzellen lässt sich eine Regel nicht aufstellen, nur bei *Michelia longifolia* sind die Tangentialwände in Folge ihrer Zartheit, frei von Tüpfelcanälen.

Markstrahlen.

Alle *Magnoliaceen* haben ein und mehrschichtige Markstrahlen aufzuweisen. Der Schichtenzahl nach lässt sich folgende Uebersicht geben:

Bis	2schichtige		*Illicium*,
„	3-	„	*Michelia*, *Magnolia*,
„	4-	„	*Liriodendron*, *Schizandra*, *Kadsura*,
„	5-	„	(selten) *Talauma*,
„	7-	„	*Manglietia*,
„	10-	„	*Trochodendron*, *Euptelea*,
„	12-	„	*Drimys*.

Die Stockwerkhöhe der mehrschichtigen Markstrahlen ist bei allen *Magnoliaceen* eine beträchtliche. Die höchsten Stockwerke weisen auf: *Illicium* bis 37, *Michelia* bis 52, *Talauma* bis 81, *Euptelea* bis 142.

In allen Fällen sind Kny's Palissaden und Merenchymzellen zu unterscheiden; bei *Drimys* und *Euptelea* sind noch Hüllzellen zu unterscheiden, Palissaden, welche zu beiden Seiten des Markstrahles sich zwischen den Prosenchymelementen und den Merenchymzellen einschalten.

Palissaden sind deutlich vorherrschend bei *Drimys* und *Trochodendron*, gewöhnlich nehmen sie die Markstrahlkanten ein, während die Merenchymzellen die Mitte der dickeren Partien des Markstrahles bilden. Ausnahmen von dieser Regel kommen jedoch hin und wieder vor.

Die Markstrahlzellen sind meist dickwandig. Die Membranverdickung ist bei Merenchymzellen und Palissaden mit Ausnahme von *Drimys*, bei welchem die Merenchymzellen dicke Tangentialwände zeigen, aber sonst dünnwandiger sind, eine annähernd gleichmässige.

Die Tüpfelung der einzelnen Markstrahlzellen unter einander folgt der bekannten Regel. Die Tangentialwände der Markstrahlzellen sind dem Leitungsbedürfnisse entsprechend mehr oder weniger stärker getüpfelt. Eine geradlinige Anordnung der Tüpfelkanäle nach den Intercellularen ist am schönsten bei *Liriodendron* zu beobachten.

Sucht man nun noch die mannigfaltig wechselnden, anatomischen Charaktere mit Bezug auf die systematische Gliederung der Familie zu verwerthen, so muss vor allem betont werden, dass kein anatomisches Merkmal allein die Gattungen so zu trennen gestattet, dass nicht ein ganz künstliches System derselben resultiren würde. Am ehesten wäre eine Eintheilung noch möglich nach der Art der Perforation der Gefässglieder. Diese Eintheilung würde dann naturgemäss diejenigen Gattungen an die Spitze bringen, bei welchen keinerlei Perforationen vorliegen, d. h. wo ausschliesslich Tracheiden vorkommen. Würde man dagegen die Gruppirung der Gattungen ausschliesslich nach den Charakteren des Libriforms bezw. ausschliesslich des Holzparenchyms oder etwa ausschliesslich der Markstrahlen durchführen, so käme man zu ähnlichen künstlichen Gliederungen, die aber kaum einander nahe stehen dürften.

Nichts destoweniger lässt sich nicht leugnen, dass bei der Beurtheilung der Gesammteigenschaften eine gewisse Stufenleiter hervortritt, welche von dem einfachst denkbaren Typus eines Holzes von *Drimys* aufsteigend, zu dem denkbar complizirtesten Holzbaue, wie er etwa bei den Magnolia-Arten vorliegt, führt. Wendet man diesen Maasstab der mehr oder minder grossen Complikation im Aufbaue des Holzkörpers an, so kommt man nach meinem Urtheil, zu der Anordnung der Gattungen nach folgendem Schema:

Drimys *Trochodendron* *Illicium* *Euptelea*	Verhältnissmässig einfachste Hölzer.
Manglietia *Talauma* *Michelia* *Schizandra* *Kadsura*	Vermittelnde Glieder.
Liriodendron *Magnolia*	Höchst komplizirter Holzbau.

Bei dieser Anordnung würde auch die Anordnung bezüglich der Gefässperforation zu ihrem Rechte kommen. *Drimys* und *Trochodendron* entbehren solcher, bei *Illicium* und *Euptelea* sind die längsten Leiterperforationsfelder vorhanden, welche unmittelbar in die Form von Leitertracheiden überführen, wie ich solche zuerst für *Drimys* nachgewiesen habe. *Manglietia* schliesst sich diesen Hölzern auf's Engste an, es wurden hier bis 142 Leiterspangen gezählt.

Bei *Talauma* geht die Reich-spangigkeit schon recht zurück (im Maximum wurden 25 Spangen beobachtet) und damit verliert dieser Charakter überhaupt an Schärfe.

Auch das Libriform würde jener Gruppirung nicht gerade widersprechen. Es überwiegt bei der ersten Gruppe, wenigstens bei *Illicium* und *Euptelea*, deren Holz diesem Elemente seine hohe Festigkeit verdankt. Bei *Drimys* und *Trochodendron* übernehmen natürlich die Tracheiden seine Funktion. Nach Masse und Qualität tritt es von *Manglietia* bis *Kadsura* immerhin zurück, um bei *Liriodendron* und *Magnolia* die schwächste Entwickelung zu erfahren.

Wie sich aber die Gruppirung durch das Abwägen aller Charaktere, Vertheilung der Gefässe, Vorkommen oder Fehlen der Tracheiden, Vertheilung und Häufigkeit des Holzparenchyms und dergl. stützen lässt, entzieht sich einer klaren und einwandlosen Darstellung, weil das Abwägen doch mehr oder weniger Sache eines, aus der Erfahrung und der fortgesetzten Beobachtung herauswachsenden Gefühles ist.

Mit den bekannten Eintheilungen, nach welchen beispielsweise Bentham u. Hooker in den Gen. Plant. Bd. I pag. 19 und Solereder (l. c. p. 50) die Gattungen an einander reihen, stimmt die obige Anordnung immerhin genügend überein. In allen Fällen bleiben *Drimys*, *Illicium*, *Trochodendron* und *Euptelea* einander genähert.

Für die mir bei Ausführung meiner Arbeit in so liebenswürdiger Weise ertheilten Rathschläge sage ich Herrn Professor Dr. Kny, sowie Herrn Privatdocent Dr. Carl Müller meinen aufrichtigsten Dank.

Ferner danke ich der Direction des Königlichen Botanischen Museums in Berlin, Herrn Professor Dr. Engler und Herrn Professor Dr. Urban, die mir das im Museum vorhandene Material zur Verfügung stellten.

Ebenso danke ich Herrn Dr. Warburg, der mir eine Anzahl von ihm selbst in Java gesammelter Magnolia-Hölzer bereitwilligst zur Untersuchung aushändigte.

Ferner danke ich Herrn Graf zu Solms-Laubach, sowie Herrn Charles Mohr-Mobile, Alabama, die mich durch freundliche Zusendung diverser Drimys, Illicium und Magnoliahölzer bei der Ausführung meiner Arbeit unterstützten.

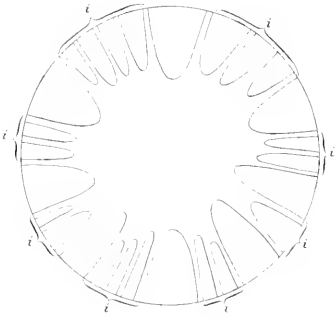
Tafelerklärung.

Taf. I und II	Fig. 1.	Schematische Darstellung der Anordnung der Bündel eines in der Entwickelung begriffenen Zweiges von „*Drimys Winteri*“.
	Fig. 2.	Theil einer Tracheide mit eigenthümlich angeordneten Tüpfeln von „*Drimys Winteri*“.
	Fig. 3.	Markstrahlpalissaden mit Tochterzellen von „*Drimys Winteri*“. (Radialschnitt.)
	Fig. 4.	Querschnitt eines mehrjährigen Aststückes von „*Drimys Winteri*“.
	Fig. 5.	Radialschnitt durch mehrjähriges Aststück von „*Trochodendron aralioides*“.
	Fig. 6.	Querschnitt durch mehrjähriges Aststück von „*Illicium floridanum*“.
	Fig. 7.	Radialschnitt durch mehrjähriges Aststück von „*Illicium floridanum*“.
	Fig. 8.	Netzartige Gefässwand von „*Euptelea pleurosperma*“.
Taf. III	Fig. 9.	Communication der Markstrahlpalissaden mit Gefässen durch reihenweise angeordnete Tüpfel von „*Euptelea pleurosperma*“.
	Fig. 10.	Gefässgliedende mit spiraliger Verdickung von „*Magnolia grandiflora*“.
	Fig. 11.	Tangentiale Verbreiterung der Markstrahlen bei „*Liriodendron tulipifera*“.
	Fig. 12—18.	Perforationsfelder von „*Liriodendron tulipifera*“.
Taf. IV	Fig. 19.	Querschnitt durch Stammholz von „*Michelia longifolia*“.
	Fig. 20.	Gefässgliedenden mit unregelmässig gestellten Tüpfeln von „*Michelia longifolia*“.
	Fig. 21.	Tüpfelfeld an der Gefässwand von „*Michelia longifolia*“.
	Fig. 22.	Querschnitt durch mehrjähriges Aststück von „*Liriodendron tulipifera*“.

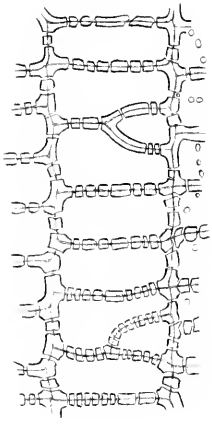
Druckfehler-Berichtigungen.

Seite	2.	Zeile	5	von	oben	lies	BRONGNIART statt BROGNIART.
„	2.	„	6	„	unten	„	festgestellt „ festgesellt.
„	4.	„	2	„	oben	„	Markstrahlzellen statt Markstrahlen.
„	12.	„	1	„	unten	„	Jahresringmasse statt Jahresringmaasse.
„	14.	„	16	„	oben	„	Valdivia statt Waldivia.
„	15.	„	17	„	„	„	*Trochodendron* statt *Trochodrendron*.
„	15.	„	19	„	„	„	*Eupteleu* statt *Eupteliu*.
„	16.	„	1	„	„	„	in statt an.
„	20.	„	20	„	unten	„	macerirten statt macerirtem.
„	21.	„	1	„	„	„	Membranverdickung statt Membranverbindung.
„	22.	„	16	„	„	„	Querwände statt Querbänder.
„	24.	„	1	„	oben	„	Talauma „ Talauna.
„	29.	„	16	„	„	„	Membranen „ Membrane.
„	32.	„	3	„	unten	„	Grundmasse statt Grundmaasse.
„	33.	„	7	„	„	„	Verticaldurchmesser statt Vertialdurchmesser.
„	34.	„	12	„	oben	„	radial sehr langgestreckt statt sehr radial langgestreckt.
„	37.	„	20	„	„	„	vor statt von.
„	40.	Anm.	lies Physiologie statt Phisiologie.				
„	45.	Zeile	6	von	oben	lies	besonderer statt besonders.
„	45.	„	14	„	unten	„	gefässführend statt Gefässführend.

1.

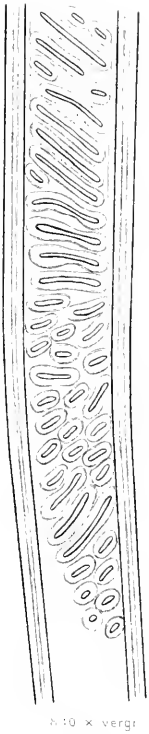


3.



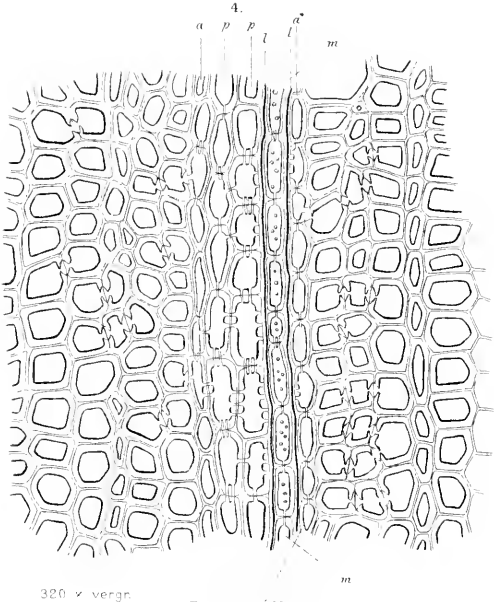
830 × vergr.

2.



[illegible]0 × vergr.

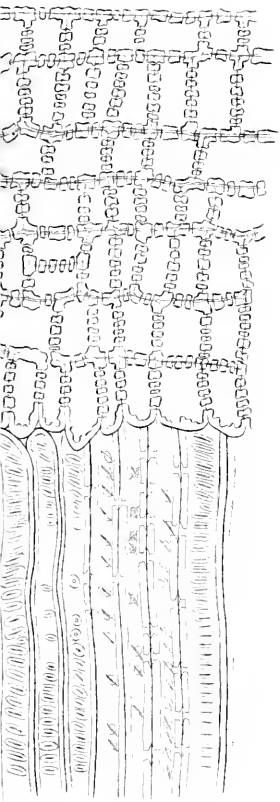
4.



320 × vergr.

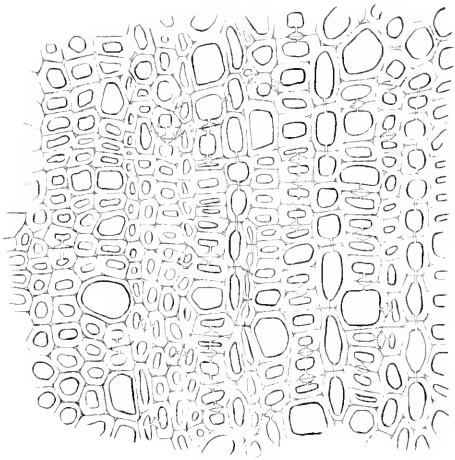
Fünfschichtiger Markstrahl

5.



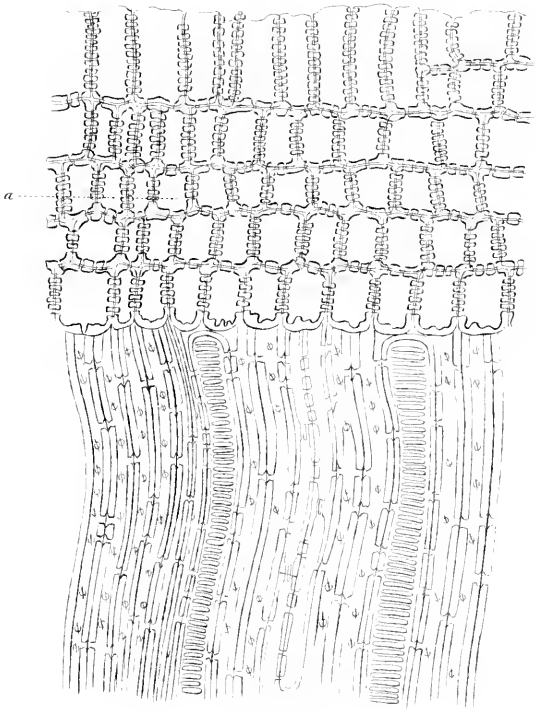
320 × vergr

6.



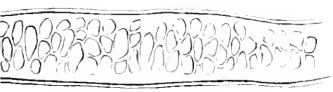
320 × vergr

7.



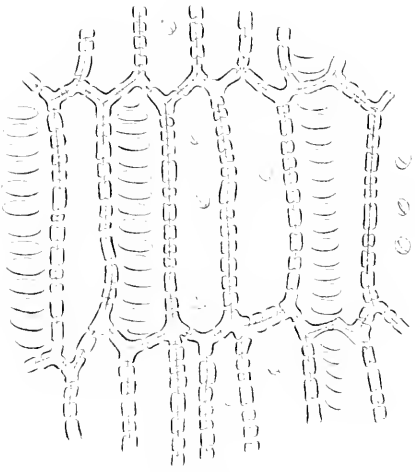
320 × vergr

8



830 × vergr.

9.

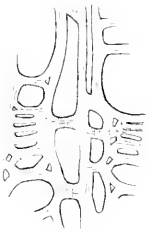


10

12

15.

11.



13.

16.

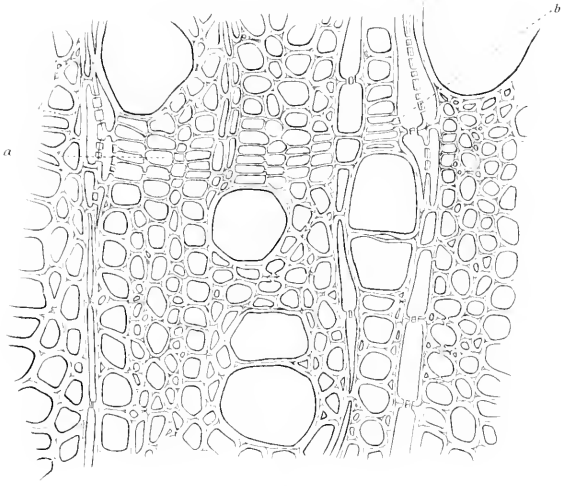
14.

17.

18.

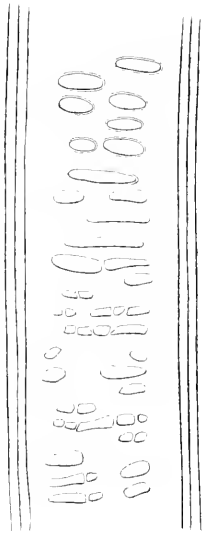
Verlag von Erwin Nagele Stuttgart

19.



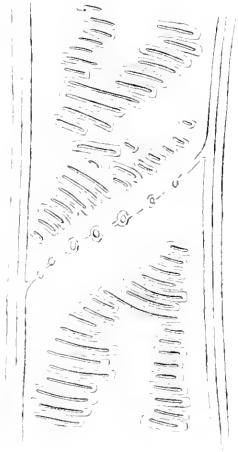
145 × vergr.

21.



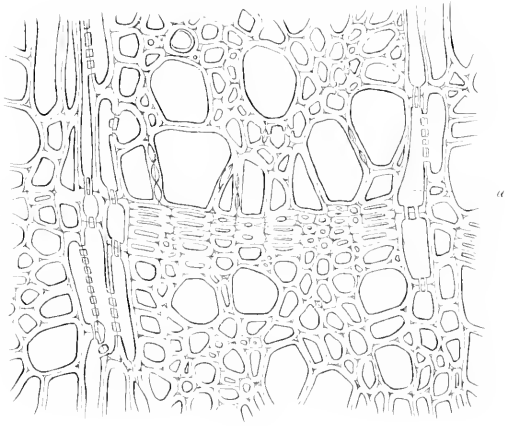
530 × vergr.

20.



33 × vergr.

22.



320 × vergr.

Verlag von Erwin Nagele, Stuttgart

Verlag von **Erwin Nägele in Stuttgart.**

Bibliotheca botanica.

Original-Abhandlungen aus dem Gesammtgebiete der Botanik,
herausgegeben von
Prof. Dr. Chr. Luerssen und **Dr. F. H. Haenlein**
Königsberg i. Pr. Freiberg (Sachsen).

Inhalt der einzelnen Hefte

1. **Schenck, Dr. H.,** Vergleichende Anatomie der submersen Gewächse. Mit 10 Tafeln. Preis 32 Mark.
2. **Zopf, Dr. W.,** Botanische Untersuchungen über die Gerbstoff- und Anthocyan-Behälter der Fumariaceen. Mit 3 farbigen Doppeltafeln. Preis 30 Mark.
3. **Schiffner, Dr. V.,** Ueber Verbascum-Hybriden und einige neue Bastarde des Verbascum pyramidatum. Mit 2 Tafeln. Preis 4 Mark.
4. **Vöchting, Dr. H.,** Ueber die Bildung der Knollen. — Mit 5 Tafeln und 5 Figuren im Text. Preis 8 Mark.
5. **Dietz, Dr. Sándor,** Ueber die Entwickelung der Blüthe und Frucht von Sparganium Tourn. und Typha Tourn. Mit 3 Tafeln. Preis 8 Mark.
6. **Schenk, Dr. H.,** Fossile Pflanzen aus der Albourskette. Mit 9 Tafeln. Preis 8 Mark.
7. **Rees, Dr. Max u. Dr. C. Fisch,** Untersuchungen über Bau und Lebensgeschichte der Hirschtrüffel, Elaphomyces. — Mit 1 Tafel und 1 Holzschnitt. Preis 5 Mark.
8. **Buchtien, Dr. O.,** Entwickelungsgeschichte des Prothallium von Equisetum. Mit 6 Tafeln. Preis 10 Mark.
9. **Huth, Dr. E.,** Die Klettpflanzen mit besonderer Berücksichtigung ihrer Verbreitung durch Thiere. — Mit 78 Holzschnitten. Preis 4 Mark.
10. **Schulz, Aug.,** Beiträge zur Kenntniss der Bestäubungseinrichtungen und der Geschlechtsvertheilung bei den Pflanzen. I. Theil. Mit 1 Tafel. Preis 8 Mark.
11. **Wigand, Dr. A.,** Nelumbium speciosum. — Nach des Verfassers Tode herausgegeben von Dr. E. Dennert. Mit 6 Tafeln. Preis 12 Mark.
12. **Stenzel, Dr. G.,** Die Gattung Tubicaulis Cotta. Mit 7 Tafeln. Preis 20 Mark.
13. **Geheeb, Adelbert,** Neue Beiträge zur Moosflora von Neu-Guinea. Mit 8 Tafeln. Preis 10 Mark.
14. **Oltmanns, Dr. Friedrich,** Beiträge zur Kenntniss der Fucaceen. Mit 15 Tafeln. Preis 32 Mark.
15. **Schumann, Dr. C. R. G.,** Anatomische Studien über die Knospenschuppen von Coniferen und dicotylen Holzgewächsen. Mit 5 Tafeln. Preis 10 Mark.
16. **Bucherer, Dr. Emil,** Beiträge zur Morphologie und Anatomie der Dioscoreaceen. Mit 5 Tafeln. Preis 10 Mark.
17. **Schulz, August,** Beiträge zur Kenntniss der Bestäubungseinrichtungen und Geschlechtsvertheilung bei den Pflanzen. II. Theil. Preis 27 Mark.
18. **Walter, Dr. Georg,** Ueber die braunwandigen, sklerotischen Gewebeelemente der Farne, mit besonderer Berücksichtigung der sog. „Stützbündel" Russow's. Mit 3 farb. Tafeln. Preis 6 Mark.
19. **Beck von Mannagetta, Dr. Günther Ritter,** Monographie der Gattung Orobanche. Mit 4 farb. Tafeln und 3 Karten. Preis 64 Mark.
20. **Rostowzew, J.,** Die Entwickelung der Blüthe und des Blüthenstandes bei einigen Arten der Gruppe Ambrosieae und Stellung der letzteren im System. Mit 7 Tafeln. Preis 10 Mark.
21. **Stenzel, Prof. Dr. G.,** Blüthenbildungen beim Schneeglöckchen (Galanthus nivalis) und Samenformen bei der Eiche (Quercus pedunculata). Mit 6 Tafeln. Preis 20 Mark.
22. **Karsten, G.,** Ueber die Mangrove-Vegetation im Malayischen Archipel. Mit 11 Tafeln. Preis 24 Mark.
23. **Reinke, J.,** Beiträge zur vergleichenden Anatomie und Morphologie der Sphaeclariaceen. Mit 13 Tafeln. Preis 24 Mark.
24. **Berckholtz, W.,** Beiträge zur Kenntniss der Morphologie und Anatomie von Gunnera manicata Linden. Mit 9 Tafeln. Preis 20 Mark.
25. **Krick, Fr.,** Ueber die Rindenknollen der Rothbuche. Mit 2 Tafeln. Preis 8 Mark.
26. **Wettstein, Dr. R. von,** Beitrag zur Flora Albaniens. Mit 5 Tafeln. Preis 24 Mark.

Die „Bibliotheca botanica" erscheint in Quartformat in zwanglosen Heften mit zahlreichen, zum grossen Theil farbigen Tafeln. — Jedes Heft wird einzeln abgegeben und einzeln berechnet.

BIBLIOTHECA BOTANICA.

Original-Abhandlungen

aus

dem Gesammtgebiete der Botanik.

Herausgegeben

von

Prof. Dr. Chr. Luerssen
in Königsberg i. Pr.

und

Prof. Dr. B. Frank
in Berlin.

Heft 32.

Wie wirkt träufelndes und fliessendes Wasser auf die Gestaltung des Blattes?

Einige biologische Experimente und Beobachtungen

von

J. R. Jungner.

Mit 3 Tafeln.

STUTTGART.
Verlag von Erwin Nägele.
1895.

BIBLIOTHECA BOTANICA.

Original-Abhandlungen

aus

dem Gesammtgebiete der Botanik.

Herausgegeben

von

Prof. Dr. Chr. Luerssen
in Königsberg i. Pr.

und

Prof. Dr. B. Frank
in Berlin.

Heft 32.

Wie wirkt träufelndes und fliessendes Wasser auf die Gestaltung des Blattes?

Einige biologische Experimente und Beobachtungen

von

J. R. Jungner.

Mit 3 Tafeln.

STUTTGART.
Verlag von Erwin Nägele.
1895.

Wie wirkt träufelndes und fliessendes Wasser auf die Gestaltung des Blattes?

Einige biologische Experimente und Beobachtungen

von

J. R. Jungner.

Mit 3 Tafeln.

STUTTGART.
Verlag von Erwin Nägele.
1895.

Alle Rechte vorbehalten.

Louis Bosheuyer's Buchdruckerei, Wolfgang Drück, Cannstatt.

Inhaltsverzeichniss.

Seite

I. Ueber Versuche Regenblattcharaktere künstlich hervorzubringen 1

Begonia boliviensis Hort. 4

Evonymus japonicus L. fil 4

Camellia japonica L. 5

Vinca minor L. 5

Veronica officinalis L. 5

Arenaria trinervia L. 6

II. Beobachtungen über die Blattgestalt auf stets berieselten Plätzen an Wasserstrudeln und Wasserfällen 8

Ueber die meteorologischen Umstände, welche auf die Vegetation daselbst einwirken . . 8

Ueber die Ausbildung der Blätter am Tännforsen 10

„ „ am Ristafall 17

„ „ am Ärebäck 18

„ „ am Hellingsåfall u. a. O. 20

III. Die Gestalt der im Wasser und an zeitweise überschwemmten Ufern wachsenden Pflanzen 21

Ausgedehnte Blätter 24

„Strömungsblätter“, „Teichblätter“ und „Ueberschwemmungsblätter“ 31

Ganzrandige Blätter 33

Zusammenfassung und Ergebnisse 35

Litteratur 38

Erklärung der Abbildungen 39

I.

Über Versuche Regenblattcharaktere künstlich hervorzubringen.

In den ersten Wochen des Frühlings 1893 begann ich Versuche anzustellen, ob sich mittelst ununterbrochen herabträufelnden Wassers bei Pflanzenblättern gewisse Eigenschaften erzeugen liessen. Es interessierte mich zu prüfen, in wie weit die Eigenschaften, welche den in besonders niederschlagsreichen tropischen Gegenden hervortretenden Regenblatttypus[1]) auszuzeichnen scheinen, während der Entwicklung des Individuums in gewissem Grade auch bei andern Blattgestalten durch permanentes Begiessen mit tropfendem Wasser hervorgerufen werden können.

Der Apparat, durch welchen der künstliche Regen zu stande kam, war folgendermassen eingerichtet: Ein kleiner Wasserstrom wurde aus einem grösseren Topf in ein Glasrohr geleitet, welches in horizontaler Lage über einem Fenster angebracht war. Von der unteren Seite dieses Rohres gingen kleine Abläufe aus, an welche Kautschukschläuche befestigt waren, und diese endeten in kleine Glasröhren, welche in feine Spitzen ausgezogen waren. Die Schläuche waren mit Klammern versehen, durch welche die Menge und die Stärke des Wasserstroms moderiert werden konnten, so dass man je nach Wunsch einen feinen Strahl oder Tropfen von verschiedener Grösse erhielt.

Die Pflanzen, welche für das Experiment bestimmt waren, wurden auf eine mit Kanten versehene Blechplatte gestellt, von welcher das verbrauchte Wasser durch ein Rohr abgeleitet wurde. Die Gefässe, in welchen die Pflanzen sich befanden, wurden auf diese Platte und zwar anfangs schief gestellt, teils damit die Blätter, auch bevor sie vom Regen niedergedrückt worden waren, eine solche Stellung einnehmen konnten, dass das Wasser über die Spitzen gleite, teils dass dasselbe nicht in die Erde der Gefässe kommen und hierdurch in vielleicht allzu grosser Menge zu den Wurzeln der Pflanzen gelangen sollte. Die Schläuche wurden so angebracht, dass die Wassertropfen kontinuierlich die obere Seite desselben Blattes bespülten.

Diesen künstlichen Regen liess ich ununterbrochen fortfahren und zwar während der ganzen Entwicklung des Blattes, von dem Zeitpunkte an, wo dasselbe noch sehr jung war, bis dass es seine volle Ausbildung erreicht hatte.

Zu Beginn des Frühlings bis in den Monat Mai hinein war es notwendig, dem Wasser, ehe es angewendet wurde, eine höhere Temperatur zu geben, als die, welche die Wasserleitung hatte. Aus diesem Grunde stand das anzuwendende Wasser erst mindestens einen Tag lang in einem warmen Zimmer. Die Gefässe, welche sich am besten für die Experimente eigneten, waren gläserne Gefässe. Gefässe aus Eisen hätte ich lieber nicht anwenden sollen. Es zeigte sich näm-

[1]) J. R. Jungner, Om regnblad, daggblad och snöblad. (Ueber Regenblätter, Taublätter und Schneeblätter.) — Botaniska Notiser 1893 Nr. 3 und 1894 Nr. 3.

lich bei den angestellten Versuchen, dass sowohl ein grösserer Eisengehalt des Wassers als auch eine niedrige Temperatur desselben eine schädliche Wirkung auf die Blätter ausübte und somit mich auch hinderte, ein gutes Resultat zu erzielen. Eine mehr oder weniger dicke Schicht von Eisenoxydhydrat hinderte die Wasserpartikeln, mit den Blattoberflächen in direkte Berührung zu kommen. Regenwasser, das ohne Zweifel hier besser als das Wasser unserer Leitungen gewesen wäre, konnte ich leider nicht ohne allzu grosse Opfer an Zeit herbeischaffen.

Die Anwendung kalten Wassers bei Pflanzen wie Camellia und Begonia, welche sich hierfür nicht eignen, bewirkte bei diesen ausser dem Abfallen der Blätter nach kurzer Zeit eigentümliche Veränderungen, worüber ich später noch sprechen werde.

Die Pflanzen, mit denen ich experimentierte, waren folgende:

Begonia boliviensis Hort.,
Evonymus japonicus L. fil.,
Camellia japonica L.,
Vinca minor L.,
Veronica officinalis L. sowie
Arenaria trinervia L.

Die Regenblattcharaktere, welche ich hervorzubringen suchte, waren folgende:

hängende Lage,
ganze Ränder,
glatte Oberseiten,
ausgezogene Träufelspitzen,
deutliche Gelenkpolster und
leichte Benetzbarkeit.

Diese schienen auch die hervorragendsten des Typus zu sein, da ja die Blätter von der oben erwähnten Beschaffenheit in regenreichen Gegenden sowohl an Individuen- als auch an Arten-Anzahl viel gewöhnlicher sind als irgend welche anderen.

Die fünf ersten unter den oben erwähnten Eigenschaften der Regenblätter habe ich in zwei Aufsätzen[1]) als die wichtigsten hervorgehoben. Später hat Stahl[2]) die Richtigkeit aller dieser Beobachtungen bestätigt, wobei er auch auf andere, die Blätter regenreicher Gegenden auszeichnende Charaktere hinwies. »Die leichte Benetzbarkeit« derselben ist von ihm gezeigt worden, und kann ich meinerseits diese Beobachtung ebenfalls bestätigen. Dass ich schon von Anfang an das Vorkommen dieses Charakters nicht übersehen habe, zeigt sich auch bei einiger Aufmerksamkeit schon in den in meinem ersten Aufsatze gemachten Aeusserungen betreffs Trockenlegung der Blattflächen durch die langen Spitzen.

Eine andere Eigenschaft, welche in der Arbeit Stahl's als auszeichnend für die Blätter in regenreichen Gegenden der Insel Java angegeben wurde, ist »der Sammtglanz«.

Auch die Richtigkeit dieser Angabe kann an und für sich nicht geleugnet werden, obwohl solche papillöse Blätter nicht allein in Hinsicht auf den Regen, sondern auch und vielleicht in

---

[1]) J. R. Jungner, Anpassungen der Pflanzen an das Klima in den Gegenden der regenreichen Kamerungebirge. Bot. Centralbl. Nr. 38. 1891 und

Derselbe, op. cit.

[2]) E. Stahl, Regenfall und Blattgestalt — Extraits des Annales du Jardin Botanique de Buitenzorg. Leiden 1893.

erster Linie mit Rücksicht auf die Feuchtigkeit der Luft und der Beschattung ausgebildet zu sein scheinen. Ich werde hierbei Stahl's[1]) eigene Worte wiedergeben.

«In ihrer Heimat bewohnen diese ‚Sammtpflanzen', von denen ich hier bloss einige der bekannteren: Cyanophyllum magnificum und andere Melastomaceen, Begonia Rex und viele andere, Anthurium cristallinum, Philodendron Lindeni, Anoectochilus und verwandte Gattungen aus der Familie der Orchideen, zahlreiche Marantaceen erwähnen will, die allerfeuchtesten, schattigsten Urwälder. In Westjava fand ich z. B. die Rasen der Pogonia crispa im dichtesten Schatten hoher Feigenbäume zwischen nassem Mulm; Argyrorchis javanica und Macodes petola zwischen feuchten Moospolstern oder in tiefen Schluchten an überrieselten Felswänden, während der marmorierte Cissus discolor sich an den Sträuchern längs der vom Salah herunterkommenden Bächlein empor rankte«. Auch im Kamerungebiete kamen Blätter mit Sammtglanz vor, z. B. ein Teil Begonia-Arten. Indessen ist es nicht die Feuchtigkeit der Luft an sich, auch nicht die Beschattung, welche hierbei als das Bestimmende in Betracht gezogen werden muss, sondern nur der Regen selbst, so weit möglich von anderen Klimafaktoren unabhängig.

Wie ich schon in meinen früheren Aufsätzen betont, ist es der für ein bestimmtes Gebiet bezeichnendste Klimafaktor, welcher sich besonders für die obere und den meteorologischen Elementen vorzugsweise ausgesetzte Schicht der Vegetation geltend macht, der in diesem Zusammenhang am meisten in Betracht kommt.

Eine andere bezeichnende Eigenschaft der Blätter regenreicher Gegenden besteht nach Stahl in der Teilung der Blattspreite. So weit man darunter das Auftreten der Blättchen versteht, welche sich auf dieselbe Weise entwickelt haben, wie die einfachen Regenblätter, so kann ich auch in diesem Falle die Richtigkeit der Stahl'schen Behauptung bestätigen; versteht man aber hierunter, dass in regenreichen Gegenden eine allgemeinere Teilung in kleinere Lappen vorkomme, als in Gebieten, wo der Wind der am kräftigsten wirkende Klimafaktor ist, so kann ich Stahl's Ansicht nicht teilen. Allerdings stimmt es, dass lappige Blätter dieser Kategorie zuweilen in Gegenden mit grosser Regenmenge vorkommen, allein sie dürften doch in weit grösseren Mengen in windreichen Gebieten auftreten. Im Zusammenhang hiermit will ich auch auf das oft so reichliche Vorkommen von lappigen Blättern auf den Hochgebirgen hinweisen, wo der Niederschlag aus schwachem Regen[2]) besteht, der Wind dagegen immer ununterbrochen weht, und ausserdem anführen, was Stahl selbst in der citierten Arbeit Seite 162 sagt: »Die Zerteilung der Blattspreite in mehr oder weniger von einander unabhängigen Lamellen bringt den Vorteil, dass, bei im übrigen gleicher Struktur und gleicher Gesammtoberfläche, die Spreiten schwächer gebaut sein können, als wenn sie ganz sind. Hieraus ergiebt sich, dass die Herstellung einer gegen *Regen und Wind* gleich resistenten, geteilten Spreite einen geringeren Materialaufwand erheischt, als die einer einfachen ungeteilten.«

Auf Grund dessen waren es keine anderen Charaktere als die oben aufgezählten, welche ich durch meine Versuche auf künstlichem Wege hervorzubringen im Sinne hatte.

Einige andere, grösstenteils unwesentlichere Eigenschaften, welche die Blätter regenreicher, tropischer Gegenden auszeichnen, habe ich bei diesen Experimenten nicht in Betracht ziehen können.

Während des Experimentierens und nach Abschluss desselben beobachtete ich folgendes:

[1]) E. Stahl l. c. pag. 115.

[2]) Vergl. J. B. Jungner, Klima und Blatt in der Regio alpina — Flora 1894

Begonia boliviensis Hort.

Die Blätter dieser Art hatten schon von Anfang an eine hängende Lage.

Eine augenscheinliche Veränderung der fast lappigen Beschaffenheit des Randes war nach Verlauf der drei Wochen, in denen das Blatt berieselt wurde, nicht eingetreten.

Nur bei dicht und stark fallenden Tropfen ging in frühem Stadium ein Teil der Haare verloren. Im Uebrigen blieben die ziemlich groben und starken Haare zum grössten Teile stehen. Die Kraft, mit welcher die Tropfen herunter fielen, konnte jedoch augenscheinlich nicht besonders gross sein, weil die Tropfen von einer Höhe von nur ca. einem halben Meter kamen.

Schon von Anfang an waren die Blätter träutelspitzig oder wenigstens ziemlich lang und schmal zugespitzt. Bei einem Blatte aber, das während drei Wochen der Ueberrieselung ausgesetzt war, hatte sich die Spitze merkbar, obwohl unbedeutend, mehr verlängert, als bei den nicht bespülten Blättern, welche sich in derselben Höhe des Stengels und im Uebrigen unter denselben obwaltenden Umständen befanden.

Deutlicher ausgebildete Gelenkpolster als die, welche unter normalen Verhältnissen vorkamen, konnten bei dem fraglichen Individuum nicht mit Bestimmtheit bemerkt werden.

Auch dürfte die Entstehung dieses Organs davon abhängen, in wie weit irgend ein bestimmter Punkt des Blattstieles in höherem Grade in Bewegung gerät als die übrigen Teile, oder davon, ob die Biegung dieses Organs beim Niederfallen der Tropfen auf die Blattfläche überall gleichmässig ist, in welch letzterem Falle wohl nicht besondere Gelenkpolster hervorgebracht werden können, sondern anstatt dessen ein Polstergewebe auftritt, welches sich dann im ganzen Blattstiele und in dessen ganzer Länge zeigen dürfte. Bei der fraglichen Art schien die Biegungsbewegung beim Tropfen kaum auf einen oder mehrere bestimmte Punkte beschränkt zu sein, sondern sie ging gleichmässig an der ganzen Länge des Stieles vor sich.

Bei der erwähnten Art sind die Blätter unter normalen Verhältnissen und auch in unsern Gewächshäusern schon in sehr jungem Stadium leicht benetzbar.

Evonymus japonicus L. fil.

Die Blätter waren im jüngeren Stadium wie im normalen, definitiven Zustand schief aufwärts gerichtet, wurden aber allmählig durch den Einfluss der Wassertropfen ein wenig abwärts gerichtet. Indessen konnte ich dem Verlaufe bei dieser Art höchstens 14 Tage lang folgen, weil die Blätter den unaufhörlichen Wassertropfenfall nicht ertrugen, vielmehr nach dieser Zeit oder schon vorher, von der Temperatur, Stärke und Menge des Wassers beeinflusst, abfielen.

Die Sägezähne, welche schon bei nicht bespülten Blättern aufwärts gerichtet und verhältnismässig sehr klein und spitz sind, schienen in ihrer Grösse etwas reduciert zu sein.

Mit diesem Resultat dürfte die Thatsache zu vergleichen sein, auf welche wir später zurückkommen, dass in wellendem oder fliessendem Wasser wachsende und von diesem in die Länge ausgezogene Blätter selten mit deutlichen Sägezähnen versehen sind. So sind z. B. bei Ranunculus Lingua L. und R. Flammula L., welche im oder am Wasser auf vorübergehend überschwemmten Fluss- und Seeufern vorkommen, die langgestreckten Blätter mehr ganzrandig als bei den meisten der auf dem Land wachsenden Ranunculus-Arten; und Lobelia Dortmanna L., die an Fluss- und Seeufern im Wasser wächst, hat im Gegensatz zu den auf dem Lande wachsenden Lobelia-Arten ganzrandige Blätter.

Die Blattfläche war schon von Anfang an und auch bei nicht bespülten Blättern glatt.

Betreffs der Träufelspitzen und Gelenkpolster konnte ich in dieser kurzen Zeit keine deutlichen Resultate erzielen. Die jüngeren Blätter waren schon kurz nach dem Hervorbrechen leicht benetzbar, was vielleicht teilweise darauf beruhte, dass die Knospen schon vor dem Hervorbrechen der Blätter bespült wurden. Unter normalen Verhältnissen, bei Treibhauspflanzen, die im Sommer ins Freie gestellt werden, werden die Blätter erst nach mehreren Wochen ganz benetzbar.

Camellia japonica L.

ertrug nur kurze Zeit das unausgesetzte Herabtropfen. Einige Blätter hielten sich 5—6 Tage, andere wieder fielen schon nach 24 Stunden ab. Etwaige andere Veränderungen als die, welche sich auf die Benetzbarkeit bezogen, konnten während dieser kurzen Zeit nicht beobachtet werden. Die jungen, aus der Knospe eben hervorgekommenen Blätter waren nach einer Bespülung von einigen Tagen benetzbar. Ältere Blätter dieser Art sind bekanntlich ebenso wie die älteren Blätter der vorhergehenden Arten und der meisten Arten von ähnlichem Aussehen im Allgemeinen völlig benetzbar. Individuen, welche spärlichem oder normalem Regen ausgesetzt werden, zeigen, wie die vorhergehende Art, erst einige Wochen oder Monate nach dem Hervorbrechen der Knospen eine totale Benetzbarkeit.

Vinca minor L. (Taf. III, Fig. 3 und 4.)

Ein mehr als 4 Wochen lang bespültes Blatt erhielt die in gewisser Beziehung für die Regenblätter charakteristische hängende Lage. Die Ränder sind bekanntlich schon bei nicht bespülten Blättern ganz und die Oberseiten glatt.

Das anfangs nur zugespitzte Blatt erhielt schiesslich eine sehr kurze Träufelspitze. Obwohl selten, so können doch fast ähnliche Spitzen bei unbespülten Blättern vorkommen.

Die Gelenkpolster wurden unbedeutend, jedoch merkbar grösser bei dem fraglichen Blatte als bei den unbespülten Blättern, welche unter die Einwirkung übrigens gleicher Umstände gestellt worden waren.

Die Benetzbarkeit, welche bei jüngeren Blättern und auch bei recht alten in normalem Zustande nur unregelmässig und stellenweise auftritt, wurde bei den noch jungen Blättern schon nach kurzer Zeit vollständig.

Veronica officinalis L. (Taf. II, Fig. 9 und 10.)

Die Zweige wurden so gestellt, dass die Blätter durch die niederdrückende Kraft des Regens allmählich eine hängende Lage erhalten konnten, was auch nach einiger Zeit eintraf.

Die jungen Blätter wie auch die Spitzen der Zweige streben danach, sich aufwärts zu richten, und erst nach einiger Zeit und infolge eines permanenten Stromes und schwerer, dichtfallender Tropfen senkten sich mehrere Blätter ganz allmählich nach unten. Ein Teil der Blätter wurde somit immer mehr abwärts gerichtet, so dass das Wasser über die Spitze entfernt wurde.

Die Ränder der Blätter wurden, nachdem die Überspülung 6 Wochen lang vom Knospenstadium bis zum voll entwickelten Zustand fortgesetzt worden, bedeutend weniger scharf gesägt als die Ränder derjenigen Blätter, welche sich gleichzeitig im Freien unter Einwirkung geringerer Regenmengen entwickelten. In jüngerem Stadium, ebenso auch zuweilen während ihrer späteren Entwicklung, waren nämlich die Ränder etwas aufwärts nach der Oberseite gebogen. Infolge hier-

von und ausserdem weil der Wasserstrom fast ununterbrochen ziemlich stark und reichlich war, wurden auch die jungen Sägezähneanlagen beständig der denudierenden Einwirkung des Stromes oder des Herabtropfens ausgesetzt.

Auch die Behaarung war bedeutend reduciert. Die bespülten Blätter sowie die anstossenden Stengelteile, welche eine vollständige Ausbildung erreicht hatten, waren beinahe kahl. Hier und da zeigten sich einige Haare, aber die Länge derselben war sehr verschieden, auch waren sie durchschnittlich viel kürzer als an den normal entwickelten Blättern und zuweilen papillenförmig.

Deutlichere Träufelspitzen von der Form, wie sie bei Regenblättern angetroffen werden, konnten hier nicht entstehen, weil das normale Blatt mit schwacher Zuspitzung abgerundet und mit ziemlich stumpfen Spitzenzähnen versehen ist. Eine deutliche Verlängerung und Zuspitzung dieses Teils des Blattes hatte indessen, wie auf der Abbildung ersichtlich ist, nach dem Versuche stattgefunden. Es scheint zuerst vielleicht eigentümlich, dass die Haare sowie die Sägezähne der Kanten vom Regen reduciert wurden, während dagegen der Spitzenzahn immer mehr hervortrat und in die Länge ausgezogen wurde.

Diese Thatsachen können wohl nur so erklärt werden: der über die Ränder und über die Spreite fliessende Wasserstrom sowie die dicht fallenden Tropfen haben die Haar- und Kantzähneanlagen in einer mehr winkelrechten Richtung getroffen, gegen die, in welcher der Längenzuwachs der fraglichen Organe vor sich geht; aber auf den Spitzenzahn des Blattes sowie auf die Zellen und Gewebe, aus denen er besteht, wirkt der Wasserstrom ausdehnend nach derselben Richtung, in welcher der stärkste Zuwachs auch unter normalen Regenverhältnissen hier stattfindet.

Die jungen Blätter waren schon von Anbeginn leicht benetzbar.

Arenaria trinervia L. (Taf. III, Fig. 5 und 6.)

Weil die Blattstiele lang und mit schwach entwickelten mechanischen Geweben versehen sind, wird die Biegungsfestigkeit hierselbst nach kurzer Bespülung von der Schwere des Wassers überwunden, und die Blätter hängen die Spitzen nach unten.

Die Ränder sind schon von Anfang an ganz. Die aus lichten, aber ziemlich langen Haaren bestehende Bekleidung wird weggespült, was mehr oder weniger von der ungleichen Kraft und Dauer des Stromes und der Tropfen abhängig ist. Nach 6 Wochen war bei einem bespülten Blatte eine sehr unbedeutende, jedoch auffallende Verlängerung der Spitze, sowie Biegung derselben eingetreten.

Was die Gelenkpolster betrifft, so konnte ich nach der erwähnten Zeit keine Veränderung beobachten, die auf eine stärkere Entwicklung dieses Organes hingewiesen hätte.

Die Benetzbarkeit war schon bei den jungen Blättern ausgeprägt.

Wie schon erwähnt konnten Camellia und Evonymus keine sehr niedrige Temperatur des Wassers ertragen, sondern fielen schon nach Verlauf weniger Tage infolge der Bespülung ab. Ihre Ränder waren dann ein- oder zurückgebogen, zuweilen fast zusammengerollt.

Bei Veronica officinalis L. und Arenaria trinervia L., deren Blätter bei Anwendung desselben kalten (10—16° C) Wassers längere Zeit sitzen blieben, konnte man auch andere Veränderungen des Blatttypus deutlich beobachten, als die oben besprochenen, die nach dem Regenblatttypus hinneigen. Da die hierdurch hervorgerufenen Eigenschaften weder bei den wärmerem Regen ausgesetzten Regenblättern vorkommen noch auf experimentellem Wege bei Anwendung wärmeren

Wassers (über ungefähr 20° C) deutlich hervorgebracht werden können, so ist also vermutlich die niedrige Temperatur des Wassers der bei der Entstehung dieser Eigenschaften wirksamste Impuls.

Die Ränder scheinen nämlich an manchen Stellen des Blattes zurück- oder eingebogen, entweder der oberen oder unteren Seite zu. Die niedrige Temperatur verursacht vielleicht eine Hemmung des Wachstums an dem Rande selbst und daher wird dieser Teil des Blattes weniger der Länge nach entwickelt als die anstossende Partie und deshalb bei dem ferneren Zuwachs derselben eingebogen. Besonders findet diese Zurückbiegung bei den niederhängenden Spitzen und bei den benachbarten Partien statt, was ohne Zweifel damit zusammenhängt, dass das kalte Wasser hier in grösserer Menge an der Blattfläche adhäriert, als es an den übrigen Teilen des Blattes der Fall ist. Wenn diese Biegung des Blattes regelmässiger und rund um die Peripherie des Blattes eintritt, dürften in diesem Fall schaalenförmige Blätter (folia cochleata) entstehen.[1])

In den übrigen Teilen der Blätter, besonders wenn diese mehr oder weniger rinnenförmig sind, indem die Mittelnerven tiefer liegen, tritt ausserdem auch eine umgekehrte Veränderung ein, die darin besteht, dass die Mittelnerven und die nächstliegende Partie des Blattes in ihrem Zuwachs gehemmt werden, und zwar infolge der niedrigen Temperatur des über hauptsächlich diesen Teil des Blattes fliessenden Wassers, wodurch das Blatt gekräuselte Ränder erhält.

Da diese beiden Eigenschaften, nämlich die Kräuselung und Einbiegung der Ränder gleichzeitig entstehen, wobei ausserdem nicht selten die Spitze verdreht wird, erhält das Blatt ein unregelmässiges Aussehen mit sehr unebener Fläche, zuweilen etwas schalenförmig, zuweilen wie ein Korkzieher gebogen, wobei die ursprüngliche Form nur mit Schwierigkeit zu unterscheiden ist.

Zur Entstehung dieser eigentümlichen Formen trägt wohl der rein mechanische Einfluss der auf die jungen Blattflächen herabfallenden Wassertropfen bei.

Das Resultat der oben angeführten Versuche dürfte also folgendes sein:

Die Regenblattcharaktere können an dem Blatte nur in verhältnismässig geringem Grade während seiner ontogenetischen Entwicklung hervorgerufen werden, auch wenn es von seinem Hervortreten aus der Knospe an, bis zur vollen Entwicklung ununterbrochen der Einwirkung des träufelnden oder fliessenden Wassers ausgesetzt wird.

Einige Charaktere, wie hängende Lage, glatte Oberseite und leichte Benetzbarkeit können allerdings bald hervorgerufen werden, allein Träufelspitzen wie auch Gelenkpolster und ganze Ränder werden schon seltener während der Entwicklung des Blattindividuums deutlich in höherem Grade zu erhalten sein; und in den Fällen, wo sie dennoch durch das Wasser während der ontogenetischen Entwicklung zur Ausbildung gelangen, geschieht dies, wenn auch einem geübten Auge deutlich, doch nur in geringem Grade.

Diese Resultate waren es hauptsächlich, welche mich nach beendigten Experimenten, sowohl Anfang Juli 1893 als auch im vergangenen Sommer veranlassten, mich nach Jämtland zu begeben, zu welcher Reise mir die Königl. Schwed. Akademie der Wissenschaften gütigst ein Stipendium gewährte, um an den Hochgebirgsbächen, Wasserstrudeln und Wasserfällen womöglich stets überschwemmte Plätze aufzusuchen und daselbst zu studieren, welche Folgen die Vegetation durch das stete Berieseltwerden zeigte.

Die unbedeutende, aber bestimmte Veränderung, welche ich bei meinen Versuchen während der ontogenetischen Entwicklung der Blätter beobachtet hatte, glaubte ich in noch höherem Grade

[1]) Vergl. J. R. Jungner, Klima und Blatt etc. pag. 210.

an dem Platze zu finden, wo eine solche Berieselung ununterbrochen dasselbe Pflanzenindividuum oder auch unausgesetzt mehrere auf einander folgende Generationen derselben Art betroffen hatte. Da ich also meine nun folgenden Studien an Ort und Stelle begann, stand zu hoffen, dass sowohl Regenblattcharaktere als auch andere, durch die niedrige Temperatur des Wassers ausgebildete Eigenschaften der Blätter in noch weit höherem Grade hervortreten würden.

II.

Beobachtungen über die Blattgestalt auf stets berieselten Plätzen an Wasserstrudeln und Wasserfällen.

Über die meteorologischen Umstände, welche auf die Vegetation daselbst einwirken.

Die meteorologischen Verhältnisse, welche an Wasserfällen, besonders in Hochgebirgs- und Berggegenden herrschen, scheinen für die Vegetation von so grosser Bedeutung zu sein, dass man wohl zuerst dieser Frage einige Worte widmen muss.

Sowohl durch Besuche an mehreren dieser Wasserfälle als auch mit Hilfe von Photographien einiger derselben, bin ich zu dem Resultat gekommen, dass auf grösseren oder kleineren Gebieten nahe am Falle meistenteils ein permanenter Sprühregen niederfällt.

Zuweilen kommt es auch vor, dass das Wasser sich über nahe gelegene Steine oder Felsen ergiesst und als stete Tropfen die darunter wachsende Vegetation beträufelt. Mit aller Wahrscheinlichkeit dürfte sich gewöhnlich der Sprühregen nicht allein von den kleinen Partikeln der niederstürzenden Wassermasse herleiten, welche durch die Kraft, womit sie fällt, in eine Menge kleiner Tropfen aufgelöst wird, sondern auch und vielleicht zumeist durch Niederschlag aus der mit Feuchtigkeit gesättigten Luft erklärt werden, wenn diese in eine kältere Luftschicht gelangt. Dieser Staubregen wird vom Winde — welcher wahrscheinlich in gewissem Grade dadurch verstärkt wird, dass das Wasser im Fallen die Luftpartikeln forttreibt — an das Ufer geführt und wie es den Anschein hat, vorzugsweise nach einem bestimmten Punkte an einer bestimmten Seite des Flusses.

Sowohl an dem Ristafall wie an dem Falle des Tännforsen beobachtete ich, dass eine hainthälchenartige Formation das Gebiet einnahm, welches dann besonders übersprüht war.

Da man weiss, dass die Hainthälchenvegetation meistens an den Stellen auftritt, wo der Boden stets feucht ist oder von Wasser durchsickert wird, so musste der Gedanke nahe liegen, dass gerade die Plätze, wo diese Vegetation vorkommt, im allgemeinen am meisten überrieselt sind und öfter als andere an den Wasserfall stossende Gebiete.

Ich verglich daher mehrere zu verschiedenen Zeiten aufgenommene Photographien von erwähnten Fällen und fand nun auf sämtlichen einen Wolkenschleier gerade über den Plätzen ruhen, wo Hainthälchenvegetation vorkommt.

Bei späteren Besuchen an oben erwähnten Plätzen beobachtete ich dieselben Umstände und machte ausserdem die Entdeckung, dass die überrieselte Hainthälchenvegetation beider Wasserfälle an den konvexen Ufern des Flusses gelegen ist. Der Indalself bildet nämlich sowohl beim Tännforsen wie beim Ristafall eine deutliche Krümmung.

Auf dem konkaven, entgegengesetzten Ufer des Flusses giebt es dagegen keine oder wenigstens nur ganz wenige Individuen der Hainthälchenpflanzen.

Auch auf Photographien des Hellingsafalles im nördlichen Jämtland habe ich einen Wolkenschleier über dem konvexen Flussufer ruhen sehen. Wie weit eine etwaige Hainthälchenformation hier auftritt, dürfte zweifelhaft sein, da nach den Photographien zu urteilen — ich selbst habe diesen Fall nicht besucht — die Ufer hier von ausschliesslich der Vegetation unzugänglichen, nackten und sehr schroffen Felsen bestehen.

Dass nun der Sprühregen vorzugsweise gegen die konvexe Seite des Flusses fällt, kann vielleicht, wie es auch die Erfahrung zeigt, ein Beweis dafür sein, dass die Richtung des Windes gewöhnlich dieselbe, wie die des Flussthales ist. Wenn der Fluss somit am Falle einen Winkel bildet, so muss der Regen, gleichviel ob der Wind gegen den Lauf des Flusses weht oder nicht, immer die konvexe Seite desselben und ungefähr dasselbe Gebiet treffen.

Das meteorologische Element, welches bei Wasserfällen neben dem Wasser eine grosse Rolle für die Entwicklung der Vegetation spielt, ist der permanente, frische und oft starke Wind, der hier gewöhnlich herrscht.

Auf ähnliche Weise wie an Wasserfällen, sind auch an den Strudeln, obwohl in geringerem Grade, die Naturverhältnisse ausgeprägt und demnach ist die Vegetation entwickelt. Die Flüsse sind nämlich nicht selten weithin ganz mit weissem Schaum bedeckt. Es ist klar, dass die Pflanzen, welche an solchen Ufern nahe am Wasserrande auftreten, ebenso wie an den Wasserfällen der Einwirkung der spritzenden Wassertropfen wenigstens zeitweise ausgesetzt werden. Auch die Luft muss in unmittelbarer Nähe eines solchen schäumenden und strudelnden Flusses mit Feuchtigkeit gesättigt sein, stärker als weiter davon entfernt. Wenn die Frühlingsüberschwemmungen kommen oder das Wasser anderer Ursache wegen — z. B. nach vielem Regnen in den Hochgebirgen — höher steigt als gewöhnlich, so wird die Vegetation, die hier überschwemmt wird, von der Strömung selbst ganz anders und in höherem Grade beeinflusst als die Pflanzen, welche von stilleren Gewässern überschwemmt werden. Wenn man eine solche Flut im Frühjahre mit Schnelligkeit über die jungen Schösslinge des Uferlandes schiessen sieht, wenn man sieht, wie oft auch die unteren Zweige der Bäume und Sträucher unaufhörlich überspült und durch Wasser in Bewegung gesetzt werden, so kann man nicht umhin, schon jetzt Vergleiche über dieses und jenes zu machen, und man fühlt sich veranlasst, später im Sommer von neuem einen Besuch an demselben Platze abzustatten, um zu sehen, wie weit die vollständig entwickelten Blätter, die hier vom Wasser beeinflusst, sich in ihrer Gestalt von der Vegetation etwa unterschieden, welche in der Nähe wächst, aber in ihrem früheren Stadium nicht überschwemmt worden war.

Schon von vornherein kann man annehmen, dass zeitweise in überschwemmendem, fliessendem Wasser untergetauchte Landpflanzen gewisse mit solchen Wasserpflanzen gemeinsame, habituelle Charaktere zeigen, welche in stark strömenden Flüssen vorkommen.

Auch die niedrige Temperatur des Wassers, besonders während der ersten Vegetationsperiode und vorzugsweise in den Hochgebirgen, hat ohne Zweifel, wie wir bald sehen werden, einen Einfluss auf die Ausbildung einer gewissen Blattgestalt gehabt.

Die Wasserfälle, welche ich besuchte waren: der Ristafall, der Tännforsen, der Fall des Arebäck's zwischen „Mörwikshummeln“ und „Totthummeln“ sowie der „Funnafall“ und der Fall des Stördalselfs im Merakerthal in Norwegen. Ausserdem besuchte ich sowohl die Strudel in der Nähe dieser Wasserfälle als auch viele andere sowie kleinere Bäche und Flüsschen in den Hochgebirgen. Hauptsächlich waren es aber nur einige wenige Wasserfälle, bei welchen ich Gelegenheit hatte, einen längeren Aufenthalt zu machen und von der Beschaffenheit der Vegetation genauere Kenntniss zu nehmen.

Über die Ausbildung der Blätter am Tännforsen.

An der westlichen Seite des Falles tritt, wie erwähnt, eine Hainthälchenformation auf. Diese ist ziemlich tief gelegen und nimmt etwa 50 □ m ein. Sie scheint allerdings eine geschützte Lage zu haben, aber es herrscht dennoch hier ein sehr frischer Wind, und der Platz wird unablässig von dem Gischt des Wasserfalles bespritzt; sie liegt aber augenscheinlich dem Wasser nicht so nahe, dass sie in ihrem vollen Umfange von der Flut des Frühlings überschwemmt wird.

Der Pflanzengesellschaft selbst fehlt die Waldschicht, sie wird aber in einiger Entfernung von Fichten- und Birkenwald begrenzt (*Picea excelsa* Link und *Betula odorata* Bechst.), welcher jedoch nicht so nahe ans Wasser zu dringen scheint, dass die Elemente dieser Formation hierdurch in ihren habituellen Charakteren einen Eindruck erleiden konnten.

Die höchste Feldschicht besteht aus *Salix glauca* L., *Salix Lapponum* L., einigen Exemplaren von *Sorbus Aucuparia* L. und aus *Rubus idaeus* L.

Salix glauca L. hat hier nicht dasselbe Aussehen wie in den Hochgebirgen oberhalb der Baumgrenze. Die Blätter — zuweilen auch die Zweige — scheinen vom vielen Regen niedergedrückt zu sein, so dass sie beinahe eine horizontale oder zuweilen eine hängende Lage einnehmen.

Bei dieser, sowie auch in etwas höherem Grade bei der folgenden Art waren Gelenkpolster sehr deutlich ausgebildet. Wie weit im allgemeinen eine grössere Verschiedenheit in dieser Beziehung zwischen den hier wachsenden Individuen und denen der Regio alpina in den Hochgebirgen vorkommt, konnte ich aber nicht mit Sicherheit entscheiden. Bei manchen Blättern zeigte es sich doch, dass dies der Fall war.

Was die Benetzbarkeit betrifft, so scheinen die Blätter fraglicher Art sowie anderer hier vorkommender Arten diese Eigenschaft auch in frühem Stadium in hohem Grade zu besitzen.

Die Behaarung, welche bekanntlich unter normalen Verhältnissen die obere und untere Seite ungefähr gleich stark bedeckt, scheint hier auf der Oberseite des Blattes bedeutend reduciert zu sein. Die noch übrigen Haare waren vom Wasser gegen die Spitze gerichtet.

Hier kamen gewöhnlich deutliche Träufelspitzen vor, was dagegen bei diesen Arten in der Regio alpina nicht der Fall war. Die Ränder sind scharf zurückgebogen[1]), zuweilen an der Basis der Spitze dem Aussehen nach zerrissen, was wahrscheinlich eine Folge der oft niedrigen Temperatur des Wassers ist, wodurch das Wachstum gehemmt wird. Auch wo der Rand zerrissen erscheint, ist er oft unbeschädigt und mit einigen kleinen Haaren bekleidet. Es hat den Anschein, als ob der

[1]) Vergleichsweise will ich hier erwähnen, dass sowohl *Populus*-Arten, als einige andere Parkbäume in Östersund, welche der langen, kalten Regenperiode, die Ende Mai und Anfang Juni des vorigen Jahres stattfand, ausgesetzt waren, ebenfalls an ihren Träufelspitzen zurückgebogene Ränder zeigten.

Blattrand diese Form allmählich im Laufe der Entwicklung erhalten hätte. Zuweilen ist der Rand selbst an seinen Einschnitten zurückgebogen.

Der Blattrand der fraglichen Art ist übrigens hier wie in trockenen Gebieten ganz, nicht gesägt. Die unregelmässigen Einschnitte, die hier in oder ohne Verbindung mit der Umbiegung des Randes vorkommen können, haben ihren Grund, wie gesagt, in der niedrigen Temperatur des Wassers.

Zur Entstehung dieser charakteristischen Einschnitte trägt auch vielleicht der mechanische Einfluss des feinen Sprühregens und des Windes bei. Zuweilen sind die Gewebe an diesen Stellen vom Frost geschädigt und ganz und gar verwelkt.

Es könnte vielleicht ein Widerspruch darin liegen, dass man einerseits die kalten Wassertropfen als für das Wachstum des Blattes hemmend ansieht, indem an einigen Stellen Einschnitte hervorgerufen werden, und andererseits betont, dass die Sägezähne des Blattes durch den mechanischen Einfluss des Sprühregens oder des fliessenden Wassers denudiert werden können. Diese Veränderungen gehen jedoch neben einander oder vollständig von einander unabhängig vor sich, wozu Beispiele sich später darbieten werden.

Salix Lapponum L., welche in etwas grösserer Entfernung vom Falle wuchs, zeigte im grossen und ganzen dieselben Veränderungen wie *S. glauca* L. Die Blätter waren jedoch an den meisten Sträuchern mehr aufwärts gerichtet, wahrscheinlich weil der feine Sprühregen zu schwach war, um sie niederzubeugen.

Die Gelenkpolster waren demnach weniger deutlich. Die meisten entwickelten Blätter waren leicht benetzbar. Die Behaarung schien bei den Büschen ausgebildeter zu sein, welche etwas weiter entfernt wuchsen, als bei denen, welche dem Flussufer näher standen, wo der Regen heftiger war. Die Blätter waren kaum mit den oben erwähnten charakteristischen Einkniffen, aber mit etwas krausigen, zuweilen hier und da mit ein- oder zurückgebogenen Rändern versehen.

Bei den teilweise mehr horizontalen oder manchmal hängenden Blättern waren die Träufelspitzen gut ausgebildet. Diese Organe treten jedoch auch bei einigen aufrechten Blättern auf, was wohl in erster Linie dem Atavismus zuzuschreiben ist, aber auch vielleicht direkt in der Kraft des Windes seine Erklärung findet, indem, besonders wenn es stärker weht, die Wassertropfen trotz der aufrechten Blattstellung auch über die Spitzen sich entfernen, wodurch eine Ausdehnung dieses Blattteiles vor sich gehen kann.

Sorbus Aucuparia L. Nur zwei niedrige Exemplare wuchsen auf diesem, dem feinen Sprühregen ausgesetzten Gebiete. Diese aber zeigten unter sich ein ganz verschiedenes Aussehen. Das eine erschien fast normal entwickelt, jedoch mit spitzen Sägezähnen, besonders mit scharfem und ausgezogenem Spitzenzahn; das andere dagegen hatte, was die Blätter betrifft, ein höchst eigentümliches Aussehen (Siehe Taf. II, Fig. 4). In dreierlei Beziehung kann man sagen, dass sie sich mit Hinsicht auf die Beschaffenheit der normalen Blätter unterscheiden.

Die Sägezähne, wo es solche giebt, sind länger ausgezogen und manchmal fast träufelspitzenähnlich, der Rand ist jedoch zum grossen Teil ganz ohne jegliche Auszackung, und die oben erwähnten charakteristischen, beinahe monströsen Einkniffe laufen manchmal bis zu den Mittelnerven. Die Entstehung der grossen, zuweilen träufelspitzenähnlichen Sägezähne kann dadurch erklärt werden, dass der Wind den Sprühregen zwingt, sich von dem Rande und den hier befindlichen Sägezähnen direkt zu entfernen. Deshalb ist auch der Rand nicht wie im allgemeinen bei dieser Art doppelt gesägt, sondern mit einfachen Zähnen versehen. Die, welche sich in nächster Nähe eines ganzrandigen Gebietes befinden, sind grösser als die, welche auf einem dichtgesägten Rande auftreten, was

noch einen Beweis dafür liefert, dass es das abzublasende Wasser ist, welches die starke Entwicklung der Zähne verursacht. Demnach sollte man erwarten, dass auch bei anderen hier vorkommenden Pflanzen eine Anzahl Sägezähne auf ähnliche Weise stark entwickelt worden wäre, was auch der Fall zu sein scheint. Selbst der Spitzenzahn ist länger ausgezogen, als es im allgemeinen sonst der Fall ist.

Inzwischen scheint durchschnittlich bei den Blättern dieser Form der grössere Teil der Kante ganzrandig zu sein, ein Umstand, welcher wohl auch zu dem permanenten Regen in Beziehung steht. Wirkt der Sprühregen allein, d. h. ohne Eingreifen des Windes, so entwickeln sich ohne Zweifel ganze Ränder, wovon übrigens die Blätter der regenreichen, tropischen Gegenden Beispiele liefern. Ist das Blatt aufwärts gerichtet oder auch herabhängend, so gleitet dann das Wasser über die Ränder und trifft die Sägezähne in einer zu der Längenzuwachsrichtung dieser Organe mehr winkelrechten Richtung. Die Spitze dagegen wird durch das Vorwärtsgleiten der Wassertropfen in derselben Richtung beeinflusst, wie der Längenzuwachs hier erfolgt, und daher erhalten die Regenblätter ganze Ränder, aber eine lange Träufelspitze.

Die Blättchen, welche bei der fraglichen *Sorbus Aucuparia*-Form durchaus ganzrandig sind — denn solche giebt es auch — ebenso auch die Teile des Randes, die keine Sägezähne haben, scheinen deshalb die erwähnten Eigenschaften durch den Einfluss des Regens allein erhalten zu haben. Vergleiche hiermit das Resultat des Versuches mit *Veronica officinalis* L. Der Atavismus kann natürlich auch dazu beitragen, dass diese beiden gewissermassen entgegengesetzten Eigenschaften so oft bei demselben Blättchen verbunden auftreten. Auch bei anderen hier wachsenden Arten kommen, wie wir sehen werden, längere ganzrandige Partien des Blattes vor.

Die dritte Eigenschaft, welche bei der erwähnten Form der *Sorbus Aucuparia* L. vorkommt, besteht in den tiefen, unregelmässigen Einschnitten oder Buchten, welche zuweilen bis an den Mittelnerv reichen. Oft ist das Blatt gerade an diesen Stellen vom Frost beschädigt. Ohne Zweifel sind es die kalten, zeitweise adhärierenden und auf dem Blatte im früheren Stadium seiner Entwicklung sitzen bleibenden Wassertropfen, die ein gehemmtes Wachstum des Blattrandes bewirken. Bei der fraglichen Form tritt neben dem erwähnten Charakter seltener eine Umbiegung des Randes auf.

Der Spitzenzahn ist bei der letzterwähnten Form wie bei den andern hier auftretenden Formen ziemlich stark entwickelt. Die Gelenkpolster an der Basis der Blättchen erscheinen auch etwas deutlicher als gewöhnlich. Die Behaarung war auf beiden Seiten der Blattfläche deutlich reduciert, jedoch am erheblichsten auf der oberen.

Die Benetzbarkeit war eine vollständige.

Rubus idaeus L. Die Blätter sind mehr oder weniger hängend, mit deutlichen Gelenkpolstern, leicht benetzbar und grob einfach oder zuweilen doppelt gesägt, jedoch manchmal teilweise ganzrandig. Die Behaarung ist besonders auf der Oberseite stark reduciert. Der Spitzenzahn ist lang, bisweilen in hohem Grade in die Länge ausgezogen.

Bevor ich zur Beschreibung der anderen Formen übergehe, welche in der höheren Feldschicht vorkommen, will ich einige Umstände erwähnen, welche zu der Bezahnung und den oben erwähnten Blattformen in naher Beziehung zu stehen scheinen.

Dass viele Sägezähne auch an den Rändern der Blattfläche durch den vereinten Einfluss von Sprühregen und Wind auf diese Weise in die Länge ausgezogen werden können und eine erheblichere Grösse erreichen, ja zuweilen sich zu typischen Träufelspitzen von ansehnlicher Länge entwickeln, zeigt sich auch, wie wir später sehen werden, nicht bloss bei andern an Wasserfällen wachsenden

Arten, sondern scheint auch eine Thatsache zu sein, die ein jeder in den Gegenden beobachten kann, wo das Klima regen- und windreich ist. So hat z. B. *Sambucus racemosa var. laciniata* D C., welche nach De Candolle in der Pfalz zu Hause ist, wo der Niederschlag ungewöhnlich reich ist und der Wind stark weht, sehr lange und zwar zu deutlichen, typisch gekrümmten Träufelspitzen ausgezogene Sägezähne. Doch ist es möglich, dass diese Form an strudelndem Wasser ausgebildet ist und dort eigentlich vorkommt.

Bei der meteorologischen Station Eliesenthal, in der Oberpfalz an der westlichen Seite des Böhmerwaldes gelegen, geht nämlich die Menge des jährlichen Niederschlags bis auf ungefähr 1600 mm und die Totalsumme des Windes, nach den meteorologischen Angaben von angrenzenden Gebieten zu urteilen, scheint hier sehr hoch zu sein.

Von einem grossen Teil lappiger Varietäten, z. B. von unseren Laubbäumen und Sträuchern, kann man nun ebenfalls auf Grund des von *Sorbus Aucuparia* Gesagten annehmen, dass sie unter dem Einfluss eines feinen, kalten Sprühregens an Strudeln und Wasserfällen entstanden sind.

Betula verrucosa var. lobata Ands., wie auch *var. dalecarlica* L. (Taf. II, Fig. 2—3) zeigen eine sehr grosse Übereinstimmung mit der unregelmässig gesägten und teilweise ganzrandigen Blattgestalt der oben erwähnten *Sorbus Aucuparia*-Form. Bei beiden sind die Sägezähne zu langgestreckten, gekrümmten Partieen verlängert, in welchen ein geübter Beobachter sogleich kolossale, typisch ausgebildete Träufelspitzen wieder erkennt. Die kleineren Sägezähne fehlen oder treten unregelmässiger auf. Ein Teil Laciniata-Formen von Laubholzbäumen zeigt ausserdem oft die Eigentümlichkeit, dass die Ränder in Zähne oder Lappen sehr ungleich und unregelmässig aufgeteilt sind, wobei der Rand bald ganz, bald abwechselnd mit grösseren Sägezähnen oder Träufelspitzen versehen sein kann. Solche Formen treten auch oft bei oder nahe an den Strudeln oder Flüssen auf. So ist z. B. *Betula verrucosa var. dalecarlica* L. in Schweden auf vier weit von einander entfernten Stellen wildwachsend gefunden worden, welche Plätze jedoch sämmtlich in der Nähe von oder an Strudeln gelegen sind. Diese Varietät kommt nämlich an folgenden Stellen vor: Bei Thorsång unweit Ornäs in Dalekarlien, am Hulta Wasserfall in Nerike nahe bei dem Bergwerke Breven im Kirchspiel Skedevi bei Siljesjötorp zu Östergötland, sowie im Kirchspiel Adelöf bei Södraholm in Småland.

Was die stark entwickelten Zähne betrifft, sei im Zusammenhange hiermit erwähnt, dass in regenreichen — doch hauptsächlich wie es scheint auf oder in der Nähe von höheren Bergen gelegenen — tropischen Gegenden, wo bekanntlich die Blätter in überwiegender Anzahl ganzrandig sind, dennoch zuweilen gesägte Blätter mit sehr grossen aber einfachen Zähnen vorkommen, welche wahrscheinlich ihre starke Entwicklung dem Regen und dem Wind zu verdanken haben. Das Vorkommen gesägter Blätter — jedoch hauptsächlich die der niedriger gelegenen Pflanzenschichten — in diesen tropischen Wäldern kann ausserdem durch die Nähe der kalten, oft schneereichen Gebirge und zugleich durch den hohen Feuchtigkeitsgrad der Luft im Vereine mit der oft horizontaleren Stellung der Blätter, deren allgemeine Form, Nervation u. s. w. in diesen niederen Schichten erklärt werden.

Ich habe auch früher in einer vorhergehenden Arbeit[1]) darauf hingewiesen, dass die gesägten Blätter immer mehr den ganzrandigen Platz machen, sei es nun, dass man beispielsweise von dem Gebiete der Winterschneedecke zu wärmeren, trockeneren Gegenden oder von den höheren Gebirgsgegenden der Tropen hinab in das anstossende regenreiche Land kommt. Das allmähliche Verschwinden der

[1]) J. R. Jungner, Om regnblad etc.

Sägezähne scheint inzwischen in diesen beiden Fällen ganz verschieden vor sich zu gehen, eine Frage, welche ich hoffentlich in einer kommenden Arbeit näher erörtern kann.

Aber es ist klar, dass mehrere der Sägezähne oder sogar sämmtliche dieser Organe auch allein durch den Einfluss des Regens auf oben angedeutete Weise beibehalten oder verlängert oder zu Träufelspitzen ausgebildet werden können, wenn die Nervation, Form und Stellung des Blattes der Art sind, dass das Wasser beim Abfliessen von der Blattfläche diese Organe passiert.

Bei *Urtica dioica* L. (Taf. II, Fig. 12) sind die Blätter ein wenig konvex und schief abwärts gerichtet, weshalb das Wasser in grösserer Menge über die oberen Teile derselben fliesst. Die Sägezähne nehmen demgemäss nach der Spitze an Grösse zu.

Ein Beispiel bietet die in Stahl's Arbeit auf Taf. XI abgebildete *Boehmeria urticaefolia* (Siehe Taf. II, Fig. 11 in dieser Abhandlung), bei welcher der Übergang von kleineren Zähnen zu lang gekrümmten Träufelspitzen sehr belehrend ist.

Es ist notwendig, die wahrscheinlich selten vorkommenden Lappen dieser Beschaffenheit von derjenigen Art Blattlappen zu unterscheiden, welche ausschliesslich durch die Einwirkung des Windes hervorgerufen werden.

Die ersteren haben durchweg den Charakter der Träufelspitzen und sind zuweilen gekrümmt, die letzteren sind, was Gestalt betrifft, ganz anders, stehen bei den alpinen Windblättern näher beieinander und sind bei ihnen auch im allgemeinen bedeutend breiter. Dem Ansehen nach scheinen diese letzteren allerdings durch einen Einschnitt in den Rand der Fläche entstanden zu sein, sind wohl aber hauptsächlich dadurch zur Entwicklung gelangt, dass der Wind eine unaufhörliche Biegung und infolge dessen eine Streckung der ursprünglichen basalen Partien der Sägezähne verursacht hat, während die Träufelspitzen entstanden sind durch die Fähigkeit des Wassers, mit oder ohne Einwirkung des Windes die ursprünglichen Sägezähne auszudehnen.

Auch die anderen Arten, welche am Tännforsen in der höheren Feldschicht vorkommen, nämlich *Aconitum Lycoctonum* L., *Angelica Archangelica* L., *Epilobium angustifolium* L., *Convallaria verticillata* L. u. m. a. scheinen von dem feinen Regen und dem Wind beeinflusst zu sein. Die Blätter sind oft etwas niedergebogen und an der Basis mit mehr oder weniger deutlichen Polstergeweben versehen. Die Benetzbarkeit scheint bei diesen auch ausgeprägter zu sein als bei den Individuen derselben Arten, welche eine geringere Menge Regen erhalten. Die Behaarung ist reduciert. Bei den beiden ersterwähnten Arten werden ausserdem die Zähne, wie es den Anschein hat, schärfer und deutlicher als sonst, es scheint jedoch ihre Anzahl wenig oder gar nicht reduciert zu werden. Die Träufelspitzen entwickeln sich auch stärker. Andere Charaktere, welche hier bei den fraglichen Arten, besonders bei den zwei letztgenannten stark hervortreten, sind die Einbiegung und Kräuselung der Ränder, Eigenschaften, welche, wie gesagt, wahrscheinlich durch die zeitweise niedrige Temperatur des Wassers entstehen.

Die Blättchen der *Angelica* werden in die Länge ausgezogen.

Epilobium angustifolium L., das überall anderswo kleine Zähne hat, zeigt nicht allein an Wasserfällen, sondern auch in sehr regenreichen Gegenden gar keine Zahnbildungen, wovon Exemplare z. B. aus Farsund in Norwegen deutliche Beweise liefern. Da die Blätter biegbar sind und dem Winde nachgeben, so läuft das Wasser den Rändern entlang, wodurch die Zähne fortgespült werden.

Wenn der Wind noch so stark ist, so kann er darum doch nicht Zähnung oder Lappigkeit, sondern nur eine Ausdehnung in die Länge bewirken. Diese Blätter sind auch auf dem genannten

Platze viel länger und schmäler als anderswo, ein Umstand, der jedoch ohne Zweifel seinen Grund auch darin hat, dass sie im jüngeren Stadium von der Flut im Frühling überspült werden.

Mulgedium alpinum Less. Da die leierförmigen Blätter unten gegen die Basis des Stengels immer mehr in die beinahe kreisrunden gesägten Primordialblätter übergehen, so zeigt dieser Übergang den alpinen Ursprung des Blatttypus, und die Leiergestalt, welche den Blättern eines grossen Teils der Hainthälchenpflanzen gemeinsam ist, deutet auf die nunmehr typische Hainthälchennatur dieser Art.

Um diejenigen Veränderungen besser erklären zu können, welche bei der fraglichen Art zu bestimmten Charakteren werden, wenn sie unter solchen Umständen auftreten, die man an Strudeln und Wasserfällen findet, und um bis zu einem gewissen Grade unnötige Erklärungsversuche zu vermeiden, dürfte es nämlich nicht unangebracht sein, ehe ich die von den hier obwaltenden Verhältnissen hervorgerufenen Eigenschaften behandle, zuerst auf die mutmassliche Entstehung und Bedeutung der leierförmigen Blätter einzugehen.

Schon vorher habe ich gezeigt, dass es deutliche Uebergänge von alpinen Schneeblättern zu Windblättern giebt. Das ist der Fall, wenn man der Blattumgestaltung der Arten während ihrer Ausbreitung folgt, z. B. bei den *Ranunculus*-[1]) und *Saxifraga*-Arten[2]). Die Veränderung des einen Typus in den andern besteht hauptsächlich darin, dass eine Teilung der kreisrunden Blattspreite erfolgt, während sich die ursprüngliche Totalgestalt beibehält.

Eine Veränderung, welche hieran erinnert, kann auch bei alpinen Schneeblättern vor sich gehen, obwohl in teilweise anderer Richtung. Wenn das ursprünglich kreisrunde Blatt nur an der Basis der Blattspreite geteilt wird, so kann ein Anfang zum alpinen Windblatttypus vorliegen.

Aber andere äussere Umstände als der Wind beeinflussen bald das so gelappte Blatt. Die Hainthälchengewächse sind, wie bekannt, mehr als andere der Etiolierung der basalen Partieen ihrer Spreiten ausgesetzt, und zwar weil ein grosser Teil ihrer Entwicklung unter einem verwelkten Laubdache vor sich geht, welches ausserdem im Winter oft von dichtem Schnee geschützt ist. Die Etiolierung bringt somit eine Streckung der basalen Partien der nur unten lappigen Blattspreite zu stande und die leierförmige Gestalt ist fertig.

Das Blatt der Hainthälchengewächse ist oft durch eine beinahe kreisrunde Form des Endlappens gekennzeichnet. Besonders scheint dies in verhältnissmässig grösseren Höhen der Fall zu sein, wo auch die Seitenlappen weniger zugespitzt sind, als auf tieferen Niveauen, wo die Regen in grösserer Menge und Stärke vorkommen und wo die Beschattung und die Feuchtigkeit des Bodens oft die an den Spitzenzähnen hängenden Tropfen an schnellem Abdunsten hindert.

Sowohl die Endlappen wie die Seitenlappen erhalten durch das Hängenbleiben der Tropfen und durch die Ausdehnung der Spitzenzähne nebst einigen Seitenzähnen in tiefer gelegenen, regenreichen Flussthälern und an schattigen und feuchten Stellen eine oft bedeutend veränderte Gestalt. Der Endlappen erhält daher oft sowohl an den erwähnten Stellen, wie in den Gegenden, wo Regen und Wind gemeinsam wirken, eine andere Form. Indem noch mehr Lappen ganz nahe an dem Endlappen hinzukommen, sowie durch die fortgesetzte ausdehnende Einwirkung des Wassers auf die Spitze desselben, wird dieser oft mehr oder weniger dreieckig anstatt kreisrund. Die basalen Partieen der Seitenlappen werden gestreckt, vermutlich durch Etiolierung mit oder ohne Einwirkung des

[1]) Vergleiche J. R. Jungner, Klima und Blatt in der Regio alpina, Flora 1894.

[2]) J. R. Jungner, Om Bladtyperna inom släktet Saxifraga etc. Bot. Notiser 1894.

Windes in späterem Stadium, und ihre Spitzen werden von den Tropfen unter Einwirkung des Windes immer mehr ausgezogen.

Mulgedium alpinum Less. kam am Tännforsen in sehr grosser Menge vor und sämmtliche Exemplare zeigten unter sich vollkommen gleiche Veränderungen. Die Blätter in der Nähe der Basis des Stengels waren weniger von Regen und Wind beeinflusst, da sie von der übrigen Vegetation geschützt wurden.

Die Blattspreite auf dieser Höhe des Stengels ist — was nicht nur eine Folge hiervon sondern auch von den hier herrschenden Lichtverhältnissen ist, sowie davon, dass dieselbe oft von der Unterlage und der Bodenschicht der Vegetation gestützt wird — mehr in die horizontale Lage ausgebreitet und eben als es bei den oberen Teilen der Pflanze der Fall ist. Die Kanten sind nicht so stark nach unten gewölbt. Wegen aller dieser Umstände werden die Lappen und die Zähne weder ungleichförmig noch bei diesen nahe an der Basis des Stengels sitzenden Blättern so sehr ausgebildet, wie höher hinauf an der Pflanze.

Hier dagegen werden nicht nur der Endlappen sondern auch die Seitenlappen mit immer längeren, zuweilen sehr lang ausgezogenen Träufelspitzen versehen, und die Seitenzähne werden zum Teil grösser, zum Teil aber kleiner.

Nahe an dem Blütenstande schliesslich sind die Blätter sehr lang ausgezogen, wahrscheinlich vorzugsweise wegen der Mitwirkung des Windes; und obwohl sie zuweilen aufwärts gerichtet sind, haben sie doch sehr lange Träufelspitzen wegen des oft durch den Wind über die Spitzen hinaus weggetriebenen Wassers. Da diese Blätter lang, biegsam und nachgiebig sind, nehmen sie, wenn es bläst, eine der Windrichtung mehr oder weniger parallele Richtung ein. Die Tropfen folgen also beim Abblasen der Längsrichtung der Blätter, was auch das spärliche Vorkommen der Zähne besonders an dem oberen Teile des Blattes erklärt.

Die Benetzbarkeit ist stark und die Behaarung reduciert.

Die mittlere Feldschicht: *Saussurea alpina* DC., welche in den Hochgebirgen bedeutend gerundetere und gleichförmiger gesägte Blätter hat, zeigte am Tännforsen ein sehr abweichendes Aussehen.

Die Träufelspitzen sind sehr lang, zuweilen stark gekrümmt und die Randzähne sehr ungleich entwickelt. Die Blätter sind nicht so biegsam, als dass sie bei starkem Winde in wesentlichem Grade in die Richtung desselben gezogen werden können. Die Basis des Blattstieles erscheint hier mit einem deutlicheren Polstergewebe versehen. Die Benetzbarkeit ist höher entwickelt. Die Behaarung ist reduciert. Die Blattränder sind hier und da unregelmässig zurückgebogen.

Die unterste Feldschicht: *Polypodium Phegopteris* L. hat sehr lange niederhängende Träufelspitzen (Siehe Taf. III, Fig. 7—8).

Rubus saxatilis L. hat etwas aufwärts gerichtete, stumpfe Blättchen, deren Zähne an dem oberen Teile der Spreite beinahe normal ausgebildet sind, aber gegen die schmäler werdende Basis verschwinden, was vielleicht darauf beruht, dass der vom Winde unberührte Regen hier immer abwärts, in der Richtung des Blattrandes und somit rechtwinkelig gegen die Richtung des Längenzuwachses der Sägezähne fliesst. Es mag darauf hingewiesen sein, dass auch manche andere Blätter, welche ebenfalls eine nach oben gerichtete Stellung haben, an der Basis der Spreite ganzrandig sind. Die Benetzbarkeit ist deutlich und die Behaarung etwas reduciert.

Festuca ovina v. viridpara L. Die hier im Blütenstand entwickelten Knospen haben niederhängende, spitze und etwas gekrümmte Blätter.

Die Bodenschicht: *Primula stricta* Horn. (Taf. II, Fig. 7—8). Die Blätter, welche bekanntlich bei dieser Art an der Basis des Stieles zusammengehäuft sind, sind anderswo überall, sowohl im Hochgebirge als auch an den tieferen Stellen, wo ich die Art beobachtet habe, mit deutlichen, obwohl oft kleinen Zähnen versehen. Hier waren sie durchaus ganzrandig, lang, gegen die Basis schmäler werdend und aufwärts gerichtet, nach oben stumpf sowie glatt und leicht benetzbar. Der Wind ist auch was diese Art betrifft, welche ebenso wie *Rubus saxatilis* von der umgebenden Vegetation geschützt ist, ein unthätiger Faktor, so dass die Wassertropfen davon ungestört den Rändern entlang hinabfliessen können.

Über die Ausbildung der Blätter am Ristafall.

Auch hier giebt es auf dem konvexen südlichen Flussufer eine Hainthälchenformation, welche jedoch eine bedeutend geringere Ausdehnung als die gleichartige besitzt, welche am Tännforsen auftritt. Auch die hier auftretenden Arten sind an Anzahl geringer. Der oft überschwemmte Platz schien eine geschützte Lage zu haben, hier herrschte aber doch wenigstens bei meinen Besuchen ein gleichmässiger und ununterbrochener Wind.

Die verschiedenen Schichten sind hier weniger markiert, aber die Übereinstimmung mit der Vegetation am Tännforsen ist sonst ziemlich deutlich. Ich erwähne hier die verschiedenen Arten nur nach der Grössenfolge.

Salix glauca L. und *S. Lapponum* L. zeigten hier dasselbe Aussehen wie an dem Tännforsen.

Ein Exemplar von *Sorbus Aucuparia* L., nur $^1/_4$ Fuss hoch, zeigte in seiner Blattgestalt eine völlige Uebereinstimmung mit dem Exemplar, welches am Tännforsen die etwas abweichende, in Bezug auf den Blattrand beinahe monströs ausgebildete Blattgestalt gezeigt hatte. (Vergl. Taf. II, Fig. 4.)

Calamagrostis sp. hatte den grösseren Teil der Blattspreite überhängend, wodurch das Wasser über die Spitze ablaufen konnte.

Saussurea alpina DC. hatte die Blätter teilweise niederhängend. Besonders war das der Fall bei den unteren. Diese waren in die Länge ausgezogen, hatten lange, gekrümmte Träufelspitzen und ungleich ausgebildete Zähne. Die Spreite war glatter als unter gewöhnlichen Umständen und leicht benetzbar. Die niedrige Temperatur des Wassers hatte besonders bei einem Blatt, welches offenbar von der Flut des Frühlings überspült gewesen war, eine höchst eigentümliche Gestalt hervorgerufen. Es war schalenförmig mit langen, zurückgebogenen Rändern und beinahe korkzieherartig gedreht und mit langer Spitze versehen.

Galium boreale L., welches unter gewöhnlichen äusseren Verhältnissen zurückgebogene Ränder, obwohl in geringerem Grade hat, zeigte, obgleich die Pflanze auf verhältnismässig sehr feuchtem Boden, in feuchter Luft und auf einer ziemlich schattigen Stelle wuchs, in bedeutend höherem Grade die erwähnte Eigenschaft als an anderen Standorten. Besonders waren die Blattränder gegen die Spitzen hin zurückgebogen. Indessen giebt es auch u. a. an trockenen und kalten Meeresufern, z. B. auf Gotland, eine Form, *f. arenaria*, mit stark zurückgebogenen Rändern.

Aus dem erst erwähnten Umstand sowie auch aus vorher gezeigten Thatsachen dürfte klar hervorgehen, dass eine niedrige Temperatur ohne Mitwirkung der Verdunstung imstande ist, die Umbiegung des Randes zu bewirken, ebenso wie die zweite hier oben gezeigte Thatsache dafür spricht, dass eine starke Dürre imstande ist, zur Ausbildung dieses Charakters in hohem Grade beizutragen.

Festuca ovina var. viridipara L. zeigte hier dasselbe Aussehen wie am Tännforsen.

Circaea alpina L., welche unter dem von einer Felsenwand niedertropfenden Wasser wächst, hatte etwas abwärtsgebogene Blätter mit längeren Spitzen als gewöhnlich.

Rücksichtlich der Zähnung wichen die Blätter dieser Art nicht merkbar von dem normalen Aussehen ab. Die Behaarung schien etwas reduciert zu sein, und die Benetzbarkeit war deutlich.

Eine dieser analoge Form kommt in regenreichen Gegenden des Himalaya vor, wovon ich in den Sammlungen des hiesigen Reichsmuseums Exemplare gesehen habe, die mit längeren Blattspitzen versehen waren, als es die in unserem Klima vorkommenden Formen haben.

Viola montana L., welche nahe an dem Gischt wuchs und ohne Zweifel in früherem Stadium vom Hochwasser überschwemmt wurde, bot hauptsächlich nur die Abweichung dar, dass die Blätter länger gestreckt waren, mit unebenen, etwas krausen Spreiten.

Über die Ausbildung der Blätter am Åbäck.

Dieser bietet nur an einer Stelle einen deutlich ausgeprägten Wasserfall dar, strömt aber sonst in seiner ganzen Länge, besonders während des Frühjahrshochwassers, in sehr starken Strudeln. Feiner Sprühregen, wie der an grösseren Wasserfällen, scheint hier nirgends vorzukommen.

Was die Windstärke und die Windmenge in langgestreckten Bach- und Flussthälern betrifft, so dürfte man sich oft eine unrichtige Vorstellung hierüber gemacht haben. Es ist keineswegs a priori ausgemacht, dass der Wind an solchen Stellen immer schwächer ist. Im Gegenteil ist es oft so, dass der Wind in solche Thäler hineingepresst wird und hier an Stärke mehr zunimmt, als auf den angrenzenden Höhen. Diese Frage muss in jedem Falle besonders beantwortet werden und hängt sowohl von der überwiegenden Windrichtung als auch von der Lage des Terrains im Verhältniss zu jener Windrichtung, der Gestalt der Thäler, der Grösse und Temperatur des Wassers u. s. w. ab. Der Åbäck scheint jedenfalls, nach den Terrainverhältnissen zu urteilen, eine vor dem Winde verhältnissmässig geschützte Lage zu haben.

An einigen Stellen traten folgende Arten zuweilen so nahe beim Wasser auf, dass ein Teil der Blätter zeitweise von dem sprudelnden Wasser überspült wurde.

Prunus Padus L. wächst auf einer längeren Strecke so nahe am Bache, dass die Zweige und Blätter, besonders deren Spitzen, unaufhörlich niedergetaucht und überspült werden. Infolge dessen sind die Blätter mit deutlichen Träufelspitzen versehen. Die ganze lange Reihe von Bäumen und Sträuchern der genannten Art, welche an dem Bache auftreten, hat nun nicht allein an den überspülten Zweigen und auf der an das Wasser grenzenden Seite, sondern auch auf den übrigen Seiten des Bestandes diese Organe wohl ausgebildet.

Auch die Individuen, welche an anderen Stellen als am Bachufer vorkommen, haben indessen am häufigsten deutliche Träufelspitzen. Hierbei ist es wohl wahrscheinlich, dass der Atavismus allmählich die Verhältnisse ausgeglichen hat, was um so eher angenommen werden kann, als erwähnte Art mit Vorliebe Plätze von übereinstimmender Beschaffenheit, nämlich Bach- und Flussufer zu wählen scheint. Es ist jedoch zu bemerken, dass die fragliche Art keineswegs hoch in die Hochgebirge hinauf geht, sondern ausschliesslich längs dem niederen Laufe der Bäche auftritt.

Höher hinauf kommen dagegen *Betula odorata* Bechst. und *Alnus incana* Willd. längs der Bäche vor, aber selten doch so nahe am Wasser, dass sie von demselben überspült werden. Wenn dieses dennoch zuweilen der Fall ist, so zeigen die erwähnten Arten eine nur unbedeutende und bei weitem nicht so stark entwickelte Verlängerung der Blattspitze wie *Prunus Padus* L.

Da die übrige Verbreitung der fraglichen beiden Arten hauptsächlich an solche Stellen gebunden ist, wo die Vegetation garnicht oder durchweg nur in bedeutend geringem Grade dem strudelnden Wasser ausgesetzt ist, so lässt sich diese Gestalt leicht dadurch erklären, dass infolge der wiederholten Kreuzbefruchtungen der verschiedenen Formen von derselben Art im Laufe der Generationen der Atavismus die Verhältnisse auf die Weise ausgeglichen hat, dass die vom Wasser hervorgerufenen Charaktere der fraglichen Arten meistens nicht besonders hervortreten.

Dass diejenigen Individuen, deren Blätter zufällig dem Einflusse des Wassers direkt ausgesetzt werden, bei den fraglichen Arten in geringerem Grade, als es gewöhnlich der Fall ist, Träufelspitzen ausgebildet haben, dürfte jedoch auch von der jede Art auszeichnenden grösseren oder geringeren Empfänglichkeit für äussere Einflüsse abhängig sein, deren Erklärung ohne Zweifel in dem besonderen Bau des Blattes zu suchen ist.

Um dieses zu beleuchten, will ich nur erwähnen, dass von zwei Arten z. B. der Gattung *Ficus*, welche beide in regenreichem, tropischem Klima und sonst auch unter gleichen Umständen leben, die mit dickeren, mehr lederartigen Blättern versehene Art bei weitem nicht so lang ausgezogene Träufelspitzen hat als die mit dünneren Blättern ausgestattete. Diese Umstände hindern jedoch nicht, dass die verhältnissmässig mehr lederartigen Regenblätter der Tropen durchschnittlich und im grossen Ganzen typischer und im höheren Grade mit solchen Organen versehen sind, als es bei den dünneren Blättern des gemässigten und des kalten Klimas der Fall ist, was jedoch darauf beruht, dass erstere vielfach grösseren Regenmengen ausgesetzt sind als letztere.

Salix caprea L. schien ebenfalls nach dem Regenblatttypus hin ausgebildet zu sein und zwar sowohl an den Stellen, wo diese Art in der Nähe von Bächen auftritt, als auch in gewissem Grade auf solchen Plätzen, wo die Luft feucht ist und tiefer Schatten herrscht und wo infolge dessen die Wassertropfen längere Zeit hängen bleiben.

Ähnlich scheint es sich mit *S. nigricans* L. zu verhalten, bei welcher an derartigen Standorten auch der Wachsüberzug schwächer ausgebildet ist.

Der Strauch, welcher indessen meistenteils die grössten Veränderungen in obenerwähnter Richtung zeigt, und bei welchem die Blätter ausserdem sehr langgestreckt sind, ist *Salix glauca* L. Besonders interessant scheint nun der Umstand zu sein, dass die Individuen dieser Art sowohl hier als auch an anderen Standorten, wo sie an Strudeln und Wasserfällen auftreten, in ganz verschiedenem Masse Veränderungen angenommen haben, obwohl die Verhältnisse, denen die einzelnen Individuen ausgesetzt waren, offenbar häufig ganz gleich sind. Die Ungleichheit muss wohl in Anbetracht dessen gewissen vorherrschenden atavistischen Anlagen zu Regenblattcharakteren zugeschrieben werden.

Unter den Kräutern beobachtete ich einige Exemplare von *Solidago Virgaurea* L., welche mit dem Aussehen derselben Art innerhalb der Regio alpina verglichen, auf eine sehr belehrende Weise die ungleiche Einwirkung der verschiedenen Regen- und Feuchtigkeitsverhältnisse darlegten.

Die Grundblätter derjenigen Exemplare, welche auf der Åreskutan in der Nähe der Schneehaufen der Regio alpina eingesammelt wurden, sind mit gegen die Basis hin keilförmig schmäler werdenden, im übrigen gerundeten, zuweilen beinahe kreisrunden Spreiten versehen, welche an der Basis zuweilen bis zur breitesten Stelle des Blattes ganzrandig sind. Diese alpinen Schneeblätter neigen gerade durch den Besitz dieser Charaktere und durch die etwas aufwärts gerichtete Stellung des Blattes zu dem Blatttypus hin, dem ich den Namen Taublatt gegeben habe. Am Åreback dagegen zeigten die Grundblätter, welche einen entsprechenden Platz auf der Pflanze inne hatten, ein ganz anderes Aussehen. Sie waren allerdings auch hier gegen die Basis zu sehr lang und schmäler

werdend, aber die Zähne waren sehr zahlreich, scharf und deutlich und das obere Ende des Blattes war ausserdem sehr lang ausgezogen, aber an der Spitze ganzrandig.

Das ganzrandige Gebiet ist, möge es nun wie bei der alpinen Form an der Basis, oder, wie an den bei Bächen auf tieferem Niveau wachsenden mehr an der Spitze auftreten, in beiden Fällen deutlich, mehr als andere Stellen des Blattrandes, durch den Einfluss des Wassers bewirkt, dieses mag nun als schwellender Bach oder als Sprühregen auftreten.

Die Ursache der langgestreckten Gestalt des Blattes ist indessen nicht nur im Einflusse des Wassers zu suchen, sondern dürfte wohl auch auf einer Etiolierung, besonders der basalen Partie im frühen Stadium beruhen. Dass diese Etiolierung unter einer Laubdecke in schattenreichen Bachthälern grösser als auf offenen Feldern wird, welche keine Baumvegetation haben, besonders wenn zugleich auf diesen letzteren Plätzen die Feldschichten nicht so dicht sind, dass sie einen höheren Grad von Beschattung gestatten, scheint mir einleuchtend.

Epilobium angustifolium L., welches an einer Stelle so nahe am Bachufer wuchs, dass es deutlich der direkten Einwirkung des Wassers ausgesetzt war, zeigte hierselbst nicht bloss eine sehr langgestreckte Blattform und eine Neigung zur Ausbildung von Regenblattcharakteren, sondern wies auch andere Veränderungen auf, welche sich deutlich aus der niedrigen Temperatur des Wassers erklären liessen. Die Blattkanten sind nämlich umgebogen, zuweilen etwas gekräuselt, zum grössten Teil ganzrandig, hier und da aber mit tiefen Einschnitten versehen, welche an den meisten Stellen deutliche Spuren von Frostschaden trugen. Der ganze Blütenstand war unentwickelt und hoch am Ende des Sprosses fanden sich nur Blätter, welche auf oben angedeutete Weise beschädigt worden waren.

—

Den Hellingsafall habe ich nicht selbst besucht, sondern nur durch Herrn Dr. A. Y. Grevillius von dort einiges Material erhalten. Da der Fall sehr unzugänglich ist, war es nicht möglich, Pflanzen direkt aus der nächsten Nähe des Flusses zu erhalten. Nur auf einem davon ein wenig entfernten Gebiete waren solche erhältlich, welches bei dem Besuche des Herrn Dr. Grevillius daselbst überregnet war. Wie weit dieser Platz der verhältnissmässig am häufigsten überrieselte ist, dürfte dagegen zweifelhaft sein.

Die Arten, welche ich von diesem Platze erhielt, waren: *Betula odorata* Bechst., *Linnaea borealis* L., *Vaccinium Vitis idaea* L. und *Myrtillus nigra* Gil.

Die erste derselben scheint etwas, obwohl unbedeutend, länger ausgezogene und deutlichere Spitzen zu haben, als es im allgemeinen der Fall ist.

Die übrigen Arten dagegen zeigten keine Eigenschaften, welche auf eine nennenswerte Neigung zur Ausbildung von Regenblattcharakteren hinwiesen, was wohl damit zusammenhängt, dass die fraglichen Arten so niedrig und zu Boden gedrückt waren, dass eine Herabbiegung der mehr oder weniger horizontal ausgebreiteten Blätter nicht vorkommen konnte.

Dagegen schienen, besonders bei *Linnaea* und *Vaccinium*, die Blatträndер mehr umgebogen zu sein als es gewöhnlich bei diesen Arten der Fall ist.

In Norwegen besuchte ich den Fall des Stördalselfs im Merakerthal und einen vom Fondfjeld kommenden Katarakt sowie den Funnafall an dem nördlichen Abhang des Merakerthals. Die Verhältnisse auf diesen Stellen stimmten mit dem überein, was ich auf anderen Plätzen beobachtet habe. *Salix pentandra* L. zeigte bei erwähnten Strudeln und Wasserfällen sehr lang ausgezogene Träufelspitzen. Auch fand ich Exemplare von *S. caprea* L. mit längeren Spitzen als ich

jemals vorher bei dieser Art beobachtet habe. *Cirsium heterophyllum* All., welches so nahe an einigen schnell fliessenden Bächlein wuchs, dass die Spitzen und die oberen Teile der niedergebogenen Blätter auch später im Sommer vom Wasser überspült wurden, hatte ungewöhnlich lang ausgezogene Spitzen.

Da inzwischen meine Besuche an diesen Plätzen nur von sehr kurzer Dauer waren, so bekam ich keine Gelegenheit, mehr eingehende Untersuchungen über die dortigen Blattgestalten anzustellen.

III.

Die Gestalt der im Wasser und an zeitweise überschwemmten Ufern wachsenden Pflanzen.

Die grosse auf die Blätter der Pflanzen gerichtete Einwirkung des tropfenden, spritzenden oder fliessenden Wassers, die sich in der Ausbildung von Träufelspitzen u. a. zeigt, tritt in noch höherem Grade bei den Pflanzen hervor, welche entweder stets oder wenigstens zeitweise ganz untergetaucht in fliessendem Wasser sind. In diesem Falle aber wird jedoch das Blatt im Ganzen und auf beiden Seiten von der ausdehnenden Kraft des Wassers beeinflusst.

In der Tidan, einem Flüsschen in Westgothland, Schweden, machte ich diese Beobachtung schon vor einigen Jahren.

Callitriche hamulata Kütz. bietet hiervon ein belehrendes Beispiel. Erstens ist zu bemerken, dass diese Art der Gattung in Übereinstimmung damit, dass sie vorzugsweise und öfter als die übrigen in fliessendem Wasser auftritt, auch mehr in die Länge ausgezogene Blätter als die andern hat. Zweitens ist es auch eine bemerkenswerte Thatsache, dass, wenn die Art in Gewässern vorkommt, wo die Strömung weniger stark ist, ihre Blätter beträchtlich kürzer sind als an Stellen, wo der Lauf reissender ist. Ich habe eine ganze Serie von Formen eingesammelt, welche einen Unterschied an Länge zeigten, die jedenfalls zu der Gewalt des Wassers in einem bestimmten Verhältniss stand.

Das Vorkommniss der einzelnen Arten der fraglichen Gattung bestätigt auch im grossen Ganzen dasselbe Gesetz.

C. stagnalis Scop. ist die Art, die seichtes und stillstehendes, bisweilen austrocknendes Wasser am meisten zu lieben scheint, und daher ist sie auch mit breiteren Blättern als irgend eine andere Art der Gattung versehen.

Schon vor mehreren Jahren habe ich in einem zu Lund in dem dortigen botanischen Verein gehaltenen Vortrage auf diesen Umstand aufmerksam gemacht, welcher Vortrag jedoch niemals publiziert wurde. Schenck*) kam dann sowohl hinsichtlich der Arten erwähnter Gattung als auch betreffs der übrigen untergetauchten Wasserpflanzen zu derselben Ansicht von der Ursache der ausgedehnten Formen: „Im fliessenden Wasser vollzieht sich eine Streckung aller Teile, wie es scheint, durch direkte Einwirkung des beständigen Zugs, dem die Pflanze unterworfen ist.“ Er hebt jedoch richtig hervor, „dass den submersen Pflanzen nur diffuses Licht zu Gebote steht und dass die Blätter infolgedessen sich dünn ausbilden,“ was natürlich die Ausdehnung erleichtert. Auf die Zweckmässig-

[1]) H. Schenck, Die Biologie der Wassergewächse — Bonn 1886.

keit der langen schmalen Blätter oder Blattlappen macht Schenck auch aufmerksam. Im Zusammenhange mit dieser ausdehnenden Wirkung des Wassers mag erwähnt sein, dass auch der Druck der über dem Blatte gelegenen Wassersäule eine grosse Bedeutung für die Entstehung einer langgestreckten Form haben muss. Frank[1]) hat dies u. a. für den *Trapa*stengel sowie für den Blattstiel dieser Art und von *Hydrocharis* konstatiert.

Eine analoge Ausbildung der Blätter wie die der *C. stagnalis,* findet auch bei anderen Gattungen statt. So hat z. B. *Bulliarda aquatica* DC. an dem Ufer des Luleelfs länger ausgezogene und schmälere Blätter, während eine örtliche Form der Art, *β prostrata* Schkuhr, welche in stillstehenden, oft austrocknenden Gewässern vorkommt, kürzere und breitere Blätter besitzt.

Peplis Portula L., *Elodea canadensis* Michx., die *Elatine*-Arten, *Montia fontana* L., *Limosella aquatica* L. u. a., welche am häufigsten in seichtem und stillstehendem Wasser vorkommen, haben ebenfalls eine Blattgestalt, die in mancher Hinsicht an diejenige der *C. stagnalis* erinnert. Auch Schenck macht darauf aufmerksam, dass diese Arten eine grosse habituelle Übereinstimmung miteinander zeigen. Diese Gestalt, von welcher ich nur beiläufig erwähne, dass sie in manchen Beziehungen an den keimblattähnlichen, auf stets feuchten Plätzen nahe an Gletschern vorkommenden Typus erinnert, den ich in einer früheren Arbeit[2]) behandelt habe, kann sich allerdings, wie es auch die floristischen Angaben an die Hand geben, falls die Art in schneller fliessendem Wasser auftritt, zu einem länglicheren Typus verändern, welcher, wie oben erwähnt u. a. bei den in fliessendem Wasser auftretenden *Callitriche*-Arten wiederzufinden ist.

In der Tidau fand ich auch, dass mehrere *Potamogeton*-Arten gewissermassen analoge Serien aufzuweisen haben. So verhielt es sich z. B. mit *P. praelongus* Wulf. und *P. gramineus* L. Besonders in sehr tiefem Wasser, wo die Strömung zugleich ziemlich stark war, hatten diese Arten sehr ausgedehnte Blätter.

Dr. G. Tiselius, welcher die *Potamogeton*-Arten speziell in Bezug auf den grossen Reichtum an Formen studiert hat, den diese Gattung aufweist, hat später in einem Vortrage im botanischen Verein zu Stockholm mitgeteilt, dass seine Ansicht über diese Frage, von dem Entstehen dergleichen Formen, dieselbe sei.

Juncus supinus Moench, welche Pflanze sowohl auf trocknem als feuchtem Boden wächst, hat in solchen Fällen 1—2 Zoll lange Blätter. Wenn sie aber ausnahmsweise in tiefem und schnell fliessendem Wasser auftritt, bekommen die Blätter die beträchtliche Länge von sogar ½ Fuss und darüber. Ähnlich verhält es sich zuweilen mit *J. articulatus* L. Die Blätter der *Hippuris vulgaris* L. sind auch an verschiedenen Orten von verschiedener Länge. Die Blätter dieser Art werden in seichten und stillstehenden Gewässern wie auch in noch höherem Grade, wenn sie sich über der Wasserfläche erheben, kurz und breit; in tiefem, fliessendem Wasser werden sie dagegen lang und schmal. Diese Beobachtung kann man bei der fraglichen Art am Rande jedes beliebigen Flusses machen, wo dieselbe nicht selten gleichzeitig sowohl in tieferem Wasser nahe an der Stromrinne, als in dem seichteren und ruhigeren Wasser näher am Ufer, wie auch teilweise über dem Wasser auftritt.

Alisma Plantago L. trägt, wenn die Art in tiefem, fliessendem Wasser wächst, sehr lange und schmale Blätter und ist dann als eine besondere Varietät, *var. graminifolia* Wg., betrachtet

[1]) A. B. Frank, Über die Lage und die Richtung schwimmender und submerser Pflanzenteile. Cohn's Beitr. z. Biol. der Pfl. I. Breslau 1872.

[2]) J. R. Junguer, Klima und Blatt etc. pag. 277.

worden. Eine zwischen dieser Form und der typischen Art stehende Übergangsform mit lanzettlichen, auf der Oberfläche von fliessendem Wasser schwimmenden Blättern ist auch als eine eigene Varietät *var. lanceolata* Hoffm., unterschieden worden. Ähnlich verhält es sich mit *Sagittaria sagittifolia* L., bei welcher Art die untergetauchten Blätter sehr lang sind.

Auch die *Sparganium*-Arten bekommen in fliessendem Wasser, besonders wenn dasselbe tief ist, die Blätter viel mehr in die Länge ausgezogen, als wenn sie in seichtem und stillstehendem Wasser oder am Lande auftreten.

Sowohl die in süssem Wasser wachsenden Algen als auch die Meeresalgen dürften wohl auch, wenn sie in fliessendem oder wellendem Wasser vorkommen, manchmal länger ausgezogene Formen als in ruhigem Wasser entwickeln.

Schliesslich scheint es auch mit einem Teil der Laubmoose sich so zu verhalten, z. B. mit den *Harpidium*- und *Fontinalis*-Arten, bei welchen in solchen Fällen auch die Stengel in die Länge ausgezogen sind.

Das fliessende Wasser als Ursache der in die Länge ausgezogenen Blätter kann jedoch, wie es scheint, besonders bei allmählich sich abdachenden Fluss-, See- und Meeresufern durch die Wellen ersetzt werden, wo das Wasser vom Wind oft in lebhafte und ununterbrochene Bewegung versetzt wird, oder wo Brandungen häufig vorkommen. *Sparganium natans* Fr. z. B., das ich manchmal an allmählich sich abdachenden Seeufern, ziemlich weit von dem Wasserrande an tieferen Stellen wahrgenommen habe, hat daselbst viel längere Blätter als in seichterem, unbewegtem Wasser. Übrigens will ich nur auf die Verschiedenheit der Blattlänge zwischen dieser und den übrigen Arten und Formen der Gattung aufmerksam machen, welche in kleineren, stillstehenden Gewässern auftreten. Von *Lobelia Dortmanna* L. habe ich schon früher an einer anderen Stelle erwähnt, dass sie nicht nur an Fluss-, sondern auch an Seeufern vorkommt. Diese Art hat auch mehr in die Länge ausgezogene Blätter als die verwandten Land-Arten der Gattung.

In einer Tiefe von einigen Fuss oder darüber längs Meeresufern kommen, wie bekannt, nicht selten Pflanzen vor, die mit langen, schmalen Blättern ausgerüstet sind. Dies ist der Fall z. B. mit *Zostera-*, *Phyllospadix-*, *Zannichellia-* und *Ruppia*-Arten, sowie einigen *Potamogeton*-Arten.

Eine grosse Menge anderer Arten, die langgestreckte Blätter tragen, treten auf dem Boden solcher tiefen oder seichten Gewässer auf, wo eine Bewegung häufig ist. Beispielsweise mögen erwähnt werden: *Limosella aquatica* L., *Subularia aquatica* L., *Litorella lacustris* L., die *Najas*-Arten, *Stratiotes aloides* L., *Isoëtes*-Arten wie auch *Pilularia globulifera* L. und *Lycopodium inundatum* L.

In Wasser, welches sich irgendwie bewegt, werden ausserdem bei der Gattung *Potamogeton*, wie auch bei anderen Wasserpflanzen, nicht nur die Blätter, sondern auch die Stiele und Achsen der Blütenstände mehr in die Länge gezogen.

In tiefen Quellen und in kleinen Gewässern in Wäldern, wo jedoch bisweilen sanfte Bewegungen bemerkt werden mögen, kommen hier und da langgestreckte Blätter vor, z. B. bei einigen *Callitriche*-Arten oder langgestreckte Blattlappen, z. B. bei *Hottonia palustris* L.

Im allgemeinen dürfte jedoch übrigens das Vorkommen von langen Blättern in ganz ruhigem Wasser, auch wenn dasselbe tief ist und obwohl der Druck sehr stark ist, bei weitem seltener sein als das Vorhandensein ähnlicher Blattgestalten in fliessendem, resp. wellendem Wasser von derselben Tiefe.

Die oben erwähnten Beispiele sind hauptsächlich unter den Wasserpflanzen gewählt worden.

Aber nicht nur diese, sondern auch Sumpf- und Uferpflanzen tragen lange Blätter, die vom Wasser in die Länge gezogen worden sind.

Ranunculus Lingua L. und *R. Flammula* L. habe ich an anderen Stellen in dieser Arbeit im Zusammenhang mit dem Vorkommen von mehr oder weniger ganzrandigen Blättern an überschwemmten Ufern erwähnt. Ich will hier nur auf die Thatsache aufmerksam machen, dass die Blätter dieser Arten, weil sie am gewöhnlichsten in Flüssen und Strömen oder am Rande derselben, an Stellen, die zeitweise vom Wasser überströmt werden, auftreten, länger sind als diejenigen der meisten *Ranunculus*-Arten.

Bisweilen sind an dergleichen Plätzen ganze Pflanzengemeinschaften mit ausgedehnten Blättern und Stengeln versehen.

In der Tidau, an dem Pfarrhofe zu Fröjered, Westgothland, deren Ufer zeitweise von fliessendem Wasser überschwemmt werden, wachsen die folgenden Arten beisammen: *Scirpus lacustris* L., *Iris Pseudacorus* L., *Baldingera arundinacea* Dum., *Equisetum fluviatile* β *limosum* L., *Carex stricta* Good., *C. vesicaria* L., *C. ampullacea* Good., *Naumburgia thyrsiflora* Reich., *Ranunculus Lingua* L., *Lythrum Salicaria* L., *Alisma Plantago* L. und *Veronica Anagallis* L. Unweit dieser Gesellschaft kamen noch andere langgestreckte, langblättrige Pflanzen vor: *Achillea Ptarmica* L., *Scutellaria galericulata* L. und *Lysimachia vulgaris* L.

Ferner will ich daran erinnern, dass *Stachys palustris* L. an den Ufern der Tidau, wo ich diese Art fand, längere Blätter als auf den angrenzenden Feldern hatte.

Auch *Typha*, *Acorus* und *Phragmites* dürften im frühen Stadium von fliessendem Wasser oft beeinflusst werden. So verhält es sich auch im allgemeinen mit *Rumex Hydrolapathum* Huds. und mit *Eupatorium cannabinum* L., welch letzteres in der Nähe von strudelndem oder fliessendem Wasser auftritt, welches während des Hochwassers im Frühling die Pflanze überspült. Die hier oben erwähnten Pflanzen zeigen bei Vergleichung mit solchen verwandter Arten und Gattungen, die weder zeitweise in fliessendem Wasser, noch in dessen Nähe wachsen, eine beträchtlich in die Länge gezogene Blattform.

An der Tidau wie auch an anderen Flüssen und Strömen habe ich manchmal beobachtet, dass wenn das Frühlingshochwasser die hauptsächlich mit *Carex*- und *Juncus*-Arten, aber auch mit langblätterigen *Dicotyledonen* bewachsenen sumpfigen Wiesen überschwemmt, welche zwischen den Windungen des Flusses liegen, die Strömung hier, gerade weil sie den kürzesten Weg nimmt, viel stärker als in dem eigentlichen Flussbette ist.

Die Vegetation dieser offenen Wiesen wird jedoch später im Sommer dem Einflusse des Windes ausgesetzt, was ohne Zweifel — im Verein mit der Etiolierung des ziemlich dichten Rasens — zur Entstehung der hier befindlichen langgestreckten Formen mitgewirkt und vielleicht ursprünglich dieselbe hauptsächlich verursacht hat.

Die an der Grenze der Strandvegetation und vorzugsweise am weitesten im Wasser hinaus auftretenden centrischen Blätter, von denen ein Teil hier oben erwähnt worden ist, habe ich in einer früheren Arbeit[1]) von dem Gesichtspunkte der Einwirkung des mehr oder weniger allseitigen Lichtes behandelt. Sowohl diese Blätter wie auch die Stengel dergleichen Arten sind langgestreckt.

Bei einer Uebersicht der in der Flora Skandinaviens vorkommenden Arten wird es sich zeigen, dass die hier dargestellte Beobachtung: dass zeitweise überströmte Sumpf- und Uferpflanzen länger ausgezogene Blätter haben als diejenigen Arten, die einen trockenen Standort

[1]) J. R. Jungner, Klima und Blatt etc. pag. 252.

vorziehen, sich bestätigen wird. Dies ist aber noch nicht genug, denn eine ähnliche Blattform haben auch einige Arten, die allerdings hauptsächlich an feuchten Plätzen vorkommen, aber doch der Einwirkung des strömenden Wassers gar nicht oder selten ausgesetzt werden. Dieser letztere Umstand könnte wohl zu der Annahme verleiten, dass die fraglichen Arten ursprünglich dergleichen Uferpflanzen gewesen. Wir wollen hier ausser den früher erwähnten noch einige Thatsachen aus der Flora Skandinaviens hervorheben, die vielleicht eine gewisse Bedeutung erlangen können, wenn diese Frage künftig genauer erörtert wird, die aber jedenfalls zeigen, dass die Blätter an Ufern und ähnlichen Stellen eine mehr langgestreckte Form bekommen als die Mehrzahl anderer Arten. Man dürfte also vergleichende Beobachtungen über die Beschaffenheit der Standorte wie auch über die Blattform der folgenden Arten machen: *Alisma ranunculoides* L. (nebst deren Varietäten), *Aster Tripolium* L., *Atriplex litoralis* L. (nebst Varietäten), *A. patula* L. (nebst Var.) und übrige an Meeresufern wachsende Arten und Formen dieser Gattung, *Bidens cernua* L., *B. tripartita* L., *B. platycephala* Oerst., *Butomus umbellatus* L., *Cicuta virosa angustifolia* Kit., *Cineraria palustris* L., *C. integrifolia* Murr., *Cirsium heterophyllum* All., *Convallaria verticillata* L. (vergl. den übrigen Arten) und *Crepis paludosa* Moench. Was die *Drosera*-Arten betrifft, so wäre es ohne Zweifel von grossem Interesse, ihre Verbreitung und ihr Auftreten umständlich zu untersuchen. Vielleicht wäre daraus eine befriedigende Erklärung über die Verschiedenheit der Blattformen zu gewinnen.

Ferner sind zu erwähnen: *Epilobium angustifolium* L. und *E. palustre* L. (im Gegensatz zu übrigen *Epilobium*-Arten), *Erythraea litoralis* Fr. und *Euphorbia palustris* L.; auch einige auf trockenem Boden wachsende Arten letztgenannter Gattung tragen langgestreckte Blätter, was jedoch von der Einwirkung des Windes oder von anderen Faktoren abhängen dürfte. *Polygonum amphibium* L. hat, wie bekannt, eine Land- und eine Wasserform. Die letztere kommt jedoch in stillstehenden Wasser vor, und werden deshalb die auf der Oberfläche schwimmenden Blätter breit, während die untergetauchten und die Blätter der an Ufern wachsenden Landform länger sind. Vergleiche übrigens die an Ufern und feuchten Plätzen vorkommenden *Polygonum*-Arten mit folgenden Arten, die trockenen Boden lieben: *P. Bistorta* L., *P. viviparum* L., *P. aviculare* L., *P. dumetorum* L. und *P. convolvulus* L. Ferner mögen erwähnt werden: *Lycopus europaeus* L., *Lysimachia vulgaris* L. (vergl. den übrigen Arten), *Myosotis palustris* Roth, *M. caespitosa* Schultz., *Plantago maritima* L., *Scheuchzeria palustris* L., die *Scutellaria*- und *Sium*-Arten, *Sonchus palustris* L., *S. arvensis var. maritimus* Wg., *Stellaria palustris* Retz., *Teucrium Scordium* L. und die *Triglochin*-Arten. Die *Viola*-Arten sind in dieser Hinsicht besonders lehrreich. Ein Teil, die an Ufern und auf feuchten Wiesen in der Nähe von fliessendem Wasser wachsenden Arten haben verhältnissmässig langgestreckte Blätter, die übrigen, welche nahe an dem Schneehaufen der Hochgebirge oder an kleinen stillstehenden Wasseransammlungen oder an schattigen Plätzen mit trockenem Boden auftreten, haben rundere Blätter.

Die Gattung *Veronica* ist ebenfalls in dieser Hinsicht von grossem Interesse. *V. longifolia* L. und *V. spicata* L. ausgenommen, deren langgestreckte Blattform, besonders die der letzteren Art, ohne Zweifel zu ihrem Vorkommniss an windreichen Plätzen in Beziehung steht, haben keine Arten der Gattung so sehr in die Länge ausgezogene Blätter als *V. scutellata* L. und *V. Anagallis* L., welche in Gräben und Bächen wachsen, wo das Wasser oft, besonders beim Hochwasser im Herbst und im Frühling sich in Bewegung befindet. Zwar hat es seine Richtigkeit, dass diese Arten auch in und an ruhigen Gewässern, ja sogar in kleinen

stillstehenden Waldsümpfen auftreten können, wo das Wasser sich seltener bewegt, aber es ist doch zu bemerken, dass man, um auf diese Fragen antworten zu können, vor allem zusehen muss, ob die Art im Ganzen oder nur, was doch oft genügen dürfte, an gewissen Orten und teilweise der Einwirkung des sich bewegenden Wassers ausgesetzt ist.

Indessen ist zu bemerken sowohl die Thatsache, dass auch das allem Anscheine nach sehr ruhige Wasser doch sehr oft von dem leisesten Lüftchen in Bewegung gesetzt werden kann, als auch der Umstand, dass die mechanische Einwirkung des auch am unbedeutendsten bewegten Wassers, besonders in grösserer Tiefe, wo der Druck des Wassers stärker ist, von einer bei weitem durchgreifenderen Bedeutung für die Pflanzen als die Einwirkung eines ziemlich starken Windes werden muss.

V. Beccabunga L., die teilweise an ähnlichen Plätzen, gewöhnlich aber an seichterem Wasser, welches zeitiger und bis zu grösserer Tiefe gefriert, wächst, leistet infolge ihres kriechenden und dichteren Wuchses und in Uebereinstimmung mit dem ihr eigenen alpinen schneeblattähnlichen Blatttypus gegen die Winterkälte einen grösseren Widerstand, und es scheint, als hätte sie sich mehr gegen das Eis und den Schnee und nicht gegen die Einwirkung des strömenden Wassers zu wehren versucht. Die übrigen zu unserer Flora gehörenden Arten dieser Gattung haben einen subalpinen Schneeblatttypus oder sind mit tiefer gelappten Blättern versehen.

Die Gattung *Rumex* besitzt auch einige Arten, welche an Ufern oder in wellendem Wasser auftreten und demzufolge in die Länge ausgezogene Blätter haben. So verhält es sich z. B. mit *R. maritimus* L., *R. palustris* Sm., *R. Hydrolapathum* Huds. und *R. crispus* L. Betreffs der letzteren Art, deren Blätter kraus sind, habe ich gefunden, dass sie einen ziemlich guten Widerstand gegen die Winterkälte leistet. Der krause Rand ist auch ohne Zweifel durch die Einwirkung der niedrigen Temperatur des Wassers entstanden. *R. acetosa* L. kommt, wie bekannt, am häufigsten auf feuchten Wiesen und in Hainthälchen vor.

An solchen Stellen der Flüsse, wo das Wasser weniger bewegt ist, aber vorzugsweise in kleinen, durch umgebende Wälder und Hügel vor dem Winde geschützten Seen und an anderen Orten, wo das Wasser aus irgend einem Grunde seltener in starke Bewegung gesetzt wird, treten dagegen Arten auf, die mit ganzrandigen, mehr oder weniger abgerundeten, auf der Wasserfläche schwimmenden Blattspreiten versehen sind. Beispielsweise mögen erwähnt werden: die *Nymphaea*- und *Nuphar*-Arten, *Hydrocharis morsus ranae* L., *Limnanthemum nymphaeoides* Link., *Hydrocleis nymphoides* Buchenau und *Elisma natans (L.)* Buchenau, eine *Alismacee*, die diesem Verfasser[1]) nach besonders ausgezeichnet ist durch die Mannigfaltigkeit ihrer Blattformen, welche alle Mittelformen zwischen schmalriemenförmigen, im Wasser flutenden Schwimmblättern (ohne abgesetzte Blattfläche) und ovalen, langgestielten, auf dem Wasser schwimmenden Laubblättern besitzen." Bei *Nuphar luteum* Sm., welche Art nicht nur in mehr stillstehendem Wasser, sondern auch an den Ufern langsam strömender Flüsschen wächst, sind demnach auch die Blätter etwas mehr langgestreckt und spitzig als z. B. die der *Nymphaea alba* L., welche ruhiges Wasser liebt. Auch die schwimmenden Blätter verschiedener *Potamogeton*-Arten sind je nach der Stärke der Strömung ungleichmässig ausgebildet. Die Stiele der Blätter sind jedoch auch bei dieser Gruppe von Pflanzen je nach der Tiefe des Wassers mehr oder weniger langgestreckt.

[1]) *Fr. Buchenau*, Die Natürl. Pflanzenfamilien von A. Engler und K. Prantl. 26. Lieferung 1889.

Bei *Polygonum amphibium β aquaticum* Richard sind, wie erwähnt, die oberen auf der Wasserfläche schwimmenden Blätter gewöhnlich breiter als die untergetauchten. Diese letzteren werden von dem langsam strömenden Wasser nicht nur wie jene an der unteren, sondern auch an der oberen Seite beeinflusst und ausserdem werden sie wegen der Tiefe des Wassers einem grösseren mechanischen Druck ausgesetzt.

Etwas ähnliches findet sich bekanntlich bei einer grossen Anzahl *Potamogeton*-Arten, welche zuweilen an demselben Individuum einen bedeutenden Längenunterschied zwischen den auf der Oberfläche schwimmenden und den submersen Blättern darbieten. Von dieser Gattung existieren ausserdem, wie bekannt, Arten, die nur solche Blätter haben, die auf der ruhigen Oberfläche schwimmen und mehr oder minder gerundet und fest sind, sowie andere, die nur solche Blätter haben, die tief im Wasser untergetaucht und sehr langgezogen, dünn und biegsam sind.

Ebenso wie diese sind auch die Arten der Gattung *Lemna* entwickelt. Bei dreien dieser Arten, die in stillstehendem Wasser auftreten, nämlich *L. polyrhiza* L., *L. minor* L. und *L. gibba* L. schwimmt der Spross auf der Wasseroberfläche und ist dick und gerundet, während bei der vierten, in fliessendem Wasser auftretenden Art, *L. trisulca* L., der Spross submers, dünn und länglich-lanzettlich ist.

Die langgezogene Blattform, die wir also recht oft bei unseren Ufer- und Wasserpflanzen in Bächen, Flüssen und Seen, sowie manchmal auch im Meere an der Küste antreffen, findet man auch in anderen Weltgegenden wieder.

In Nordafrika wächst z. B. *Nerium oleander* L., das langgezogene Blätter besitzt, an periodisch überschwemmten Flussufern. Während meiner Reise im Kamerunlande im tropischen Afrika, beobachtete ich, wie z. B. einige *Crinum-Arten* mit sehr langgezogenen Blättern oft in der Nähe von Mangrove-Wäldern an den Flussufern vorkamen, sowie ausserdem in der Nähe von dem Kamerungebirge in Bächen mit starkem Gefälle, deren Wasser noch ausserdem zu regelmässig wiederkehrenden Zeiten durch Ebbe und Flut in eine heftige Bewegung versetzt wird, was in dieser Hinsicht oft einen bedeutenden Einfluss ausüben dürfte.

An anderen ähnlichen Plätzen derselben Gegenden konnte man deutlich wahrnehmen, wie sogar ganze Pflanzengemeinschaften aus Arten mit langen und schmalen Blättern bestanden. Dies war der Fall bei hauptsächlich während der Regenperiode überschwemmten Sumpfpflanzenbeständen, z. B. bei den Beständen aus *Pandanus candelabrum* Beauv. An einigen Stellen trat diese Art als allein bestandbildend ohne Gesellschaft anderer *Phanerogamen* auf, an anderen dagegen zugleich mit *Cyperus*-Arten, Gräsern und *Commelynaceen* u. a., jedoch stets an solchen Stellen, wo das Wasser eine starke Strömung besass und auch die Flutwelle dasselbe zuweilen in Bewegung setzte, wodurch eine sehr verschiedene Wasserhöhe hervorgerufen wurde und wodurch sowohl eine Anzahl Schösslinge des *Pandanus*, als auch besonders die Feldschichten in der Nähe dieser Pflanzen regelmässig überspült wurden.

Gleich unterhalb eines solchen Strudels und auf ruhigem Wasser konnte man oft, ebenso wie in unseren Flüssen, *Nymphaea-Arten*, z. B. *Nymphaea Lotus* L., mit grossen, ganzen, gerundeten Blattflächen finden.

Es ist jedoch nicht bei allen in den Flüssen und Katarakten der Tropen vorkommenden *Phanerogamen* der Fall, dass sie sich durch Bildung langer Blätter oder Stiele gegen den mechanischen Einfluss des Wassers schützen, obgleich dies das gewöhnliche ist, sondern man

kann hier, ebenso gut wie bei uns, auch eine andere Art und Weise wahrnehmen, wie die Pflanzen gegen die Strömung reagieren. Bei den *Podostemaceen* z. B. bestand diese Reaktion darin, dass die dorsiventral entwickelten Zweige, die hier die Funktion der Blätter übernommen, einen Komplex von Lappen aufwies, der bei flüchtiger Betrachtung an die Verzweigung irgend einer *Marchantiacee* erinnerte.

Die fraglichen Arten, die immer in schnellströmendem, aber oft seichtem Wasser als dichter Bezug der Bodensteine vorkommen, bieten in gewissem Grade ein Gegenstück zu einigen in seichterem, fliessendem Wasser oder an Ufern auftretenden zipfelblätterigen Wassergewächsen unserer Flora.

Es ist vielleicht nicht ganz unangebracht, hier das anzuführen, was Warming[1]) über die Anpassung der *Podostemaceen* äussert. Er sagt nämlich: „Diese sonderbaren Standorte geben ihren Vegetationsorganen ein ganz ungewöhnliches Gepräge, und in der That lassen sich die meisten Eigentümlichkeiten im Sprossbau und in der Anatomie in Verbindung mit dem Leben in starkströmendem Wasser bringen.“ Ferner äussert er über die dorsiventrale Entwicklung der Zweige: „. . . . was offenbar damit in Verbindung steht, dass sie sich, um das Ungestüm der Gewässer besser ertragen zu können, mehr oder weniger niederlegen.“ Bei mehreren südamerikanischen Arten werden indessen, wie aus Warming's Monographie hervorgeht, teils die Blätter, teils die Zweige sehr lang und schmal.

In der Regenperiode sind sowohl die genannten *Crinum*-Arten als auch die übrigen oben erwähnten Arten oft ganz vom Wasser überflutet. Ich habe einmal sogar beobachtet, wie die Strömung, als sie über die Blattrosette eines *Pandanus*-Individuums stieg, dieses anfriss und mit sich führte.

An der Nordseite des Kamerunberges zwischen den Dörfern Isovi und Bibundi hatte ich einmal Gelegenheit, die Blattformen in einem Giess-Bach zu beobachten. Während der intensivsten Regenperiode war der Bach bis zu einer sehr grossen Tiefe, die stellenweise mehrere Meter betrug, mit schäumendem oder reissendem Wasser gefüllt; in der verhältnissmässig kurzen Trockenperiode, in der ich auch den Ort besuchte, war er bis auf einige Pfützen stagnierenden Wassers ganz und gar vertrocknet. Mitten im Bette des Baches, wo das Wasser während der Regenperiode einen reissenden Lauf gehabt und sehr hoch über der Bodenvegetation gestanden hatte, fand ich jetzt nicht gerade wenige Pflanzen mit langgezogenen Blättern. Leider gebrach es mir aus mehreren Gründen an Gelegenheit, eine vollständige Sammlung dieser Arten zu machen.

Kleine *Araceen*, *Orchideen*, *Acanthaceen* und *Coffeaceen*, die sonst selten oder niemals solche Formen aufzuweisen pflegen, hatten hier offenbar viel mehr in die Länge gezogene Blätter als verwandte Arten, die in der Nähe wuchsen und dem Einflusse des fliessenden Wassers nicht ausgezetzt waren.

An den während der Regenzeit vom Wasser bespülten, steilen Wänden des Baches, besonders aber auch an den während der Trockenperiode feuchteren Plätzen, kamen *Marchantiaceen* in sehr grosser Anzahl vor, deren Habitus demjenigen der bei uns an gewissermassen etwas ähnlichen Standorten vorkommenden Art ähnelte. Allein eingeschnittene Blattformen, welche den mit mehr oder weniger kreisrunder Totalform versehenen Blattformen, die bei uns

[1]) Eug. Warming, *Podostemaceae*. Die Natürl. Pflanzenfamilien von Engler und Prantl. Lieferung 51, 1890, Seite 2 und 4.

oft in fliessendem oder wellendem Wasser oder in dessen Nähe vorkommen, vollständig entsprechen, fand ich in den von mir besuchten tropischen Gegenden nirgends, weder in der Ebene, noch auf niedrigen Höhen in den Gebirgen.

In einem anderen Regenbache des Kamerungebirges bestand die Vegetation hauptsächlich aus verhältnissmässig schmalblätterigen *Balsaminaceen* und *Acanthaceen*, sowie aus einer *Adenostemma*-Art, die sowohl länger ausgezogene als auch weniger haarige Blätter besass, als die im Tieflande wachsende Art *A. viscosum* Forst.

Die in der Flora von Skandinavien vorkommenden Wasserpflanzen mit lappigen Blättern sind hauptsächlich folgende: *Utricularia* (6 Arten), *Hottonia palustris* L., *Oenanthe fistulosa* L., *Oenanthe Phellandrium* Lam., *Sium latifolium* L., *Sium angustifolium* L., *Helosciadium inundatum* Koch, *Batrachium* (9 Arten), *Myriophyllum* (3 Arten), *Ceratophyllum* (2 Arten).

Wo diese Arten vorkommen, da scheint indessen im allgemeinen die Strömung nicht so stark, der Wellenschlag nicht so heftig und auch in gewöhnlichen Fällen die Tiefe nicht so gross zu sein als da, wo die mit einer länger ausgezogenen einfachen Blattform versehenen submersen Wasserpflanzen auftreten.

In ruhigem Wasser, dem Ufer zunächst, wo dasselbe aber dennoch zeitweise in Bewegung gesetzt wird, nähert sich das Blatt in Bezug auf Länge und Breite der Lappen noch mehr der kreisrunden gezähnten Form.

Beispiele solcher, zur letzteren Kategorie gehörenden Blätter bieten die oberen, gerundeten und lappigen Blätter der *Batrachium*-Arten.

In seichten und stillstehenden Gewässern, die im Winter oft bis auf den Grund zufrieren, kommen ziemlich kleine, kreisrunde, weniger lappige, oft gesägte Blätter vor, wie bei *Batrachium scleratum* Th. Fr., *Batrachium hederaceum (L.)* S. F. Gray.

Diese nähern sich dem alpinen Schneeblatttypus[1]) und bilden gleichsam eine Brücke zu demselben Blatttypus einiger Landpflanzen, die oft an sumpfigen Plätzen an oder in seichtem Wasser vorkommen, wie *Caltha palustris* L., *Viola palustris* L. u. a.

Der Grund, weshalb ich hier diesen Blatttypus erwähne, ist, wie wir später sehen werden, der, dass ich sowohl auf die Analogie aufmerksam machen will, die sich hier bei den von der Strömung beeinflussten Pflanzen zu den verschieden entwickelten Windblättern[2]) vorfindet, als auch auf den Übergang zwischen den Blattgestalten der fliessenden Gewässer und dem alpinen Schneeblatttypus, sowie anderen Blatttypen.

Dieselben Veränderungen, denen wir an den Blattformen beim Übergange aus tieferem, fliessendem Wasser zu seichterem und weniger bewegtem begegnen, finden wir in gewissem Grade bei der Vergleichung der submersen und der auf der Oberfläche schwimmenden oder der vollständig über der Oberfläche erhobenen Blätter mehrerer Wassergewächse wieder. Einige Arten, beispielsweise der Gattung *Batrachium*, zeigen einen deutlichen Übergang zwischen den tiefer unten sitzenden, fein- und langlappigen Blättern einerseits und den oberen breitlappigen Blättern andererseits, und auch andere Wasserpflanzen, z. B. *Helosciadium inundatum (L.)* Koch, bieten einen sehr deutlichen Übergang dar.

[1]) J. R. Jungner, Klima und Blatt, etc., Seite 257.

[2]) J. R. Jungner, Klima und Blatt, etc., Seite 266.

Die Tendenz der Entwicklung nach demjenigen Blatttypus hin, den ich alpine Schneeblätter genannt habe, braucht hinsichtlich einer Menge Wasserpflanzen nicht noch ausführlicher bestätigt zu werden.

Eine Stufe in dieser Entwicklungsreihe bilden indessen die schwimmenden Blätter z. B. der meisten *Batrachium*-Arten.

Bei diesen sind die Charaktere des Schneeblattes und damit auch die Funktion desselben — im Herbst und im Winter ist das Wasser zuweilen an der Oberfläche gefroren, während es in der Tiefe sich noch bewegt und hier eine verhältnismässig hohe Temperatur besitzt — bis zu einem gewissen Grade zur Ausbildung gelangt, aber diese Blätter sind allerdings zugleich auch mit Rücksicht auf die Strömung und den Wellenschlag der Oberfläche entwickelt. Die Analogie der alpinen Windblätter wird hierdurch klar ersichtlich.

Die langen und schmalen Blätter oder Blattlappen der Wasserpflanzen sind indessen auch einer höheren Temperatur als die kurzlappigen oder die gesägten Blätter angepasst. Obgleich dies aus dem oben Gesagten deutlich hervorgeht, will ich jedoch noch einen Beleg für diese Behauptung anführen.

Über die Hibernation von *Utricularia vulgaris* L. und *U. neglecta* Lehm. sagt Fraser:[1]) „*Utricularia vulgaris* und *Utricularia neglecta* sind wurzellose, flutende Wasserpflanzen, die im Herbst bis auf die vergrösserten Endknospen der Stammspitzen absterben und im Wasser untersinken. Die Knospen erreichen dann die Grösse einer kleinen Erbse bis die einer Haselnuss. Die Blätter der Knospen sind sehr verkürzt und dicht, nicht wie die normalen Blätter entfernt gezähnt. Im Frühjahr verlängert sich die Achse der dunkelgrünen, kugeligen Endknospen, die Blätter breiten sich aus, und bei Wärme und Sonnenlicht erreicht die Pflanze bald eine beträchtliche Grösse."

Es versteht sich übrigens von selbst, dass, je mehr ein irgendwie überwinternder Pflanzenteil in Form eines kreisrunden aber gesägten Blattes auftritt oder zu einer mehr oder weniger gerundeten Knospe zusammengerückt wird, die dem Einflusse der niedrigen Temperatur ausgesetzte Fläche desto kleiner wird, und dass sie sich infolge dessen besser schützt, zumal wenn derartige Organe zugleich mit kleineren Vorsprüngen in der Gestalt von Sägezähnen oder kurzen Lappen versehen sind, vermittelst deren je nach Bedarf eine so grosse Menge des umgebenden Eises oder Schnees weggeschmolzen werden kann, dass genannte Organe mit der niedrigen Temperatur des betreffenden Mediums in keine direkte Berührung kommen.[2]) Auch die gerundeten, ganzrandigen Blätter z. B. der *Nymphaea*- und *Nuphar*-Arten, die in bedeutenden Tiefen überwintern, sind demzufolge augenscheinlich einer höheren Wassertemperatur angepasst als die runden, gesägten Blätter z. B. der *Batrachium*-Arten oder von *Hydrocotyle vulgaris* L., *Caltha palustris* L., *Viola palustris* L. u. a.

Hinsichtlich der Entstehung der langgezogenen Blätter und Lappen — sowie auch Stammteile — der in fliessendem Wasser auftretenden Wasserpflanzen wird man zu der Vermutung genötigt, dass diese ausdehnende Wirkung durch das stets an den Oberflächen adhärierende und in der Längenrichtung des Blattes sich bewegende Wasser hervorgerufen wird. Ich verweise hier nur auf die im Anfange der vorliegenden Arbeit angeführten

[1]) J. Fraser, Hibernation of *Utricularia vulgaris* and *Utricularia neglecta*. G. Chr. XXV, pag. 556.

[2]) Vergl. J. R. Jungner, Klima und Blatt etc. Seite 261, den Einfrierungsversuch mit *Veronica officinalis*.

Versuche sowie auf meine Beobachtungen über das Vorkommen von Tränfelspitzen in der Nähe von Strudeln und Wasserfällen. Übrigens spricht ja schon das Vorkommniss der genannten Arten für die Richtigkeit dieser Ansicht. Dass eine Streckung der Blätter und Stengel noch dazu infolge der Biegung geschieht, die durch Wellen und Strömung hervorgerufen wird, scheint mir offenbar zu sein.

Dass diese langgezogenen Blätter und Lappen der Wasserpflanzen auch besser als irgend welche andere Blattformen gegen den mechanischen Einfluss des umgebenden Mediums wirken, erscheint so einleuchtend, dass es nicht nötig sein dürfte, hierfür weitere Beweise zu liefern. Vergl. Schenck op. cit.

Dass auch der Typus mit breiteren Lappen infolge der mechanischen Einwirkung des Wassers entstanden ist, und zwar entweder so, dass dieses die ursprünglich ganzrandige Spreite durchbrochen hat oder auch so, dass sich die Sägezähne zu Lappen verlängert haben, ist sehr wahrscheinlich, ebenso wie auch ein entgegengesetzter Entwicklungsgang, nämlich das Entstehen eines mehr ganzen Blattes aus einem gelappten als Folge einer Stärkeabnahme der beeinflussenden Strömung, stattfinden kann.

Es ist augenscheinlich, dass auch erwähnte Blattgestalt, je nach Bedarf auf Grund auch anderer Standortsverhältnisse, besser gegen die Einwirkung des fliessenden Wassers fungieren muss, als es irgend ein anderer Blatttypus hier thun würde. Man muss jedoch auch auf die Reaktion dieses Typus gegen andere Faktoren Rücksicht nehmen, als die Eisverhältnisse während der Überwinterungsdauer, Beleuchtung im Sommer, Veränderungen in der Höhe des Wasserstandes u. s. w.

Da ich in meinen früheren Abhandlungen über die Entwicklung des Blattes hinsichtlich des Einflusses verschiedener klimatischer Faktoren die einzelnen Blattgestalten nach dem Faktor benannt habe, dem ich den grössten Einfluss auf die Gestaltung des Blattes zuschreibe und gegen welchen das Blatt reagiert, so dürfte es zweckmässig sein, auch hier die betreffenden Blatttypen mit entsprechenden Namen zu belegen, zumal da solche wohl jedenfalls schon der Kürze halber notwendig sein werden.

Ich nenne daher die langgezogenen und die lappigen Blätter der eigentlichen Wasserpflanzen Strömungsblätter, da in diesem Namen der Sinn einer Reaktion des Typus gegen den Einfluss der Strömung unmittelbar enthalten ist.

Für die Blätter dagegen, deren Gestalt denen gleicht, die bei *Nymphaea, Nuphar, Limnanthemum* und *Hydrocharis* vorkommen — von denen, beiläufig gesagt, die beiden letzteren, sowie auch die kleinblätterigen Arten von *Nuphar,* durch die geringe Grösse der Blätter den Übergang beginnen zu den alpinen Schneeblättern — und die man an solchen Stellen wieder findet, an denen das Wasser sich gar nicht oder doch nur in geringem Grade bewegt, schlage ich den Namen Teichblätter vor.

Die Blattformen solcher Ufer- und Sumpfpflanzen, die an häufig von fliessendem Wasser überschwemmten Stellen vorkommen, könnte man Überschwemmungsblätter nennen. Ohne Zweifel ist bei diesem Typus nicht bloss das Wasser, sondern auch und zwar in sehr hohem Masse die durch das Auftreten in einer dichten Vegetation hervorgerufene Etiolierung in jüngerem Stadium sowie auch zuweilen der Wind eine mitwirkende Ursache zur Entstehung dieses Typus gewesen. Die Benennung deutet ja auch an, dass der betreffende Blatttypus zeitweise dem Einflusse des fliessenden Wassers ausgesetzt ist.

Das fliessende oder von Wellen bewegte Wasser wirkt aber auf die Blätter der Pflanzen wie eine Gussform, in welcher ursprünglich weitgetrennte Typen allmählich einander der Gestalt nach immer ähnlicher werden, je länger und kräftiger sie von diesen Faktor beeinflusst gewesen.

Übergänge kommen nämlich zahlreich vor, sowohl von den typischen submersen Strömungsblättern zu den kreisrunden, auf der Oberfläche schwimmenden Teichblättern, wovon die *Potamogeton*-Arten und *Elisma* sprechende Beispiele liefern, als auch zu den kleinen, keimblattähnlichen, wofür die *Callitriche*-Arten als Beispiele dienen können, als auch andererseits von den schwimmenden, langgezogenen Strömungsblättern zu den typischen Teichblättern.

Es kommen aber auch, wie gesagt, Übergänge von den schmallappigen Strömungsblättern zu solchen mit breiteren Lappen oder sogar zu dem gerundeten, fast nur gesägten Blatttypus vor, wie es z. B. bei der Gattung *Batrachium* der Fall ist.

Da aber auch die an Ufern vorkommenden Land- und Sumpfpflanzen ihre Blätter nach analogem langgezogenen Typus hin ausbilden können, so scheint es, als ob der Einfluss der Strömung nicht auf gewisse in dieser Hinsicht empfindlichere Arten beschränkt, sondern vielmehr ein allgemeines, durchgreifendes Gesetz wäre. Fernere Beweise dafür können wir von den vorher erwähnten Blattformen an Strudeln und Wasserfällen haben, bei denen entweder das ganze Blatt oder die Lappen infolge des Einflusses des spritzenden oder schäumenden Wassers, mit oder ohne Beistand des Windes, in die Länge gezogen werden.

Berücksichtigen wir nämlich in diesem Zusammenhange auch die Vegetation an Strudeln und Wasserfällen, so werden wir nicht nur finden, dass sie grösstenteils aus Arten mit langgezogenen Blättern besteht, was besonders in Gebirgsgegenden, wo diese Blattform sonst seltener ist, sehr deutlich hervortritt, sondern auch, dass die daselbst vorkommenden Arten mit typisch langgezogenen Blättern auch im Vergleich zu der an trockeneren Stellen auftretenden Blattform derselben eine weit bedeutendere Längenausdehnung des Blattes aufweisen, als an den letztgenannten Standorten.

Die einzelnen Arten sind jedoch wahrscheinlich für den Einfluss des fliessenden Wassers in verschiedenem Grade empfänglich, ebensowohl wie verschiedene Arten sich relativ verschieden zu dem Einflusse des träufelnden Wassers verhalten, jedoch so, dass die Entwickelung in dieselbe Richtung, obgleich bei verschiedenen Arten ungleich schnell, verläuft.

Um jedoch zu beurteilen, ob die eine Art für den Einfluss eines gewissen äusseren Faktors leichter empfänglich ist als eine andere, ist es zuerst notwendig, die Verbreitung und das Vorkommen der betreffenden Art, sowie auch die äusseren Umstände, die in dem fraglichen Verbreitungsgebiete und auf den Standorten im allgemeinen am kräftigsten wirken, genau zu untersuchen.

Die Behauptung, die man zuweilen hört, dass die eine Art eine Reaktionsweise gegen äusseren Einfluss wählen könnte und die andere Art eine entgegengesetzte ist, abgesehen davon, dass sich diese Annahme nicht durch Thatsachen beweisen lässt, auch dadurch leicht zu widerlegen — insofern es sich um ein Gebiet von der Beschaffenheit handelt, dass dessen Vegetation während langer Perioden dem Einflusse des betreffenden Faktors ausgesetzt gewesen — dass es höchst unwahrscheinlich ist, dass beide Reaktionsweisen in gleich hohem Grade den fraglichen beiden Arten zum Nutzen gereichen könnten. Im Kampf ums Dasein

muss natürlich der Faktor am besten bestehen und über den anderen siegen können, dessen Art und Weise zu reagieren ihm den grössten Vorteil bringt.

Auch die verschiedenen klimatologischen Blatttypen haben vielleicht ebenfalls eine verschiedene Empfänglichkeit für den Einfluss neuer Klimafaktoren.

Was ich vorher in diesem Kapitel besprochen habe, hat hauptsächlich bezweckt, den ausdehnenden Einfluss auf die Blätter der Pflanzen darzulegen, den das fliessende Wasser ausübt.

Die Strömungs- sowohl wie die Überschwemmungsblätter als auch die Teichblätter sind indessen nicht nur durch die langgezogene Form, sondern auch durch verminderte Zähnung der Blattränder ausgezeichnet.

Beispiele hiervon zeigen fast sämmtliche Strömungsblätter, mögen sie in fliessendem oder von Wellen gekräuseltem Wasser an See- und Meeresküsten auftreten. Man vergleiche also den Blattrand der *Limosella aquatica* L. mit demjenigen der allermeisten am Lande wachsenden *Scrophulariaceen*. In derselben Hinsicht vergleiche man *Subularia aquatica* L. mit den am Lande wachsenden *Cruciferen*, *Lobelia Dortmanna* L. mit den übrigen *Lobeliaceen*, *Pilularia globulifera* L. mit den *Marsilia*-Arten und die *Isoëtes*-Arten mit *Selaginella spinulosa* Al. Br.

In seichteren sowie in kleineren und daher durch Wellenbewegung nicht so sehr aufgeregten Gewässern kommt, wie bekannt, *Stratiotes aloides* L. oft mit *Potamogeton crispus* L. zusammen vor, welche beide mit gezähnten Blättern versehen sind. Erstere Art möge man mit einer anderen, zu der Familie der *Hydrocharitaceen* gehörigen Art vergleichen, nämlich mit der mit langgezogenen, ganzrandigen Blättern versehenen *Vallisneria spiralis* L., welche in tieferen und grösseren Gewässern wächst, deren Oberfläche daher häufiger von Wellen bewegt wird.

Eine ähnliche Verschiedenheit ergiebt sich, wenn man andererseits die Blätter von *Potamogeton crispus* L. mit denselben der übrigen submersen *Potamogeton*-Arten z. B. *P. sparganifolius* Læst. vergleicht.

Vielleicht ist das Vorkommen von Sägezähnen in diesen Fällen eine Folge des Eises im Winter und ein Schutzmittel gegen dasselbe.

In der Familie der *Hydrocharitaceen* findet sich ausserdem eine andere Analogie zu der Verschiedenheit der Blattform der Gattung *Potamogeton*, die darin besteht, dass auch dort schwimmende gerundete und ganzrandige Blattscheiben vorkommen, wie bei letzterer Gattung.

In seichten Meeresbuchten findet sich bekanntlich *Najas marina* L., die gezähnte Blätter hat, oft ganz an der Wasseroberfläche. *Najas flexilis* Rostk., die fast ganzrandige Blätter hat, tritt dagegen in Binnenseen von grösserer Tiefe auf.

Bei *Trapa natans* L. sind die zuerst hervorbrechenden und tiefer im Wasser wachsenden Blätter langgezogen und garnicht oder doch nur sehr wenig mit Sägezähnen versehen. Die bis an die Oberfläche des Wassers gelangenden Blätter dagegen stimmen nicht nur in der Beziehung, dass ihre Form derjenigen des alpinen Schneeblatttypus immer ähnlicher wird, mit diesem Blatttypus überein, sondern auch darin, dass die Sägezähne sich immer kräftiger entwickeln.

Die *Batrachium*-Arten, welche sowohl submerse als auch schwimmende Blätter besitzen, zeigen, was die Form und Zähnung der einzelnen Lappen betrifft, dieselbe Veränderung in verschiedenen Höhen des Stengels wie *Trapa natans* L. in der Totalform des Blattes.

Auch bei den Überschwemmungsblättern sind, obgleich nicht so durchgängig wie bei den Strömungsblättern, die Sägezähne reduziert.

Man vergleiche daher die Beschaffenheit des Blattrandes der mit langgezogenen Blättern versehenen Sumpfpflanzen *Veronica Anagallis* L. und *V. scutellata* L. einerseits mit derjenigen der übrigen *Veronica*-Arten andererseits. In derselben Beziehung vergleiche man mit einander die mit langgezogenen Blättern versehenen Uferpflanzen von *Ranunculus Lingua* L. einerseits mit den übrigen xerophileren *Ranunculus*-Arten andererseits, und schliesslich *Epilobium palustre* L., das in zeitweilig fliessendem Wasser lebt und verhältnissmässig schmale Blätter ohne Sägezähne hat, mit den im allgemeinen an trockeneren Standorten wachsenden und mit breiter gesägten Blättern versehenen übrigen *Epilobium*-Arten.

Lysimachia vulgaris L. und *Naumburgia thyrsiflora* Reich., welche im Wasser oder an zeitweise übertretendem Wasser wachsen, haben bei einer langgezogenen Blattform keine Sägezähne — auch bei der im Wasser wachsenden *Hottonia palustris* L. sind die langgezogenen Lappen ganzrandig — während die meisten der auf trockenem Boden wachsenden, zu derselben Familie gehörenden *Primula*-Arten mehr oder minder gesägte und zugleich breite Blätter tragen.

Die beiden ersteren Arten, sowie auch *Lythrum salicaria* L. u. a., haben ausserdem, wie es scheint, eine auch in anderen Beziehungen gemeinschaftliche Blattgestalt, die u. a. durch die etwas herzförmige, verhältnissmässig breite Basis gekennzeichnet wird.

Die langgezogenen Blätter der im Wasser, an Ufern oder anderen periodisch überschwemmten Standorten wachsenden *Litorella lacustris* L. und *Plantago maritima* L. sind ganzrandig, während die übrigen *Plantago*-Arten bis auf wenige Ausnahmen gezähnte Blätter besitzen. Bei den übrigen oben erwähnten skandinavischen Uferpflanzen, die sämmtlich langgezogene Blätter haben, sind diese auch am häufigsten ganzrandig.

Die Teichblätter sind auch, wie erwähnt, ganzrandig, was wohl der Einwirkung der von allen Seiten kommenden Wellen und der verhältnissmässig hohen Wintertemperatur des tiefen Wassers zuzuschreiben ist.

Bei den Wassergewächsen ist bekanntlich die Behaarung gänzlich verschwunden; aber auch bei Ufer- und Sumpfpflanzen werden die Haare durch Einwirkung des Wassers bedeutend weniger entwickelt. Dies zeigt sich z. B., wenn man die einzelnen Lokalformen von *Naumburgia thyrsiflora* Reich., *Lythrum Salicaria* L., *Lysimachia vulgaris* L., *Veronica scutellata* L. u. a. vergleicht.

Den Grad der Benetzbarkeit der Strömungs- und Überschwemmungsblätter, sowie ob Polstergewebe an den Insertionspunkten der Blätter vorkommen, habe ich leider noch nicht untersuchen können.

Die Reduktion der verholzten Elemente auch bei den Wasserpflanzen ist jedoch eine bekannte Thatsache.

Die Eigenschaften, die wahrscheinlich durch den Einfluss der niedrigen Temperatur des Wassers hervorgerufen sind, nämlich die Kräuselung und die lokale Umbiegung des Blattrandes im Verein mit unregelmässigen Einschnitten in denselben, scheinen bisweilen vorzukommen, z. B. bei *Lysimachia*, *Naumburgia*, *Lythrum* und anderen mit Überschwemmungsblättern versehenen Arten. Bei typischen Wasserpflanzen dagegen habe ich diese Charaktere nicht wahrgenommen.

Zusammenfassung und Ergebnisse.

Als ich im Frühjahr 1893 meine Experimente, mittels träufelnden Wassers gewisse Eigenschaften bei den Blättern hervorzurufen, anfing, war dies eine Folge der Ergebnisse, zu denen ich durch meine Beobachtungen über die Blattgestalt der regenreichen, tropischen Gegenden gelangt war. Ich hatte nämlich gefunden, dass, was die Blätter jener Gegenden gerade am besten kennzeichnete, eben die Charaktere waren, die ich im Anfange dieser Abhandlung auf Seite 3 und 4 aufgezählt habe. Ich hielt die Annahme für nicht ganz unmöglich, dass diese Eigenschaften, ebenso wie sie einen Schutz gegen den reichlichen Regen bildeten, auch gerade infolge dieses Regens könnten entstanden sein. Wäre dieses nun der Fall, so müsste man, meiner Ansicht nach, auch experimentell beweisen können, ob dieselben schon während der Entwickelung des Blattindividuums durch den Einfluss permanenten Regens merkbarer hervortreten, oder ob diese Veränderung erst nach einer Reihe von Generationen erfolgt.

Die Ergebnisse meiner Untersuchungen sind folgende:

Regenblattcharaktere können während der ontogenetischen Entwickelung des Blattes nur in verhältnissmässig geringem Masse hervorgerufen werden, auch wenn dasselbe während der ganzen Periode von dem ersten Hervorbrechen aus der Knospe an bis zu der vollen Ausbildung dem Einflusse träufelnden oder fliessenden Wassers ausgesetzt ist.

Einige Eigenschaften, wie die hängende Lage, die Glätte der Oberfläche und die Benetzbarkeit konnten allerdings sehr oft ziemlich leicht hervorgerufen werden, wenn nämlich die fallenden Wassertropfen die erforderliche Kraft besassen; dagegen entwickelten sich Träufelspitzen, Gelenkpolster und ganze Ränder nur seltener in höherem Grade während der Entfaltung der Blätter und in den Fällen, wo es möglich war, dieselben während der ontogenetischen Entwickelung hervorzurufen, geschah dies, wenn auch einem geübten Auge vollkommen deutlich, dennoch nur bis zu einem verhältnissmässig geringen Grade.

Die Experimente lieferten indessen auch andere Ergebnisse als die erwarteten; diese waren jedoch jedenfalls nicht so sehr die Folge des mechanischen Reizes der Wassertropfen oder der Strömung, als vielmehr der niedrigen Temperatur des Wassers.

Die infolge dieser Einwirkung auftretenden Eigenschaften waren: die lokale Umbiegung der Blatträndер und zuweilen eine Kräuselung derselben.

Durch diese Resultate veranlasst, begab ich mich sowohl im Juli 1893 als auch im Sommer 1894 in die Gebirgsgegenden von Jämtland, um an dortigen Strudeln und Wasserfällen etwaige stets übersprühte Stellen aufzusuchen, an welchen ich das diesbezügliche Aussehen der Vegetation hätte studieren und mit den vorher gewonnenen Resultaten vergleichen können.

Ich war der Ansicht, dass eine derartige Veränderung der Blätter, welche diese den Regenblättern näherte, sowie auch eine von der niedrigen Temperatur des Wassers bewirkte Umgestaltung derselben, in noch grösserer Ausdehnung an solchen Plätzen auftreten müssten, an denen dasselbe Pflanzenindividuum Jahre lang dem Einflusse des Sprühregens ausgesetzt oder auch mehrere aufeinander folgende Generationen hindurch solchermassen beeinflusst gewesen waren.

Die Ergebnisse dieser Beobachtungen entsprachen denn auch meinen Erwartungen.

Die einem steten Sprühregen ausgesetzten Blätter besassen eine hängende Lage in höherem Grade als andere derselben Art.

Die Behaarung war im allgemeinen bei denjenigen Blättern mehr reduciert, die dem Regen von Strudeln und Wasserfällen ausgesetzt waren, als bei anderen Individuen derselben Art, die unter sonst ähnlichen äusseren Verhältnissen an trockenen Plätzen wuchsen.

Die Benetzbarkeit der untersuchten Arten war auch durch den unausgesetzten Einfluss des Wassers vollständig geworden.

Auch die Träufelspitzen waren an den Wasserfällen bedeutend stärker entwickelt als an trockeneren Plätzen; sie waren auch im allgemeinen bedeutend länger als die durch Experimente hervorgebrachten. Zuweilen waren sie typisch, „an ihrem Ende seitwärts gekrümmt" wie in regenreichen tropischen Gegenden (vergl. Stahl, l. c. S. 107).

Die Sägezähne waren in denjenigen höheren Vegetationsschichten, die ausser vom Wasser auch vom Winde beeinflusst wurden, mehr ausgebildet als in den dem Boden zunächst befindlichen, die ausschliesslicher von dem herabträufelnden Wasser beeinflusst wurden.

In den höheren Schichten, die mehr dem Winde ausgesetzt waren, wurden die Blätter, wenn sie lang, biegsam und nachgiebig gegen den Wind waren, ganzrandiger, wie es scheint desshalb, weil der Wind dann das Wasser an den Rändern entlang trieb und dasselbe von den langen Spitzen entfernte, z. B. bei *Mulgedium*, obere Blätter, und *Epilobium*; war aber die Gestalt der Blätter eine solche, dass das Wasser diesen Weg nicht passieren konnte, wenn der Wind die Pflanze und damit auch die Tropfen so in Bewegung setzte, dass diese mehr rechtwinkelig und direkt von dem Rande selbst abgeschüttelt wurden, so hatte dieser Rand, wie es scheint, gerade dadurch Zähne erhalten, die nun an den verschiedenen Teilen des Randes sehr ungleichmässig entwickelt waren, indem sie zuweilen ganzrandige Stellen frei liessen, ein Zeichen, dass doch auch hier das Wasser manchmal den Rand entlang geglitten war. Vergl. *Sorbus aucuparia* L. (Taf. II Fig. 4), bei welcher demgemäss die Träufelspitzen nicht so stark entwickelt sind als bei den mit biegsamen Blättern versehenen Arten.

In den dem Boden zunächst befindlichen Schichten dagegen, wo das Wasser ohne störenden Einfluss des Windes den Rand der Blätter entlang fliessen konnte, wurden diese ganzrandig. Das war z. B. der Fall bei *Primula stricta* Horn., die an anderen Standorten deutliche, wenn auch zuweilen nur kleine Sägezähne besitzt, hier aber vollständig ganzrandige Blätter hatte. Bei *Primula stricta* konnten schon aus dem Grunde, dass ihre Blattrosette so nahe am Boden wächst und sie ihren Platz in der Bodenschicht hat, die Blätter keine nach unten gerichtete Lage erhalten, sondern behielten daher im oberen Blattteile die ursprüngliche Form bei. Aber nach der Basis hin, über welche die Tropfen hinabflossen, verjüngten sie sich sehr allmählig. Bei *Veronica officinalis* L. dagegen wurde zugleich mit dem Schwinden der Sägezähne der nach unten gerichtete Spitzenzahn länger. Die Ursache dieses scheinbaren Widerspruches ist in dieser Arbeit auf Seite 6 angegeben worden.

Gelenkpolster oder anstatt dessen Polstergewebe scheinen auch verhältnissmässig gut entwickelt.

Aber die Wahrnehmungen an den Strudeln und Wasserfällen bestätigen auch, was vorher schon aus den Experimenten hervorging, dass auch andere Charaktere und nicht nur die den Regenblättern eigentümlichen, als eine Folge der niedrigen Temperatur des Wassers zur Entwicklung gelangen.

Diese Charaktere waren auch hier die Umbiegung und Kräuselung der Ränder, aber ausserdem fanden sich z. B. bei *Sorbus aucuparia* L. (Taf. II, Fig. 4) hier und da an dem Rande unregelmässige Einkniffe, die stellenweise Spuren von Frostschaden trugen.

Wie schon vorher erwähnt, übte besonders in den höheren Schichten auch der Wind auf die Umgestaltung des Blattes einen grossen Einfluss. Hier konnten bei solchen Arten, die sonst ganze aber regelmässig gezähnte Blätter besitzen, unregelmässige, zuweilen grobgesägte, gezähnte oder oft fast lappige Blätter auftreten.

Aber von den erwähnten an Strudeln und Wasserfällen vorkommenden Arten hatte ein grosser Teil immer lappige Blätter; sie waren also von vorneherein dem vereinigten Einflusse des Windes und des Regens angepasst. Dies war z. B. der Fall bei den höhere Schichten bildenden Arten *Aconitum Lycoctonum* L. und *Mulgedium alpinum* L.

Einige von den an Strudeln und Wasserfällen vorkommenden Arten hatten dagegen ganze und langgezogene Blätter.

Von diesen zeigten einige Arten ausserdem die Eigentümlichkeit, dass die Blätter, wenn die Art an Strudeln und Wasserfällen oder nahe an den Ufern der Bäche vorkam, noch bedeutend länger waren, als wenn die Art an trockeneren Plätzen wuchs. Diese Erscheinung trat um so auffallender hervor, als die Blätter in Hochgebirgen oder in deren Nähe sonst und auch oft bei den fraglichen Arten sehr breit, zuweilen fast kreisrund sind, z. B. die Grundblätter der *Saussurea alpina* DC. und *Solidago Virgaurea* L.

Der letztere Umstand, dass die Blätter der fraglichen Arten so lang und schmal waren, wenn sie an Katarakten, Wasserfällen etc., sowie auch an fliessendem Wasser vorkommen, während sie an trockenen Standorten kurz und breit waren, brachte mich auf den Gedanken, dass die langgezogene Blattform durch periodisch überschwemmendes Wasser hervorgerufen sein könnte.

Hierdurch wurde ich nun zu der Frage von der Gestalt der Blätter an periodisch überschwemmten Ufern sowie in fliessenden und in wellenden Gewässern geleitet.

Schon vorher hatte ich auf diesem Gebiete Beobachtungen gemacht, setzte aber jetzt die Untersuchung der diesbezüglichen Gegenstände fort, wobei ich folgende Ergebnisse erhielt.

Die stark ausdehnende Wirkung des fliessenden Wassers auf die Blätter der Pflanzen, welche, wenn die Blattspitze selbst davon beinflusst wird, sich in der Entwickelung von Träufelspitzen zeigt, tritt in noch höherem Masse bei solchen Pflanzen hervor, die stets oder zeitweise ganz und gar in fliessendem oder wellendem Wasser untergetaucht sind. In solchen Fällen wird nämlich das Blatt in seiner ganzen Länge und auf beiden Seiten von der ausdehnenden Kraft des Wassers beinflusst.

Die Strömungsblätter der Wasserpflanzen scheinen in diesem Falle länger ausgezogen zu sein als die Ueberschwemmungsblätter der Uferpflanzen, was damit in Beziehung steht, dass jene immer, diese dagegen nur zeitweise unter dem Einflusse des fliessenden Wassers stehen.

Vergleicht man dagegen die Strömungsblätter mit den Teichblättern, so ergiebt sich auch hier ganz deutlich, dass es das in Bewegung begriffene tiefe und daher auch starken Druck ausübende Wasser ist, was die langgezogene Form verursacht.

Und vergleicht man ausserdem die submersen Blätter oder Lappen einer Art mit den auf der Oberfläche schwimmenden derselben Art, so zeigt sich dasselbe Gesetz.

Berücksichtigt man schliesslich den Unterschied zwischen solchen auf der Oberfläche schwimmenden etwas langgezogenen Blättern, die in einigermassen fliessendem Wasser vorkommen, mit den ebenfalls auf der Oberfläche schwimmenden, aber in stillstehendem Wasser auftretenden, typisch kreisrunden Teichblättern, so wird es sich, obgleich erstere wenigstens in spätem Stadium nur auf der Unterseite von der Strömung beeinflusst werden, auch hier zeigen, dass die Form des Blattes zu der Stärke der Strömung an den Stellen, wo die fraglichen Arten und Formen auftreten, in einer gewissen Beziehung steht.

Das was die Strömungs- und die Ueberschwemmungsblätter als Folge der Bewegung des Wassers auszeichnet, ist indessen nicht nur eine langgezogene Form, sondern auch die verminderte Zähnung des Blattrandes. Dies gilt besonders von den in fliessendem oder wellendem Wasser vollständig untergetauchten Strömungsblättern; aber auch bei den Ueberschwemmungsblättern macht sich dieses Gesetz geltend und tritt auch bei dem Vergleiche mit den Blättern verwandter am Lande wachsender Pflanzen hervor.

Auch die Teichblätter sind ganzrandig. (Vergleiche S. 34.)

Eine ähnliche Beobachtung lässt sich auch über den Mangel an Behaarung machen.

Auch die Lage ist bei den gänzlich untergetauchten Blättern von der Stärke der Strömung bedingt.

Ueber die Benetzbarkeit der Ufer- und Wasserpflanzen kann ich mich noch nicht äussern, ebenso wenig über das Vorkommen von Polstergeweben bei denselben.

Die vergleichenden Untersuchungen über die Blattform in Gewässern, sowie auf zeitweise überschwemmten Ufern bestätigen, wie hieraus hervorgeht, sowohl die Richtigkeit der Resultate, zu denen ich durch meine Experimente gelangt bin, als auch die der Beobachtungen, die ich später an Strudeln und Wasserfällen gemacht habe.

Litteratur.

A. B. Frank. Ueber die Lage und die Richtung schwimmender und submerser Pflanzenteile. Cohn's Beiträge z. Biol. der Pflanzen I. Breslau 1872.

H. Schenk. Die Biologie der Wassergewächse. — Bonn 1886.

E. Stahl. Regenfall und Blattgestalt. — Ein Beitrag zur Pflanzenbiologie. — Extraits des Annales du Jardin Botanique de Buitenzorg. Leiden 1893.

J. R. Jungner. Anpassungen der Pflanzen an das Klima in den Gegenden der regenreichen Kamerungebirge. — Bot. Centralbl. 1891. No. 38.

J. R. Jungner. Om regnblad, daggblad och snöblad (Ueber Regenblätter, Taublätter und Schneeblätter). Bot. Notiser 1893 No. 3 und 1894 No. 3. — Ref. in Bot. Centralbl. 1895 No. 12.

J. R. Jungner. Klima und Blatt in der Regio alpina. — Flora 1894.

J. R. Jungner. Om Bladtyperna inom släktet Saxifraga, deras fördelning på bestämda klimatområden samt förmodade fylogenetiska ordningstöljd (Ueber die Blatttypen bei der Gattung Saxifraga, ihre Verteilung auf bestimmte Klimagebiete und ihre vermutete phylogenetische Reihenfolge). — Bot. Notiser 1894 No. 5. — Refer. Bot. Centralbl. 1895 No. 20, 21.

Fr. Buchenau. *Alismaceae, Butomaceae.* Die Natürl. Pflanzenfamilien von A. Engler und K. Prantl. Lieferung 26, 1889.

Eug. Warming. *Podostemaceae.* Die Natürl. Pflanzenfamilien von A. Engler und K. Prantl. Lieferung 51, 1890.

J. Fraser. Hibernation of *Utricularia vulgaris* and *Utricularia neglecta* — G. Chr. XXV. pag. 556.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel I.

Cascada de Naolinco (Yucatan).

Die Stellung der Blattspreite sowie Träufelspitzen sind hier deutlich zu sehen.

Tafel II.

Fig. 1. Blatt von *Betula verrucosa* Ehrh. mit grösseren und kleineren Randzähnen.

Fig. 2. Ein Blatt von *Betula verrucosa var. lobata* Auds. mit hauptsächlich nur grösseren zu träufelspitzigen Lappen umgewandelten Sägezähnen.

Fig. 3. Ein Blatt von *Betula verrucosa var. dalecarlica* L. Die Lappen sind mit langen gekrümmten Träufelspitzen versehen. Sägezähne sind in geringer Anzahl vorhanden.

Fig. 4. Ein mit teilweise ungleichmässig gesägten, teilweise ganzrandigen und hier und da ausgekniffenen Blättchen versehenes Blatt von *Sorbus aucuparia* L. aus dem Sprühregen des Ristafalles.

Fig. 5. Ein gleichmässig gezähnter Blattrand von *Saussurea alpina* DC. unter normalen Verhältnissen auf den feuchten Wiesen der Insel Frösön wachsend. Das Blatt ist nur zugespitzt.

Fig. 6. Ein unregelmässig gezähnter, teilweise ganzrandiger Blattteil von *Saussurea alpina* DC. mit einer langen Träufelspitze versehen, am Ristafall wachsend.

Fig. 7. Ein normal gezähntes Blatt von *Primula stricta* Horn., aus der Gegend von Östersund.

Fig. 8. Ein ganzrandiges und in die Länge ausgezogenes Blatt von *Primula stricta* aus der Vegetation des Tännforsen.

Fig. 9. Blatt von einer unter normalen Verhältnissen wachsenden *Veronica officinalis* L.

Fig. 10. Dieselbe Art. Das Blatt ist 6 Wochen lang von tropfendem Wasser überspült worden.

Fig 11. Blatt von *Boehmeria urticaefolia* „mit säbelförmig gekrümmten Träufelspitzen". Nach E. Stahl, Regenfall und Blattgestalt.

Fig. 12. Blatt von *Urtica dioica* L.

Tafel III.

Paarweise (1 und 2, 3 und 4 etc.) zusammengestellte Blätter derselben Arten; die im inneren Felde befindlichen sind durch Überspülen hervorgebrachte Formen.

Fig. 1. Blatt von *Circaea alpina* L., aus der übersprühten Vegetation am Tännforsen.

Fig. 2. Ein schneeblattähnliches Blatt derselben Pflanze von demselben Niveau des Stengels, von einem Standort, der einer normalen Regenmenge ausgesetzt war.

Fig. 3. Ein durch vierwöchentliches Ueberspülen künstlich hervorgebrachtes „Regenblatt" von *Vinca minor* L., hängend, mit Gelenkpolstern und Träufelspitzen versehen.

Fig. 4. Eine taublattähnliche Gestalt eines unter normalen Verhältnissen entwickelten Blattes derselben Art.

Fig. 5. Blattteil von *Arenaria trinervia* L., während 6 Wochen tropfendem Wasser künstlich ausgesetzt.

Fig. 6. Blatt derselben Art von einem Platze, wo sie unter normalen Regen- und Feuchtigkeitsverhältnissen lebte.

Fig. 7. Obere Blattpartie von *Polypodium Phegopteris* L. aus dem Sprühregen des Tännforsen.

Fig. 8. Obere Blattpartie von *Polypodium Phegopteris* L. unter normalen Verhältnissen.

Fig. 9. Obere Blattpartie von *Rubus Idaeus* L. im Sprühregen des Tännforsen.

Fig. 10. Obere Blattpartie von *Rubus Idaeus* L. unter normalen Verhältnissen.

Fig. 11. Blatt von *Salix glauca* L. unter nassen Felsen und im Sprühregen des Ristafalles.

Fig. 12. Verdunstungsblatt von derselben Pflanze aus der Regio alpina der Åreskutan.

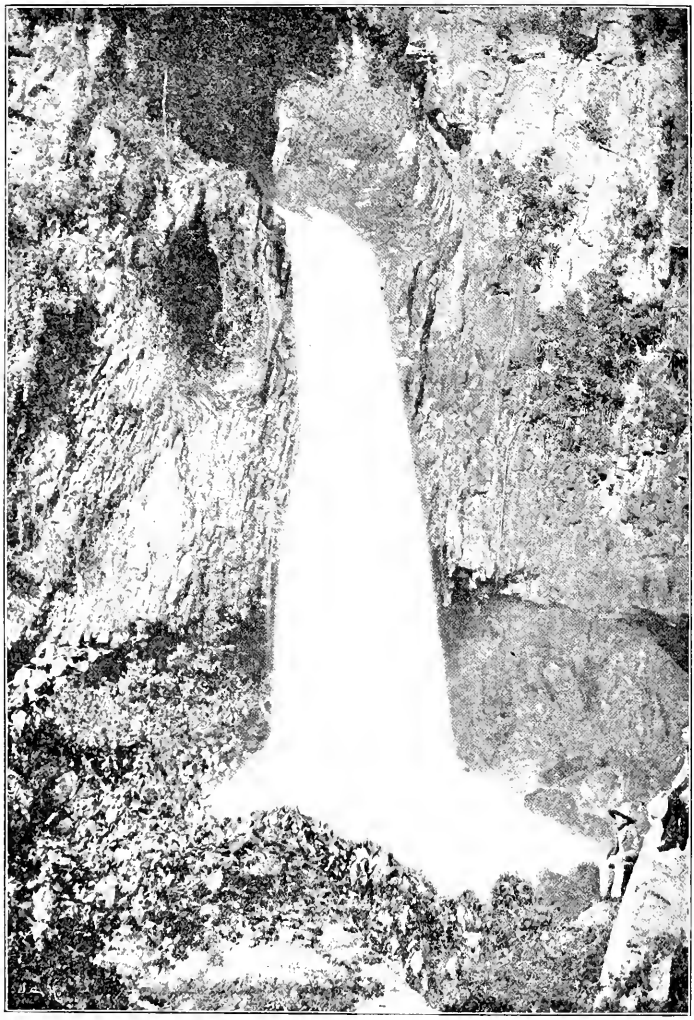
Fig. 13. Ein Blatt von *Epilobium angustifolium* L. von dem übersprühten Platze am Ristafall. Man merke auf die Stellung und die Länge des Blattes und die langen Träufelspitzen.

Fig. 14. Ein aufrechtes, regelmässig gezähntes Blatt derselben Art aus der Umgegend von Stockholm.

Fig. 15. Blattteil von *Mulgedium alpinum* Less. im Regen von dem Falle des Tännforsen.

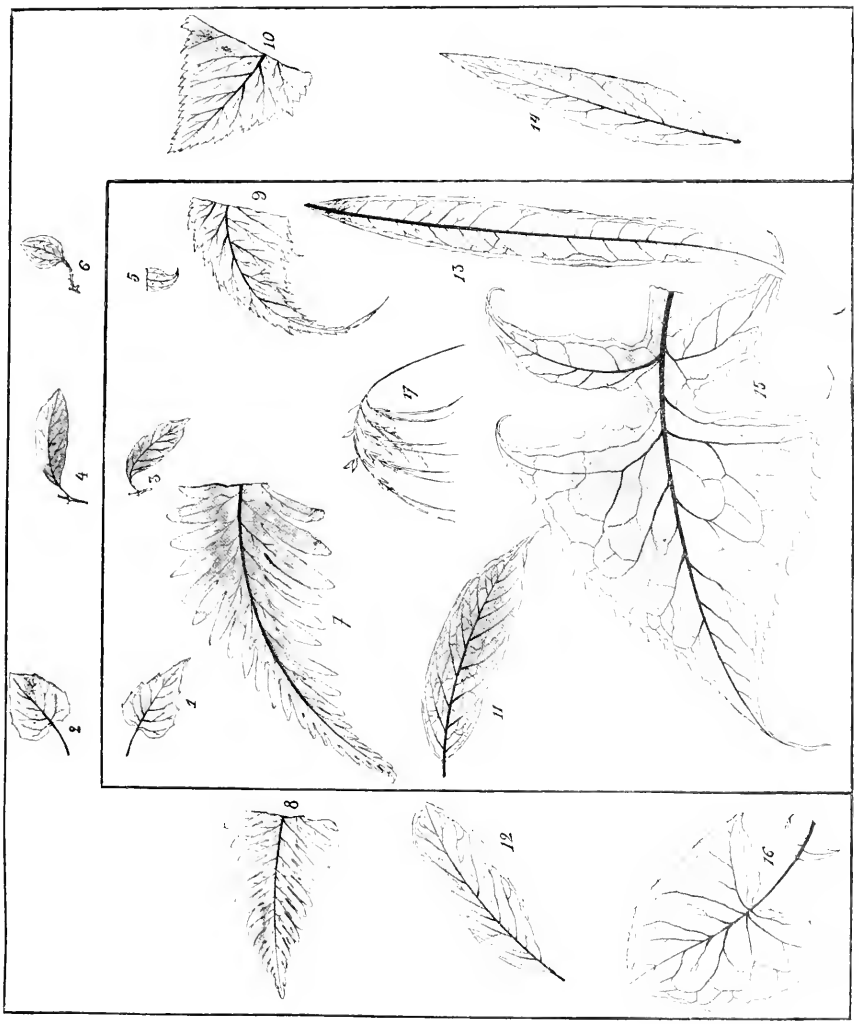
Fig. 16. Ein Grundblatt derselben Pflanze.

Fig. 17. Ein Blütenstand von *Festuca ovina v. vivipara* L. von demselben Platze.



Verlag von Erwin Nägele, Stuttgart.

Verlag von Erwin Nägele, Stuttgart.



Verlag von Erwin Nägele, Stuttgart.

BIBLIOTHECA BOTANICA.

Original-Abhandlungen

aus

dem Gesammtgebiete der Botanik.

Herausgegeben

von

Prof. Dr. Chr. Luerssen
in Königsberg i./Pr.

und

Prof. Dr. B. Frank
in Berlin.

Heft 33.

C. Mäule:

Der Faserverlauf im Wundholz. Eine anatomische Untersuchung.

Mit 2 Tafeln.

STUTTGART.

Verlag von Erwin Nägele.

1895.

BIBLIOTHECA BOTANICA.

Original-Abhandlungen

aus

dem Gesammtgebiete der Botanik.

Herausgegeben

von

Prof. Dr. Chr. Luerssen
in Königsberg i. Pr.

und

Prof. Dr. B. Frank
in Berlin.

Heft 33

Dr. C. Mäule:

Der Faserverlauf im Wundholz. Eine anatomische Untersuchung.

Mit 2 Tafeln.

STUTTGART.
Verlag von Erwin Nägele.
1896.

Der

Faserverlauf im Wundholz.

Eine anatomische Untersuchung

von

Dr. C. Mäule.

STUTTGART.

Verlag von Erwin Nägele.

1896.

Alle Rechte vorbehalten.

Druck von A. Bonz' Erben in Stuttgart

Einleitung.

Seit der gründlichen Untersuchung von De Vries „**Über Wundholz**"[1]) ist in der Litteratur keine weitere Abhandlung zu verzeichnen, die sich ausschliesslich und eingehender mit dem Studium jener abnormen Elemente befasst hätte, welche im Holzkörper unserer dicotylen Bäume und Sträucher sich bilden, wenn irgend ein zufälliger oder beabsichtigter mechanischer Eingriff in die Bildungsschicht des Holzes stattgefunden hat, und welchen De Vries die zusammenfassende Bezeichnung **Wundholz** beilegte. Nur in den Handbüchern der Baumkrankheiten, und in vereinzelten kleineren Notizen finden sich noch Ergänzungen zu den Angaben De Vries', dessen Untersuchungen aber überall als Grundlage und Ausgangspunkt für weitere Forschungen uns entgegentreten. Die Arbeit De Vries' enthält zunächst eine, auf umfangreiche Untersuchungen gegründete Einteilung des Wundholzes, von den ersten, nach der Verwundung abgeschiedenen Elementen an bis zu ihrer allmähligen Rückkehr zu den Formen des normalen Holzes. Diese Einteilung lässt sich auch nach meinen Ergebnissen im Grossen und Ganzen immer durchführen. Allerdings ist der Übergang zwischen den fünf Abteilungen, in welche nach De Vries das Wundholz zerfällt[2]), ein so allmähliger und stetiger, dass es oft schwierig ist, auch nur annähernd die Grenze zwischen den einzelnen Abteilungen zu bestimmen.

Anschliessend an diese Einteilung giebt De Vries eine eingehende histologische Schilderung des Wundholzes an Ringwunden, (ringförmigen Entrindungen) queren Einschnitten, schiefen Längswunden, spiraligen Entrindungen und an abgelösten Baststreifen, und schliesst mit einer Betrachtung über die physiologischen Ursachen der Wundholzbildung. Als solche Ursachen sieht er fast ausschliesslich eine, durch die Verwundung hervorgerufene Verminderung des Rindendrucks an.

Von ganz demselben Standpunkte aus erklärt Sorauer[3]) das allmählige Vernarben künstlicher, besonders durch gärtnerische Operationen hervorgerufener Wunden. Ausführlich sind seine Angaben über die Bildung des Wundkallus, während er in seiner Beschreibung des Wundholzes im Wesentlichen die Ausführungen De Vries' wiedergiebt.

Ausserdem finden sich bei Frank[4]) einige Angaben über die Vernarbung von Wunden. Frank stützt sich hiebei auf die von De Vries bekämpfte Theorie Tréculs, wonach die Ver-

[1]) Flora XXIV. p. 2 u. f.

[2]) l. c. pag. 21.

[3]) Handbuch der Pflanzenkrankheiten. I. Cap. pag. 533 u. f.

[4]) Die Krankheiten der Pflanze pag. 102 u. f.

änderungen im Aufbau des Wundholzkörpers mittelst einer, durch die Verwundung veranlassten Stauung des Nährsaftes zu erklären seien. Anatomische Erörterungen über den Bau des Wundholzes giebt Frank nicht.

Zu erwähnen ist dann noch eine Angabe Knys,[1]) welche die Ausbildung von Wundholzelementen aus dem **Marke** zum Gegenstande hat. Bei seinen Versuchen ist die Wunde ausschliesslich eine, an einem jüngeren Sprossteil vorgenommene, durchgehende Längsspaltung, unterhalb des unverletzt bleibenden Vegetationspunktes.

Diese geringe Zahl von Untersuchungen, welche nach der De Vries'schen Arbeit sich mit der Ausbildung des Wundholzes beschäftigten, erscheint begreiflich, wenn man bedenkt, wie De Vries seinen Gegenstand für lange Zeit erschöpfend behandelt hat. Seine histologischen Beschreibungen, den Aufbau des Wundholzes betreffend, sind von grosser Genauigkeit und Zuverlässigkeit, wenn auch seine Ansichten über die Entstehung des Wundholzes heutzutage wohl kaum mehr aufrecht zu halten sind. De Vries hat namentlich die einfacheren Verhältnisse bei einer Wundheilung zum Gegenstand seines Studiums gemacht, und dann auf Grund der gewonnenen Resultate ein Schema aufgestellt, nach welchem in den Hauptzügen die Vernarbung vor sich gehen soll. Schwierigere und komplizierte Fälle hat er wohl gelegentlich erwähnt, ohne jedoch irgend wie näher auf dieselben einzugehen.

In der letzten Zeit hat nun Vöchting[2]) in einigen grösseren Abhandlungen gezeigt, dass innerhalb aller Teile einer Pflanze, sogar innerhalb der einzelnen Zellen sich ein gewisser polarer Gegensatz zwischen den beiden, der Spitze bezw. der Wurzel zu liegenden Enden geltend macht. Dieser Gegensatz kommt nach aussen in derselben Weise zur Erscheinung, wie der Gegensatz zwischen den Polenden eines gewöhnlichen Magneten, nämlich dadurch, dass sich gleichnamige Pole abstossen, ungleichnamige anziehen. Durch die Entdeckung dieses eigentümlichen Verhaltens der pflanzlichen Zellen, das Vöchting die „**Polarität der Zellen**" genannt hat, ist auch in die Lehre vom Aufbau des Wundholzes ein wesentlicher, neuer Gesichtspunkt getreten, der gestattet, jene von De Vries unberücksichtigt gelassenen, komplizierten Fälle, insbesondere auch den Verlauf der Fasern im Körper des Wundholzes zum Gegenstand weiterer Untersuchungen zu machen. Es dürfte daher wohl eine lohnende Aufgabe sein, den Aufbau des Wundholzes, und die damit zusammenhängenden Erscheinungen von diesem neuen, einheitlichen Standpunkte aus, nochmals einer näheren Betrachtung zu unterziehen, d. h. zu untersuchen, in wiefern die Polarität der Zellen die Gestaltungsverhältnisse des Wundholzes beeinflusst; wie weit letztere mit ersterer übereinstimmen, und in welcher Weise auf Grund des polaren Baus der Zellen eine Erklärung jener komplizierten Verhältnisse möglich ist. Einen Beitrag zur Lösung dieser Aufgabe habe ich in den nachfolgenden Ausführungen zu geben versucht. Wenn ich dabei, dem Beispiele De Vries' folgend, den kompliziertesten Fall, nämlich die Ringelungen vorangestellt habe, so wurde ich dazu durch den Umstand veranlasst, dass hier der Einfluss der Polarität der Zellen in besonders deutlicher und klarer Weise zu erkennen ist.

Was die, den nachfolgenden anatomischen Auseinandersetzungen zu Grunde liegende Terminologie anbelangt, so folge ich hauptsächlich den von Sanio[3]) eingeführten Bezeichnungen. Jene, im Wundholz häufig vorkommenden Elemente, deren Wandungen dieselbe Verdickung zeigen, wie die der Gefässe, welche aber entweder gar nicht, oder nur an einem Ende, oder wohl auch (den Übergang zu den ächten Gefässen bildend) an beiden Enden perforiert sind, seien im Folgenden durch

[1]) Künstliche Verdopplung des Leitbündelkreises. Sitzungsber. d. Gesellsch. naturf. Freunde. Berlin 1877.

[2]) Über Organbildung im Pflanzenreich I. 1878; II. 1884. Über Transplantation am Pflanzenkörper. 1892.

[3]) Vergleichende Untersuchungen üb. d. Elementarorgane d. Holzkorpers. Botan. Zeitung 1863. Pag. 85 u. f.

den allgemeinen Ausdruck „tracheale Elemente“ bezeichnet, da die vorhandene oder nicht vorhandene Perforation nicht immer leicht erkennbar, und auch für folgende Untersuchungen unwesentlich ist. Sanio hat ähnliche, im normalen Holze vorkommende Elemente „enge Gefässzellen“ benannt.

Angestellt wurden die Untersuchungen an ca. 25 Bäumen und Sträuchern, die sämtlich im botanischen Garten der Universität Tübingen kultiviert werden. Dabei wurden auch die, von De Vries weniger behandelten Koniferen berücksichtigt, da von ihnen, infolge des einfachen Baus ihres Holzkörpers, interessante Aufschlüsse zu erwarten waren. Die Verwundungen wurden an den Versuchspflanzen bei Beginn und während der Vegetationsperioden 1892 und 1893 vorgenommen; und teils während der Ausbildung des Kallus, teils erst nach völliger Vernarbung der Wunde untersucht. In einigen Fällen, wo die Untersuchung älterer Verwundungen wünschenswert war, wurde ich von Herrn Professor Dr. Vöchting in bereitwilligster Weise mit Material versehen. Ich gestatte mir, Herrn Professor Dr. Vöchting hiefür, sowie insbesondere auch für seine fördernde Anregung bei Abfassung dieser Abhandlung meinen innigsten Dank auszusprechen.

I. Ringelwunden (Schälwunden).

Mit dem Namen „Ringelwunde“ möchte ich eine Verwundung bezeichnen, die entsteht, wenn rings um den Spross ein Rindenstück von beliebiger Breite entfernt wird. Bleibt hiebei das Kambium geschont, und es treten sonst günstige Verhältnisse ein, so kann, wie die Versuche verschiedener Forscher: Duhamel, Knight, Trécul, Sorauer u. a. ergeben haben, eine Reproduktion der Rinde aus den unverletzt gebliebenen Kambiumzellen unter starker Beteiligung der Markstrahlen erfolgen. Diesen, jedenfalls sehr selten eintretenden Fall habe ich nicht näher untersucht, mich vielmehr auf jene Fälle beschränkt, bei denen die Vernarbung, d. h. die Wiederherstellung des Rindenstücks durch einen, hauptsächlich vom oberen Wundrande ausgehenden Überwallungskallus erfolgt.

Diese, an allen Ringelungen (bei denen die oben erwähnten günstigen Verhältnisse nicht eintreten) beobachtete Erscheinung, dass der Kallus des oberen Wundrandes den des unteren Wundrandes an Grösse bedeutend überragt, wurde auf verschiedene Weise zu erklären versucht; früher wohl immer durch eine Stauung der Nährsäfte am oberen Wundrand. Indessen ist nach De Vries[1]) die Ansicht, „dass der Bildungssaft an und für sich im Baste absteige, und also, wenn dieser Weg durch eine Ringelung unterbrochen wird, sich am oberen Ende der Ringelstelle ansammle, und hier eine Steigerung des Wachstums veranlasse, unrichtig, vielmehr darf man die Bewegung der Nährstoffe nur in deren Verbrauch beim Wachstum und in ihrer chemisch-physikalischen Veränderung bei der Ablage der Reservestoffe suchen.“ Im Gegensatz hiezu erklärt Sorauer,[2]) „dass die quantitative Bevorzugung des oberen Wundrandes nur dem reichlicher zuströmenden Material zuzuschreiben sei, da die Grösse der Verwundung, d. h. der Wundreiz im ersten Augenblick derselbe sei.“

Hanstein hat zuerst[3]) den exakten Nachweis geführt, dass die Bewegung des Saftes in der Rinde nicht ausschliesslich abwärts vor sich geht, sondern dass sich der Nährsaft stets zu den je-

[1]) l. c. pag. 131, 132.

[2]) Pflanzenkrankheiten p. 570.

[3]) Bewegung des Saftes in der Rinde. Pringsh. Jahrb.

weiligen Verbrauchsorten hinbewegt. Zu demselben Resultat kam später auch Sachs.[1]) Erweitert und vertieft wurde die Kenntnis über die Bewegung des Nährsaftes durch Vöchting. Dieser zeigte,[2]) wie die Wanderungen der Baumaterialien im Pflanzenkörper, dem ganzen Bauplan der Pflanze gemäss, vorzüglich in 2 Richtungen stattfinden; dass auch bei diesen Verhältnissen ein gewisser polarer Gegensatz zu Tage tritt. Zu den Ursachen, welche die Bewegung des Nährsaftes beeinflussen, rechnet Sorauer auch die Schwerkraft.[3]) Die Experimente Vöchtings zeigen, dass dies in so fern richtig ist, als durch die Schwerkraft jene 2 oben erwähnten Richtungen, in denen die Wanderung der Nährstoffe erfolgt, in gewisser Weise beeinflusst werden, dass aber eine direkte Einwirkung der Schwerkraft auf das organische Baumaterial und seine Bewegung nicht stattfindet.

Wenn nach allen diesen Untersuchungen heutzutage die Ansicht kaum mehr aufrecht gehalten werden kann, dass eine übermässige Ansammlung des Nährsaftes am oberen Wundrand dort jene mächtige Ausbildung des Wundkallus hervorruft, so ist doch nicht zu leugnen, dass diese Ausbildung überhaupt, wie auch die des unteren Wundkallus, bis zu einem gewissen Grade von der Menge verfügbaren Materials abhängig ist. Zweige mit üppiger Belaubung vernarben rascher und einfacher als solche mit mässiger Belaubung. Zweige mit spärlichem Laubwerk gingen stets an den Folgen einer Ringelung zu Grunde, selbst wenn die Breite der Wunde sehr gering (1/2 mm) war. Doch ist die Ausbildung des Kallus nicht in der Weise von der Beblätterung abhängig, dass eine einseitige Beblätterung auch eine einseitige Ausbildung bedingen würde, wie dies nach der Theorie vom absteigenden Saftstrom der Fall sein müsste. Es ist zwar der gewöhnliche Fall, dass der Kallus ringsum nicht gleichmässig ausgebildet wird, sondern an irgend einer Stelle im Wachstum zurückbleibt, doch ist dies von äusseren Ursachen der verschiedensten Art abhängig. In dieser Richtung angestellte Versuche ergaben, dass Zweige, welche an einer Seite vollständig entblättert wurden, dennoch eine ziemlich gleichmässige Ausbildung des Kallus zeigten, oder dass die vorhandenen Ungleichheiten in keiner Beziehung zur Entlaubung standen. Andererseits kam es vor, dass der Kallus an der Stelle, wo ein reichbeblätterter Seitenspross sich abzweigte, im Wachstum weit zurückblieb. Von welchen äusseren Ursachen diese Erscheinung bedingt wurde, konnte ich nicht konstatieren. Thatsache aber ist jedenfalls, dass sie unabhängig von einer einseitigen Beblätterung ist, was mit der oben angeführten Ansicht von De Vries völlig im Einklang steht.

I) Die ersten Teilungsvorgänge beim Beginn der Kallusbildung.

Die allmählige Zuschliessung einer Ringelwunde durch Überwallung, besonders die Ausbildung des Wundkallus, hat Sorauer[4]) eingehend beschrieben. Es erübrigt noch einen Punkt näher zu erläutern, den er nur mit einigen Worten andeutet, nämlich die ersten Teilungsvorgänge an der Wundstelle. Ich möchte diese Vorgänge so auseinandersetzen, wie sie sich mir an einem dreijährigen Zweig von *Abies cephalonica (Loud.)* zeigten, bei dem die Ringelung zu einer Zeit üppigsten Wachstums vorgenommen wurde.

Während die direkt verletzten Zellen zu Grunde gingen, pflanzte sich der, durch die Verwundung hervorgerufene Reiz nach rückwärts fort, dort unmittelbar zur Bildung parenchymatischer

[1]) Handbuch der Pflanzenphysiologie p. 376 u. f.
[2]) Organbildung I.
[3]) l. c. pag. 566.
[4]) l. c. pag. 546.

Elemente führend. An dieser Thätigkeit beteiligen sich jedoch nicht nur die kambialen Zellen, und die jüngsten Zellen der angrenzenden Rindenparticen, sondern auch die, eben abgeschiedenen und bereits ausgebildeten, jedoch noch dünnwandigen und unverholzten Elemente des Holzkörpers, indem derartige, faserförmige Elemente Querwände bilden, und so noch nachträglich parenchymatischen Charakter erhalten. Eine solche Übergangszone zeigt Tafel II Fig. 1. Nach oben haben sich die Fasern zu regelmässigen Tracheiden ausgebildet, die sich in keiner Weise von den normalen unterscheiden, während das untere parenchymatische Gewebe durch die Anordnung seiner Elemente noch deutlich seine Entstehung kundgiebt, aber in der Ausbildung derselben nicht im geringsten mehr an Tracheiden erinnert. Die Zone, innerhalb welcher diese Veränderung vor sich geht, ist stets genau und scharf begrenzt; ihre Breite beträgt, bei einer durchschnittlichen Faserlänge von 900 μ, cca. 1—2 mm. An der oberen Grenze findet sich meist eine dünne, kaum verholzte Membran, die den parenchymatischen Teil von den Tracheiden trennt. Letztere zeigen allerdings nicht selten in der Nähe jener Grenzstelle noch unbehöfte, parenchymatische Tüpfel, so dass wir hier den merkwürdigen Fall vor uns haben, dass eine und dieselbe Zelle nach oben deutlich Tracheide, nach unten aber Holzparenchymfaser ist. Die folgenden Querwände sind bereits dick, verholzt, und tragen ganz den Charakter der parenchymatischen Seitenwände.

Die unmittelbar nach der Verwundung aus dem Kambium des Wundgebiets abgeschiedenen Elemente zeigen zunächst andere Formen als das eigentliche, durch unregelmässig angeordnete, isodiametrische Zellen charakterisierte Wundparenchym. Das Streckungsbestreben, welches den, vom Kambium abgeschiedenen normalen Elementen innewohnt, erlöscht nicht im Augenblicke der Verwundung. Es sind daher auch diese ersten, nach dem äusseren Eingriff abgeschiedenen Elemente noch ganz deutlich faserförmig ausgebildet und werden durch Querwände geteilt, also schliessen sie sich jedenfalls den Holzparenchymfasern im normalen Holze an. Das dazwischen liegende Markstrahlenparenchym, das seine ursprüngliche Form beibehält, hebt sich deutlich von dem umgebenden Holzparenchym ab, wie dies aus Tafel I Fig. 4 ersichtlich ist. Diese bedeutende Ausbildung von Holzparenchym, welche um so auffallender ist, als im normalen Holz von *Abies cephalonica* nur wenig Holzparenchym sich vorfindet, wurde bei allen untersuchten Koniferen *(Abies cephalon, Abies amabilis, Pinus silvestris, Pinus Pumilio)* beobachtet.

Bei den dicotylen Bäumen und Sträuchern tritt in sofern eine Änderung ein, als die gefässartigen Elemente, Gefässe und enge Gefässzellen, an den ersten Neubildungen sich nicht beteiligen. Sobald einmal die aus dem Kambium hervorgegangene Zelle, durch Ablagerung bestimmter Wandverdickungen angefangen hat, Gefässcharakter anzunehmen, ist sie nicht mehr imstande sich quer zu teilen. In diesem Falle wird häufig das parenchymatische Gewebe als sogenannte **Thyllen** von dem benachbarten Markstrahlenparenchym ausgebildet. Nach Molisch[1]) „fungieren diese Thyllen in erster Linie als Verstopfungseinrichtung, ausserdem aber, so lange sie leben, dienen sie bei vielen Gewächsen als stärkespeichernde Organe, gleich den parenchymatischen Elementen des Holzes.“ Ob eigentlich das Verstopfen die wichtigste Funktion der Thyllen ist, scheint mir in Anbetracht der Thatsache etwas zweifelhaft, dass manche Gefässe noch geraume Zeit nach der Verwundung nur kleine, höckerartige Thyllen aufweisen, die das Gefäss nie zu verstopfen vermögen, während doch kein Grund ersichtlich ist, weshalb dieselben in der Entwicklung zurückgeblieben sein sollten. Andrerseits fand ich in manchen Fällen *(Rosa centifolia, Aesculus parviflora Walt.)* eine vorzüglich funktionierende Verstopfungs-

[1] H. Molisch. Zur Kenntnis der Thyllen. Sitzungsber. d. Akadem. d. Wissensch. p. 24.

einrichtung durch Wundgummi neben beträchtlicher Ausbildung von Thyllen. Aufgefunden habe ich letzter evorzüglich bei Gewächsen mit weichem Holze: *Aesculus macrostachya,*[1]) *Aesculus parviflora,*[1]) *Rosa canina,*[1]) *Rosa centifolia, Ligustrum vulgare, Cornus sibirica,*[1]) *Fagus silvatica.*

2) Wundparenchym.

Unter dem Namen „Wundparenchym" fasse ich, nach dem Vorgange anderer, jene isodiametrischen, meist unregelmässig angeordneten, parenchymatischen Elemente zusammen, aus welchen die erste und unterste, im Wundkallus sich bildende Holzschicht besteht. An Ringwunden bildet das Wundparenchym[2]) „einen keilförmig zwischen dem normalen Holz und der normalen Rinde sich erstreckenden Mantel, der nach der Wunde hin immer breiter und kurzzelliger wird." Es unterscheidet sich dieses Wundparenchym sehr deutlich von allen übrigen, im normalen Holze vorkommenden, parenchymatischen Elementen. Am nächsten steht es dem Strahlenparenchym, von dem es sich jedoch durch die regellose Anordnung seiner Elemente unterscheidet. Es entsteht ausschliesslich und regelmässig als erstes Produkt des im Wundkallus neu gebildeten Kambiums. Der Unterschied zwischen dem Wundparenchym, und den sonst im normalen Holze sich vorfindenden parenchymatischen Elementarorganen ist ein rein anatomischer. Physiologisch dient das Wundparenchym im wesentlichen demselben Zweck der Stärkespeicherung wie das normale Parenchym. Gegen den Schluss der Vegetationsperiode habe ich, hauptsächlich bei Abietineen, das Wundparenchym stets dicht erfüllt mit Stärke gefunden. Die Ausbildung bezw. Verholzung des Wundparenchyms geht sehr langsam von statten. Nachdem sich im Wundkallus ein neues, regelrechtes Kambium differenziert hat, das sich oben und unten an das ursprüngliche Kambium anschliesst, an der Wundstelle aber vom alten Holz allmählig entfernt, so dass der ganze Mantel glockenförmige Gestalt hat, beginnt in der, unter diesem Kambium liegenden Region, und zwar stets von innen nach aussen verlaufend, die Verholzung des Kallusgewebes. Man kann also auf radialen Längsschnitten, oder auf Querschnitten von innen nach aussen folgende Schichten unterscheiden: Altes Holz, (dann event. eine Korklage) Wundparenchym, unverholztes Kallusgewebe, Kambium, neues (Wund) Holz, Rinde. Die Verholzung geschieht übrigens ziemlich unregelmässig und langsam, so dass häufig, z. B. bei rasch wachsenden Salix-Arten, eine Vereinigung der Wundränder stattgefunden hat, ehe die Verholzung im Kallus beendigt ist.

Auf radialen Längsschnitten erscheint der Verlauf des Wundparenchyms als ein ganz unregelmässiger. Auf keinem der zahlreichen, von mir untersuchten radialen Schnitten ist es mir gelungen, auch nur einigermassen eine Ordnung oder Gesetzmässigkeit in die Aneinanderreihung der parenchymatischen Elemente zu bringen. Übrigens hat dies schon De Vries konstatiert, wie sich z. B. aus seinen schematischen Abbildungen, etwa Tafel II Fig. 15 in dem öfters citierten Aufsatz über Wundholz ergiebt. Kaum an der äussersten Grenze des Wundgebiets ist ein klar ausgesprochener Längsverlauf der parenchymatischen Elemente ersichtlich. Anders jedoch zeigt sich der Verlauf auf tangentialen Längsschnitten. Hier ist es nicht schwer, s. z. B. Tafel I Fig. 4 und 7, zusammengehörige Elemente zu erkennen und darnach den allgemeinen Verlauf zu bestimmen. Zunächst verlaufen die Elemente noch auf eine bedeutende Strecke in der Richtung der normalen Fasern des Holzkörpers. Allmählig mit grösserer Annäherung an die Wundregion, erscheinen die Reihen des Wundparenchyms leicht gekrümmt,

[1]) Diese Pflanzen wären also dem Verzeichnis von Molisch l. c. pag. 16 hinzuzufügen.

[2]) Sorauer l. c. pag. 554.

bis dann plötzlich, mit Erreichen des Wundrandes, beträchtliche Störungen eintreten, und der Verlauf auch hier nur undeutlich oder gar nicht mehr zu erkennen ist. In dieser letzteren Zone ist übrigens das Wundparenchym reichlich untermischt mit trachealen Elementen. Dieselben haben häufig *(Caragana arborescens, Abies cephalonica, Aesculus parviflora, Salix laurina, Tilia argentea)* dieselbe unregelmässig polyedrische Oberfläche, wie die parenchymatischen Elemente des umgebenden Wundholzes, sind aber durch die gefässartige Struktur der Wandungen, bezw. die behöften Tüpfel leicht von letzteren zu unterscheiden Manchmal auch, z. B. bei *Cornus sibirica*, sind diese trachealen Elemente etwas gestreckt, die Länge 2—3 mal grösser als die Breite. Bei *Rosa centifolia* und *canina* fanden sich im Wundparenchym, namentlich des oberen Kallus, zerstreute Gefässe vor, welche, in senkrechter Richtung sich erstreckend, etwa halbe normale Länge besassen und in Gruppen zu zweien oder dreien vereinigt im Wundparenchym lagen, dessen Elemente sich knäuelförmig um die Gefässe herum anordneten.

Die mehr oder minder beträchtliche Ausbildung der parenchymatischen Zone hängt von verschiedenen Umständen ab, von denen die Grösse der Verwundung weniger wichtig ist, als es den Anschein haben könnte. Wenigstens wurden in vielen Fällen bei der Vernarbung eines einfachen Schnittes rings um einen Zweig ganz bedeutende Mengen von Wundparenchym gebildet. Der anatomische Bau des normalen Holzes ist hingegen von wesentlicher Bedeutung. *Rosa centifolia*, *Fagus silvatica*, mit breiten, mächtigen Markstrahlen im normalen Holze, bilden auch eine grosse Masse von Wundparenchym, ganz ebenso die Abietineen, während letzteres bei *Syringa vulgaris* in ganz unbeträchtlicher, und auch bei *Ribes rubrum* und *Ribes palmatum* in nicht bedeutender Weise zur Ausbildung gelangt. Endlich scheint auch die Zeit, in welcher die Verwundung vorgenommen wurde, nicht ohne Einfluss auf die Mächtigkeit des Wundparenchyms zu sein. Bei *Salix phylicifolia, Abies cephalonica*, *Pinus Pumilio* zeigte sich in dieser Beziehung ein beträchtlicher Unterschied, je nachdem die Verwundung zur Zeit grösster Saftfülle oder erst im Juli und August vorgenommen wurde, obgleich in beiden Fällen die Objekte erst nach völliger Ausbildung des Wundholzes zur Untersuchung gelangten.

3) Der Faserverlauf im Wundholz.

Untersucht man das, von dem neugebildeten Kambium im Kallus abgeschiedene Wundholz auf radialen Längsschnitten, so bemerkt man zwar in der Ausbildung der einzelnen Elemente ganz beträchtliche Abweichungen von den normalen, wie dies De Vries im Verlaufe seiner Arbeit eingehend dargethan hat; dagegen scheint der Verlauf der neugebildeten Fasern, abgesehen von der, durch die glockenförmige Gestalt des kambialen Mantels bedingten Abweichung, ein relativ normaler, senkrechter zu sein. Bei näherer Betrachtung jedoch, namentlich wenn das Wundholz schon einige Mächtigkeit erlangt hat, bemerkt man zahlreiche schief, ja sogar manchmal direkt quer durchschnittene Fasern, welche Störungen im Faserverlauf vermuten lassen. Diese Vermutung bestätigt sich auch in vollem Masse beim Studium des Faserverlaufs auf tangentialen Längsschnitten. Sowie die entstandenen Elemente von einiger Länge sind, zeigen sich beträchtliche, stets am Wundrande des Kallus beginnende, und nach oben, bezw. nach unten sich fortpflanzende Störungen im normalen, senkrechten Verlaufe der Fasern. Bald werden diese Störungen so bedeutend, der Faserverlauf so regellos, dass anscheinend keine Gesetzmässigkeit mehr vorhanden ist. Indessen bei längerem Studium dieser wirren Verhältnisse, und namentlich bei vergleichender Untersuchung der auftretenden Formen

bei den einzelnen Hölzern, fallen doch gewisse, mehr oder weniger regelmässig wiederkehrende Anordnungen der Fasern ins Auge, die es wahrscheinlich machen, dass auch diesem, anscheinend ganz regellosen Faserverlaufe irgend eine Gesetzmässigkeit zu Grunde liegt. Solche regelmässig wiederkehrende Formen sind hauptsächlich knäuelige, dann aber auch wellige und W-förmige Anordnungen der Fasern.

Anordnungen dieser Art, insbesondere knäuelige, kamen bei allen untersuchten Ringelwunden vor, und zwar so ausnahmslos, dass sie jedenfalls überall sich vorfinden werden, und also als eine allgemeine und wesentliche Erscheinung beim Wundholze von Ringelwunden anzusehen sind. Der Versuch einer Erklärung dieser Formen dürfte sich daher wohl lohnen, um so mehr, als sie bisher in der Litteratur nirgends beschrieben wurden.

Sorauer[1]) erwähnt diese Formen gelegentlich einmal, wenigstens ist anzunehmen, dass er mit dem Satze: „Der Verlauf der normalen Gewebeelemente bleibt über der Wundstelle stets ein geschlängelter, radial welliger“ diese Verhältnisse andeutet. De Vries[2]) nimmt von diesen Störungen ebenfalls gelegentlich bei Spiralwunden Kenntnis, beide aber verzichten vollständig selbst auf eine rein anatomische Beschreibung, und sonst ist mir eine Erwähnung dieser seltsamen Störungen nicht bekannt.

Der Umstand, dass bei den Transplantationsversuchen Vöchtings mit einem longitudinal um 180° gedrehten Gewebestück, insbesondere aber bei den Versuchen mit umgekehrtem Rindenring, stets dieselben oder ähnliche Störungen im Verlaufe der Holzfasern eintraten, wie ich sie bei meinen Präparaten konstatieren konnte, legte den Gedanken nahe, dass im einen wie im andern Falle dieselben Ursachen für den Verlauf bestimmend seien; mit anderen Worten, dass auch die Störungen im Faserverlauf des Wundholzes nichts anderes als ein Ausdruck der Polarität der Zellen seien.

Allerdings ist insofern ein Unterschied vorhanden, als bei jenen Transplantationsversuchen direkt und auf künstliche Weise die entgegengesetzten Polenden verschiedener Fasern in Berührung gebracht wurden. Infolge der polaren Eigenschaften dieser Faserendigungen suchten sich die gleichnamigen Pole parallel zu stellen (sich abzustossen) und auf diese Weise wurde durch Ausweichen und Umbiegen der Fasern die erste Veranlassung zu Knäuelbildungen gegeben.

Anders liegen die Verhältnisse beim Wundholze. Dieses kann, nachdem einmal die Verwundung geschehen ist, sich ohne weitere äussere Störungen entwickeln. Hier ist die Möglichkeit eines Zusammenstossens gleichnamiger Polenden, d. h. die Veranlassung zu Knäuelbildungen daher in inneren Verhältnissen zu suchen, nämlich in einem Bestreben der jungen Wundholzelemente allmählig die normale Länge zu erreichen, d. h. sich zu strecken.

Dass ein solches Bestreben thatsächlich vorhanden ist, zeigt ganz allgemein die ebenfalls schon von De Vries im Verlaufe seiner Arbeit gezeigte Thatsache, dass die aus dem Wundkallus abgeschiedenen Elemente zuerst unregelmässig isodiametrische Gestalt haben, allmählig aber und in dem Masse, als sich die Wunde schliesst, zur normalen Faserlänge zurückkehren. Es würde mich zu weit führen, schon an dieser Stelle die Art und Weise wie dies geschieht, durch Angabe von Messungen zu erläutern; ich verweise hier auf die am Schlusse der Abhandlung sich vorfindende Zusammenstellung.

Wenn eine solche Streckung der jugendlichen Wundholzfasern nun stattfindet und diese, wie anzunehmen ist, in der Richtung des geringsten Widerstandes erfolgt, so wird, wenn diese Richtung nicht gerade mit der Längsachse des verwundeten Sprosses zusammenfällt, ein Umbiegen der Faser

[1]) l. c. pag. 556.
[2]) l. c. pag. 103.

und damit auch ein Zusammenstossen verschiedener Polenden unvermeidlich sein. Diese Verlängerung der Zellen in der Richtung des geringsten Widerstandes ist, nächst der Polarität der Zellen, eines der wesentlichsten Momente, welche für den Faserverlauf im Wundholze bestimmend sind. Es ersetzt in dieser Beziehung völlig die alte Theorie vom „absteigenden Saftstrom", deren Unhaltbarkeit schon De Vries[1]) dargethan hat.

De Vries setzte an der angeführten Stelle dieser von ihm bekämpften Anschauung seine Theorie „vom verminderten Rindendruck" entgegen, welche, selbst ihre Richtigkeit vorausgesetzt, den Verlauf der Fasern nicht zu erklären vermag, so dass Frank[2]) später doch wieder der Bewegungsrichtung des Nährsaftes einen wesentlichen Einfluss auf den Verlauf der Fasern im Wundholze zuerkennt.

Gehen wir nun über zu dem Versuch, von jenen bereits oben erwähnten Störungen, speziell den Knäuelbildungen, eine Erklärung zu geben.

Bei allen ersten Neubildungen an Wunden ist es Regel, dass die Entwicklung der primären Elemente durchaus keine gleichmässige ist. Stets giebt es gewisse Zellen oder Zellkomplexe, die, durch irgend einen Anlass begünstigt, bei der Ausbildung voraneilen, während andere zurückbleiben. Sehr schön und einleuchtend ist diese Thatsache bei den Versuchen Vöchtings zu sehen,[3]) bei denen ein Stück einer Runkelrübe so in radialer Richtung verschoben transplantiert wird, dass im Innern ein hohler Raum entsteht. Hier sieht man[4]) deutlich einzelne Partien des aus den Schnitträndern hervorgesprossten Gewebes weiter ausgebildet, während andere zurückbleiben. Aber auch sonst lässt sich diese Thatsache unschwer bei den verschiedensten Neubildungen konstatieren. Es ist daher jedenfalls anzunehmen, dass auch bei der Bildung des Wundholzes ähnliche Verhältnisse sich geltend machen.

Ist nun z. B. s. Tafel II, Fig. 11 die Faser 1 eine solche in der Entwicklung vorausgeeilte Faser, so hat diese zuerst das Bestreben sich senkrecht nach unten zu strecken; da der Kallus aber nach unten abgeschlossen ist, so ist anzunehmen, dass sich diesem Bestreben allmählig einige Schwierigkeiten entgegenstellen. Die Faser ist dadurch genötigt auszuweichen, das heisst, sich umzubiegen. Dieses Ausweichen könnte in 3 Richtungen geschehen, radial nach innen, radial nach aussen, und tangential nach rechts oder links. Alle untersuchten Präparate ergaben einstimmig die Thatsache, dass ein Ausweichen radial nach innen niemals geschieht; dies ist auch leicht einzusehen, da eine Verlängerung der Faser in dieser Richtung durch das, unter der Wunde liegende alte Holz bald unmöglich würde. Auch die Krümmung radial nach aussen kommt ausserordentlich selten vor. Ich habe solche Fälle bei *Pinus Pumilio* konstatiert. Bei weitem die grösste Anzahl solcher Fasern weicht tangential nach rechts oder links aus, der Oberfläche des Wundholzkörpers entlang. Es wird also auch diese Faser 1 in der eben genannten Richtung ausweichend sich umbiegen, und eine Zeit lang annähernd horizontal sich erstrecken. Wird auch in dieser Richtung der Widerstand zu mächtig, so erfolgt eine weitere Umbiegung nach unten, wenn dies möglich, oder aber nach oben. Dadurch stösst nun ihr Wurzelpol w_1 direkt auf den Wurzelpol w_2 einer andern Faser, die etwa im Wachstum etwas zurückgeblieben sein möge. Infolge dieses direkten Zusammentreffens zweier gleichnamiger Pole ist w_2 genötigt auszuweichen, entweder nach aussen (links) oder, wie in der Figur, nach innen (rechts); dort schiebt sich w_2 an der Faser 1 entlang, bis eine weitere Streckung unmöglich ist, oder das Längenwachstum dieser Faser 2 erloschen ist. Vergleiche z. B. Tafel I, Fig. 2 Mitte. Die nächste

[1]) l. c. pag. 131 und 132.
[2]) l. c. pag. 59.
[3]) Transplantation pag. 81 und 107.
[4]) Vergl. Transpl. Taf. X. Fig. 1.

Faser 3 stösst alsdann mit ihrem Wurzelpol w_3 auf w_2 und muss also ebenfalls ausbiegen; sie legt sich mit ihrem Wurzelpolende an die Faser 2 an u. s. w. u. s w. Die weitere Ausbildung ist vollends leicht aus der Figur ersichtlich. Es ist klar, dass die schliesslich ganz eingeschlossenen Fasern 7, 8. . . . nur einen sehr geringen Spielraum für ihre Ausdehnung haben, und dass zuletzt, durch den Druck der umgebenden Fasern genötigt, zwei gleichnamige Pole direkt zusammentreffen können. Dies widerspricht der Polarität der Zellen jedoch keineswegs: es ist hiebei nur die Kraft, welche die Enden auseinandertreibt, geringer als der äussere Druck; können doch auch gleichnamige Pole zweier Stabmagneten zusammengebracht werden, wenn die freie Beweglichkeit der Stäbe gehindert ist.

Wenn sich w_2 beim Zusammentreffen mit w_1 nicht einwärts, sondern auswärts krümmt, (cf. Tafel II, Fig. 10) und w_1, durch die Polarität veranlasst, sich parallel zu w_2 stellt, so erhält man die Anlage zu einem wellenförmigen Verlauf der Fasern, wobei, wenn Faser 1 und 2 genügend weit von einander entfernt sind, noch ein Knäuel zu stande kommen kann. Von den, zwischen 1 und 2 befindlichen Fasern nämlich können einige sich ebenfalls noch nach aussen krümmen, indem sie zwischen 1 und 2 sich einzwängen; schliesslich aber wird dies unmöglich, und die weiteren Fasern müssen sich, wie z. B. 3, nach einwärts biegen. Dadurch stossen sie mit den gleichnamigen Polenden zusammen, und geben somit Veranlassung zu der oben erwähnten Störung. Die Fasern ausserhalb 1 und 2 legen sich dem wellenförmigen Verlaufe einfach an, soweit sie nicht durch anderweitige Umstände eine Ablenkung erfahren. Sind die Fasern 1 und 2 benachbart, so entsteht, indem sich die weiteren Fasern z. B. 4 und 5 ähnlich anlegen, ein rein welliger Verlauf. Es ist klar, dass die gegenseitige Lage der Fasern 1 und 2, die Dauer des Längenwachstums, die Art des Zusammentreffens gleichnamiger Polenden, die Art des Ausweichens derselben, die Richtungen, in denen weitere Verlängerungen möglich sind, so sehr variable Faktoren sind, dass es zu weit führen würde, auch nur einzelne der verschiedenen möglichen Fälle hier noch anzudeuten. Meist führen sie eben zu Knäuelbildungen der verschiedensten Art.

Bei Betrachtung der Konfigurationen, welche die Fasern auf einem tangentialen Längsschnitte bilden, und beim Versuch einer Erklärung derselben, ist jedoch nie zu übersehen, dass es manchmal unmöglich ist, an irgend einer nicht normal verlaufenden Faser zu entscheiden, welches der Wurzel- und welches der Sprosspol ist, da dieselben ja keinerlei morphologische Unterscheidungsmerkmale aufweisen. Hiezu kommt noch, dass infolge der Komplikationen häufig Fasern mit nicht deutlich ausgesprochener Längsrichtung oder mit mehreren zugespitzten Enden vorkommen (vergl. z. B. Tafel II, Fig. 2 unten). Dadurch erscheint die Richtung der Polarität unbestimmt oder verwischt, indem oft das eigentliche Polende kaum durch eine Ausbuchtung angedeutet und ein seitlicher Ausläufer der Zelle so vergrössert werden kann, dass derselbe anscheinend die Rolle eines Polendes übernimmt. Wenn man nun auch aus allen diesen Gründen durchaus verzichten muss, die grosse Mannigfaltigkeit von Formen, wie sie z. B. Tafel I, Fig. 1, 2, 3 und Tafel II, Fig. 2, 4, 6 etwas veranschaulichen, bis in alle Einzelheiten zu erklären, so unterwerfen sich doch in den Grundzügen alle vorkommenden Formen den, aus der Polarität der Elemente sich ergebenden Folgerungen. Es unterliegt keinem Zweifel, dass, wenn die beiden Enden der Zellen in Bezug auf ihre Polarität genau bezeichnet oder charakterisiert werden könnten, die Übereinstimmung mit der Polarität bis in die kleinsten Einzelheiten des Faserverlaufs zu konstatieren wäre, mit Ausnahme jener bereits oben erwähnten Elemente im Innern der Knäuel und ähnlicher Fälle.

Die Umbiegung der Fasern infolge des verhinderten Längenwachstums, ist besonders deutlich am unteren Kalluswulst von *Rosa centifolia* zu bemerken. Hier sieht man, eingebettet in das, durch

besondere Mächtigkeit sich auszeichnende Wundparenchym, einzelne schmale Streifen von Tracheiden, welche den englumigen Tracheiden im normalen Holze anatomisch vollkommen gleichen, wenn von ihrer geringeren Länge abgesehen wird. Diese Streifen verlaufen erst bis nahezu an den Rand des Kallus durchaus normal und senkrecht; dort aber biegen sie allmählig um, verlaufen einige Zeit horizontal, parallel zum untern Kallusrande, um dann meist nach und nach zu verschwinden. Leider ging die Entwicklung des unteren Kallus fast nie über diesen Punkt hinaus, nur in wenigen Fällen war ein nochmaliges Umbiegen der Fasern nach oben zu konstatieren, wodurch, wie wir oben gesehen haben, die ersten Störungen bedingt werden.

Ob jene früher erwähnte, am Wundrand beginnende, regellose Anordnung der wundparenchymatischen Elemente ebenfalls dem Knäueltypus entspricht, ist wegen der Kürze der einzelnen Elemente sehr schwierig zu entscheiden. An manchen Stellen hatten die Bilder in der That den Anschein, als ob solche Anordnungen vorhanden wären. Jedenfalls ist anzunehmen, dass auch diese Zellen polaren Bau haben. Ob aber die Polarität sich bei diesen isodiametrischen Elementen in Herbeiführung derselben Formen und Zellanordnungen äussern muss, ist fraglich, da bei solchen Elementen die Richtung der Polarität nicht mit einer ausgezeichneten morphologischen Achse zusammenzufallen braucht, wie bei den Fasern. Vielmehr ist es, wie Vöchting gezeigt hat,[1]) bei diesen isodiametrischen Zellen sogar möglich, dass ihre Polaritätsrichtung durch die anderer, benachbarter Zellen beeinflusst wird.

Sobald übrigens eine entschiedene, wenn auch noch so gering ausgesprochene Längsrichtung vorhanden ist, kann man das Auftreten der Knäuel nicht mehr verkennen. Betrachtet man z. B. Tafel II, Fig. 5, welche die Zellen eines parenchymatischen Gewebekomplexes aus einem Kallus von *Cornus sibirica* im Umriss genau wiedergiebt, so wird die knäuelige Anordnung der Elemente unverkennbar sein. Es ist daher wohl anzunehmen, dass schon die ersten Störungen in der Anordnung der wundparenchymatischen Elementarorgane denselben Charakter haben wie alle Störungen im Faserverlauf des Wundholzes.

Die verschiedenen Elemente, aus welchen der Holzkörper sich aufbaut, beteiligen sich ausnahmslos und allgemein auch an der Knäuelbildung. Zwar bilden die Tracheiden wohl fast immer den Hauptbestandteil solcher Knäuel, aber auch parenchymatische Elemente und Gefässe finden sich nicht selten. Vergleiche z. B. Tafel II, Fig. 2, 4 und 6, sowie die isolierten Elemente Tafel II, Fig. 8. Allerdings sind Libriformfasern in den Knäueln gar nicht, oder nur selten anzutreffen, allein nur aus dem Grunde, weil das Wundkambium zu der Zeit, in welcher die Knäuelbildung vor sich geht, überhaupt noch keine derartige, rein mechanisch wirkende Elemente, sondern höchstens englumige, libriformähnliche Tracheiden produziert. Maceriert man tangentiale Längsschnitte durch solche Knäuel, so kann man den, häufig annähernd halbkreisförmig bis nahezu kreisförmig, oder auch anderweitig gebogenen Verlauf der Fasern (vergl. Tafel II, Fig. 14 und 15) genau untersuchen. Gebogene Gefässe, die an nicht macerierten Schnitten häufig zu sehen sind, (vergl. Tafel I, Fig. 1) finden sich in maceriertem Material sehr selten, da die Gefässe, falls sie genötigt sind, sich zu krümmen, durch Querwände an den Krümmungsstellen in gerade, kurze, oft tonnenförmige Stücke zergliedert werden.

Je nach der Art und Verteilung der vorhandenen Elemente, ist auch das Gesamtbild, das der Faserverlauf im Wundholze darbietet, ein wechselndes. Wie der Bau des normalen Holzes, so sind auch die Habitusbilder des Wundholzes für die meisten Pflanzen typisch. Trotz der allgemeinen Ähn-

[1]) Transplantation pag. 153 und 154.

lichkeit (Knäuelbildungen u. s. w.) wird man doch die tiefgehenden Unterschiede in den Bildern Tafel I, Fig. 1, 2 und 3 leicht erkennen.

Rosa centifolia, Tafel I, Fig. 1, ist ganz besonders charakterisiert durch die mächtige Ausdehnung des Wund- und Strahlenparenchyms im Wundholze. Das Parenchym, das sich schon sehr wesentlich am Aufbau des normalen Holzkörpers beteiligt, bildet beim Wundholz eigentlich die Grundmasse, in welcher die leicht erkennbaren, annähernd kreisrunden Knäuel zerstreut liegen. Bei weiterer Entwicklung des Wundholzkörpers werden diese einzelnen Knäuel, die oft noch einen parenchymatischen Kern im Innern zeigen, durch mehr oder weniger breite Streifen unter einander verbunden. Diese Streifen sind aus Tracheiden und zahlreichen weitlumigen Gefässen zusammengesetzt. Von den innersten Schichten des Wundholzkörpers bis zu den äusseren nimmt die Mächtigkeit der parenchymatischen Grundmasse allmählig ab, die Dimensionen der Knäuel und der Bänder zu, bis endlich das Parenchym sich nur noch zerstreut in einzelnen Nestern als Markstrahlenparenchym vorfindet. (Vergl. Taf. II, Fig. 3). Letzteres tritt indessen erst ziemlich spät, nach Schliessung der Wunde ein. Ähnliche Verhältnisse, auch auf die breiten Markstrahlen im normalen Holz gegründet, sind bei *Fagus* anzutreffen.

Abies cephalonica (*Loud*), Tafel I, Fig. 2, zeigt im allgemeinen minder grosse und weniger wohl ausgebildete Knäuel. Sie treten namentlich an der Stelle des plötzlichen Übergangs zum normalen Faserverlauf auf, während in der Nähe der Wunde die Störung weniger durch Knäuelbildung, als durch wellenförmige und sonstige Unregelmässigkeiten charakterisiert ist. Indessen ist dies durchaus nicht der Typus aller Koniferen. Zwar den ziemlich raschen, unvermittelten Übergang vom normalen zum gestörten Faserverlaufe habe ich bei sämtlichen, von mir untersuchten Koniferen angetroffen; allein bei *Pinus Pumilio* z. B. finden sich im Wundholz grosse, deutlich ausgesprochene Knäuel, während ein wellenförmiger Verlauf der Fasern selten anzutreffen ist.

Salix phylicifolia, Taf. I, Fig. 3, ist ausser den zahlreichen runden Knäueln namentlich durch kleinere Knäuel charakterisiert, welche von schräg aneinander sich lagernden Gefässen umschlossen sind. Letztere bilden oft zickzackartig hin und her laufende Bänder quer durch den Kallus.

Die Grenze, bis zu welcher sich im oberen Kallus die Störungen des Faserverlaufs erstrecken, liegt in nicht zu grosser Entfernung vom Wundrande. Dies ist namentlich der Fall, wie schon erwähnt, bei den Koniferen, aber auch z. B. bei *Syringa vulgaris* ist der Übergang zur normalen Faserrichtung ein unvermittelter; bei *Rosa centifolia*, *Aesculus parviflora*, *Cornus sibirica* und *Tilia argentea* findet der Übergang allmählig statt, daher erstrecken sich in diesen Fällen die Störungen auf eine etwas grössere Entfernung vom Wundrande.

Den allmähligen Übergang vom normalen zum gestörten Faserverlauf, machen wir uns am einfachsten an *Rosa centifolia* klar. Hier erstreckt sich die Wirkung der Verwundung bis auf eine beträchtliche Entfernung (bis auf 5—6 cm) vom Wundrande. Der Bau des in solcher Entfernung gebildeten Wundholzes ist ziemlich konstant. Grosse, breite, schon mit blossem Auge sichtbare Markstrahlen verlaufen in normaler Richtung. Zwischen ihnen befindet sich der Kern des Holzes aus Tracheiden, Holzparenchymfasern und Gefässen bestehend, die aber den normalen an Länge und Weite beträchtlich nachstehen. Dieser, wenn auch deutlich Wundcharakter zeigende, so doch immerhin noch einfache Bau, erfährt zuerst eine Änderung an den breiten Markstrahlen. Diese, bisher ganz kontinuierlich verlaufend, werden erst vereinzelt, dann in immer rascherer Folge von schrägen dickwandigen Tracheiden durchsetzt, zugleich erhalten die bisher parallel neben dem Markstrahl hinlaufenden Fasern deutlich Neigung sich zu krümmen. Allmählig treten neue, bisher ganz fehlende

Holzelemente auf. Es sind dies kurze, ovale bis polyedrische, genau die Skulptur der Gefässe zeigende Tracheiden, die noch näher der Wunde Perforationen aufweisen, und so allmählig in ächte, aber sehr kurze Gefässe übergehen. (Vergl. Tafel II, Fig. 8 l.). Diejenigen Gefässe, welche den Markstrahlen parallel gehen, werden ebenfalls allmählig kürzer, und die Gefässreihen wie die Markstrahlen mehr und mehr von schräg verlaufenden Tracheiden unterbrochen. Diese Tracheiden bilden in der Nähe der Wunde die ersten eigentlichen Knäuel, womit dann das Gebiet des gänzlich gestörten Faserverlaufs beginnt. Je älter, d. h. je ausgebildeter ein Kallus ist, desto grösser und häufiger sind auch die Knäuel. Dies ist allgemein so lange der Fall, bis der obere und der untere Kallus verwachsen sind. Nach der Vereinigung der kambialen Zonen ist auch die Möglichkeit einer normalen Streckung der Fasern, d. h. einer Rückkehr zum normalen Faserverlauf wieder gegeben. Allerdings tritt diese Rückkehr nicht plötzlich und mit einem Schlage ein, da die Wirkung der bisher angelegten Knäuel noch fortdauert. Indessen sehen wir schon nach Ausbildung einiger weiteren Zellschichten die schwersten Störungen beseitigt, und überall ist die Neigung der Fasern, sich allmählig wieder senkrecht zu strecken, ganz unverkennbar. Diese Neigung nimmt mehr und mehr zu, und wird schliesslich so ausgesprochen, dass im Grossen und Ganzen der Verlauf der Fasern ganz normal ist, und nur noch einzelne isolierte Knäuel, wie z. B. Tafel II, Fig. 4 einen solchen bei *Cornus alba* darstellt, an die früheren Störungen erinnern. Nun ist auch wieder die Länge der Fasern, welche unmittelbar nach Vereinigung der kambialen Zonen rasch zugenommen hat, annähernd normal. Bei weiterem Wachstum verschwinden auch diese letzten Störungen allmählig. Am langsamsten geht dies in der Nähe der Verwachsungsstellen vor sich, wo (Vergl. Tafel II, Fig. 3) selbst nach völligem Verschwinden der Knäuel noch längere Zeit eine gekrümmte Richtung der Fasern vorherrscht. Ist auch diese minimale Krümmung verschwunden, so ist damit das Endziel des Heilungsprozesses, die definitive Rückkehr zur normalen Holzbildung erreicht. Die Zeit, welche der gesamte Vernarbungsvorgang bis zu diesem Punkte braucht, ist so sehr von den verschiedensten Faktoren abhängig, dass genaue Angaben ganz zwecklos wären. Ist nach Schluss der zweiten Vegetationsperiode die Vereinigung der Wundränder noch nicht erfolgt, so ist das Zweigstück oberhalb der Wunde als verloren anzusehen.

II. Einfache Ringelschnitte.

Mit dem Ausdrucke „einfacher Ringelschnitt“ oder kurz „Ringelschnitt“ möchte ich, im Unterschied von dem bisherigen Gebrauch, der Ringelschnitt und Ringelung identifizierte, jene einfache Verwundung bezeichnen, die entsteht durch Ausführung eines rings um den Zweig verlaufenden Einschnitts durch die Rinde, ohne Entfernung eines Rindenstreifens. Für solche Verwundungen giebt Sorauer[1]) an, dass „die Wundgewebe der Schnittränder sich alsbald vereinigen, und durch Verschmelzung ihrer Kambiumzonen zu einem zusammenhängenden Mantel, das normale Weiterwachsen des Sprosses in kurzer Zeit ermöglichen.“

Indessen liegen in sehr vielen Fällen die Verhältnisse doch nicht ganz so einfach, wie Sorauer annimmt. Die Störungen, welche durch diese anscheinend so geringfügige Verwundung hervorgerufen

[1]) l. c. pag. 556.

werden, sind ziemlich weitgehender und tief eingreifender Natur. Besonders zeigen sich die Koniferen sehr empfindlich gegen diese Art von Verwundung. Bei allen, auch bei den ganz frühzeitig verwundeten Objekten, war nach Schluss der (ersten) Vegetationsperiode ein völlig normales Weiterwachsen kaum möglich. Vielmehr fanden sich trotz der bereits vereinigten Kambiumzonen noch sehr beträchtliche Knäuelbildungen vor.

Betrachten wir das Wundholz eines solchen vernarbten Ringelschnitts, und zwar am besten bei *Abies cephalonica*, etwas näher. Nach Ablösung der umgebenden Rindenpartien tritt das Wundholz zu Tage in Gestalt einer, ebenfalls hauptsächlich vom oberen Wundrande gebildeten Scheibe, von nicht unbeträchtlicher Breite, die rechtwinklig zur Zweigachse steht. Bei näherer Untersuchung bemerkt man schon mit blossem Auge, dass sich diese Scheibe aus dichtgedrängten, einzelnen Knäueln mit radial verlaufender Knäuelachse, zusammensetzt. Zwischen den einzelnen Knäueln ziehen sich manchmal noch unregelmässige Bänder hin, oder zeigt der Holzkörper dazwischen mehr oder weniger tiefe Lücken. Untersucht man einen solchen Knäuel auf tangentialen Längsschnitten, so zeigt es sich, dass er aus einem oder mehreren parenchymatischen Kernen besteht, welche durch unregelmässig verlaufende Tracheiden verbunden sind, während diejenigen Fasern, welche die Kerne umgeben, mit einer gewissen Regelmässigkeit beinahe kreisförmig um das Knäuelzentrum gewunden sind. Dieser, durch die relative Regelmässigkeit der Störungen immerhin merkwürdige Faserverlauf findet seine Erklärung in der einfacheren Art der Verwundung, welche eine rasche Vereinigung der kambialen Zonen an den Wundrändern ermöglicht, ohne dass jedoch gleichzeitig auch eine normale Verlängerung der Fasern zu stande kommen könnte. Auf welche Weise die Fasern, selbst nach Verschmelzen der Kambiumringe im normalen Wachstum gehindert werden, zeigt sich am deutlichsten auf radialen Längsschnitten. — Nach der Ausführung des Ringelschnittes nämlich vernarbt die Wunde allerdings nach aussen ziemlich rasch, aber nicht, ohne dass das Kambium auf den Wundreiz bedeutend reagiert hätte. Unter gleicher Beteiligung des oberen und unteren Wundrandes bildet sich an der verletzten Stelle ein mit breiter Basis aufsitzendes, nach aussen allmählig sich zuspitzendes, meristematisches Gewebe, das im Innern an den Resten der verletzten Kambiumzellen, oder einer unbedeutenden Korklage, die Grenze zwischen dem oberen und unteren Kallus deutlich erkennen lässt. Aus den äussersten Partien dieses meristematischen Gewebes entsteht das neue Kambium, das nun, durch die breite Parenchymscheibe abgelenkt, in radialer Richtung verläuft, d. h. nahezu senkrecht zur normalen Richtung steht. Während das Innere dieses meristematischen Gewebes, das übrigens rings um den Stamm sich nicht gleichmässig ausbildet, allmählig zu Wundparenchym verholzt, und so eine Anzahl kegelförmiger Kerne bildet, scheidet das neue Kambium anfangs kurze, bald aber längere Tracheiden ab. Die Streckung dieser Tracheiden hätte, falls der ganze Verlauf der Faser in eine Medianebene des Zweiges fallen sollte, in radialer Richtung, senkrecht zur Zweigachse, zu geschehen. Eine solche Streckung geschieht aber, meiner Erfahrung nach, niemals. Vielmehr erfolgt diese Streckung stets in tangentialer Richtung, so dass die Fasern anfangen, einen jener kegelförmigen Kerne von Wundparenchym auf dieser oder jener Seite zu umwachsen. Augenscheinlich ist in dieser Richtung der Widerstand, der sich dem Längswachstum der Fasern entgegensetzt, kleiner als in radialer Richtung. Sobald nun von einer Anzahl Fasern die einen den Kern nach dieser, die andern nach jener Richtung umwachsen, so können ihre gleichnamigen Polenden zusammentreffen. Die dadurch verursachte Ablenkung dieser Enden führt zu einer spiraligen Umschlingung des wundparenchymatischen Kerns. Auf solche Weise entstehen schliesslich jene, bereits oben erwähnten, schon mit blossem Auge sichtbaren Knäuel. Die Rückkehr zum normalen Faserverlauf kann daher schon aus theoretischen Gründen erst dann erfolgen, wenn

der Durchmesser des Zweiges oberhalb der Wunde so gross ist, wie der Durchmesser jenes parenchymatischen Rings, was in den meisten Fällen während der ersten Vegetationsperiode nicht erreicht wird.

Bei dicotylen Bäumen und Sträuchern liegen allerdings die Verhältnisse meist einfacher. Wie oben gezeigt wurde, ist die Ursache des abnormen Faserverlaufs hauptsächlich in der beträchtlichen Ausbildung des Wundparenchyms zu suchen. Wo dasselbe nur in geringem Masse sich bildet, wie bei *Syringa vulgaris, Aesculus macrostachya,* selbst auch bei *Rosa centifolia,* wenn die Verwundung im Hochsommer vorgenommen wird, sind auch die Störungen geringer und eine Rückkehr zum normalen Faserverlaufe ist schon nach 2—3 Monaten möglich. In allen Fällen aber, wo eine beträchtliche Menge Wundparenchym gebildet wird, wie z. B. auch bei *Salix phylicifolia* u. s. w. finden sich die oben beschriebenen Verhältnisse, wenn auch hie und da weniger deutlich, überall vor.

Noch eine andere Erscheinung, die ebenfalls besonders bei *Abies cephalonica* klar zum Ausdrucke kam, möge hier Erwähnung finden. Jener oben beschriebene parenchymatische Ring ist nämlich, abgesehen von dem ganz unregelmässigen äusseren Umriss, nicht koncentrisch zur Zweigachse, sondern excentrisch. Es wird bei horizontal wachsenden Zweigen oben nur eine verschwindende Schicht Parenchym gebildet, während auf der untern Seite die Parenchymbildung ihr Maximum erreicht. Aus diesem Grunde erleidet das Wundholz oben auch nur eine sehr geringe Störung, (vergl. Tafel I, Fig. 5) im Vergleich zu dem, gegen die Erde gerichteten Teil des Wundgebiets. Die Ursache dieser Erscheinung, die ich nur an horizontal wachsenden Zweigen bemerkte, ist wohl kaum in einer Wirkung des Lichtes zu suchen, obgleich infolge der dichten, rechts und links verlaufenden Benadelung die untere Seite der Zweige stets bedeutend weniger belichtet ist, als die obere. Vielmehr glaube ich aus dieser Erscheinung folgern zu dürfen, dass die Schwerkraft auf die Ausbildung des Wundholzes einen gewissen Einfluss hat. Dies ist um so wahrscheinlicher, als schon die normalen Seitensprosse von *Abies cephalonica* die Erscheinung der *Hyponastie* sehr deutlich zeigen. Ausserdem war bei *Tilia argentea, Fagus silvatica,* also bei Pflanzen deren Zweige ausgeprägtes epinastisches Wachstum haben, auch ein geringer Unterschied zwischen der oberen und der unteren Seite des Kallus vorhanden. Hier war, den Erscheinungen am normalen Zweig ebenfalls entsprechend, die von der Erdoberfläche abgewandte Seite bevorzugt.

III. Spiralwunden. (Spiralige Entrindungen.)

Dem Faserverlauf bei spiraligen Entrindungen haben schon Hartig[1]) und De Vries[2]) ihre Aufmerksamkeit zugewendet. In der That ist der einfache Verlauf der Fasern bei derartigen Verwundungen so merkwürdig, dass er wohl einiges Interesse zu erregen im stande ist. Die Fasern legen sich nämlich, wie die eben genannten Forscher gezeigt haben, und wie leicht zu konstatieren ist, dem oberen (spiraligen) Wundrand entlang und verlaufen parallel mit ihm. Die Art und Weise jedoch, wie dies geschieht, hat Hartig kaum, und auch De Vries nur sehr kurz ausgeführt. Es wird daher gestattet sein, noch einiges auf Grund meiner Beobachtungen hier anzuführen. Zur Untersuchung gelangten hauptsächlich Zweige von *Abies cephalonica, Pinus Pumilio, Syringa vulgaris, Cornus si-*

[1]) Hartig. Botan. Zeitung 1858, pag. 340.
[2]) l. c. pag. 102.

birica, Ribes palmatum und *Corylus Avellana.* Die Entrindungen wurden in verschiedener Breite, aber fast stets nur in der Länge eines einzigen Schraubenganges vorgenommen.

Der Habitus, den die Ausbildung des Wundholzes zeigte, war mit wechselnder Höhe des Schraubengangs verschieden. Je steiler die spiralige Entrindung ansteigt, desto einfacher ist der Bau des Wundholzes. De Vries[1]) schreibt die Ausbildung des Wundholzes einer „queren Dekomponente der schiefen Bastspalte“ zu; d. h. er denkt sich die schiefe Wunde zerlegt in einen quer und in einen längs verlaufenden Teil, von diesen beiden Teilen soll die Erstreckung der Querwunde von ausschlaggebender Bedeutung für die Wundholzbildung sein. Indessen ist doch auch die „vertikale Dekomponente“ nicht ganz ohne Einfluss, da bei ganz um den Stamm verlaufenden Wunden die queren Dekomponenten stets gleich gross sind, und doch, wie oben erwähnt, mit verschiedener Steilheit des Schraubengangs Unterschiede im Aufbau des Wundholzes eintreten. Allerdings geht aus dem Umstande, dass eine Vergrösserung der Ganghöhe vereinfachend auf diese Ausbildung einwirkt, klar hervor, dass bei den spiraligen Wunden eben weil, und in dem Masse als sie zugleich Querwunden sind, Komplikationen im Verlauf der Vernarbung eintreten. Der an dem äussersten Rande der Wunde erfolgende, und ohne Störungen parallel demselben vor sich gehende Verlauf von Fasern ist, wenigstens bei Wunden die sich rings um den Spross erstrecken, ein typisches Unterscheidungszeichen von reinen Quer- oder Ringelwunden.

Nach Ausführung der Verwundung treten an den Wundrändern genau dieselben Teilungsvorgänge ein, die früher für Ringelwunden beschrieben wurden. Aus dem oberen Kallus bildet sich als nächstes Produkt ein nicht sehr mächtiges Gewebe von Wundparenchym, das nach oben allmählig in das sekundäre Wundholz übergeht. Am untersten, äussersten Rand des Kallus kommt alsdann das neue Kambium zur Ausbildung, dessen Elemente gleich anfangs eine geringe Streckung dem Wundrande entlang zeigen. Diese Richtung ist die einzige, in der ein ungehindertes Längenwachstum der Fasern möglich ist. Deshalb sehen wir auch bald die, aus diesem Kambium sich bildenden Elemente der Wunde entlang sich strecken, und, ohne in ihrem Verlaufe die geringste Störung zu erleiden, nach einiger Zeit nahezu normale Länge erreichen. Inzwischen ist das, aus dem Kallus hervorgegangene Wundparenchym, das zuerst von den Fasern am Wundrande durch einen Streifen unverholzten Kallusgewebes getrennt war, bis zu jenen hin vorgedrungen, wie z. B. Tafel I, Fig. 7 an *Syringa vulgaris* zeigt. Hier bemerkt man in den, dem Wundrande abgewandten Regionen das, durch die Kürze der Fasern, und die Breite und Häufigkeit der Markstrahlen deutlich gekennzeichnete, sogenannte sekundäre Wundholz, das nach unten durch Erweiterung der Markstrahlen und Zurücktreten der Tracheiden allmählig in reines Wundparenchym übergeht. Letzteres ist (auf tangentialen Längsschnitten) deutlich in Streifen angeordnet, die nach oben in der normalen Richtung des senkrechten Wundholzes verlaufen, nach unten aber sich krümmen und so senkrecht zum (schrägen) Wundrande zu stehen kommen.

Der Übergang zwischen dem Wundparenchym und den Fasern, deren Richtung parallel zur Wunde geht, ist, wie nicht anders zu erwarten, rasch und plötzlich; es ist eine deutlich markierte Grenzlinie vorhanden.

Bei weiterer Ausbildung des Wundholzes wird der rein parenchymatische Streifen zwischen den beiden, mit Fasern versehenen Zonen kleiner und kleiner. Das sekundäre Wundholz erstreckt seine Fasern immer mehr senkrecht nach unten, bis die Spitzen derselben auf die untere, dem Wundrande entlang verlaufende Faserzone stossen. Bis zu diesem Augenblick war der Verlauf der Fasern

---

[1]) l. c. pag. 101.

in beiden Richtungen ein durchaus ungestörter. Dem Verlaufe der Fasern am Wundrande entlang stellt sich auch jetzt kein neues Hindernis entgegen; dagegen bilden eben diese Fasern ein Hindernis für die Längsstreckung der normal verlaufenden Elemente. Diese sind daher genötigt, auszuweichen und in irgend einer Richtung sich zu krümmen. Man wäre nun geneigt, anzunehmen, dass sich diese Längsfasern einfach ebenfalls in die schräge Richtung, dem Wundrande parallel einstellen. Dies geschieht in der That auch stets dann, wenn das Wurzelpolende einer Längsfaser mit dem Sprosspolende einer schrägen Faser zusammentrifft. Stösst aber ersteres auf das gleichnamige Polende einer schrägen Faser, so macht sich die Wirkung der Polarität geltend. Die senkrechte Faser krümmt sich meist wieder etwas nach aufwärts, und giebt dadurch zu Störungen im Verlaufe der benachbarten senkrechten Fasern Anlass. (Vergl. Tafel II, Fig. 6.) Da jedoch die gleichnamigen Polenden nicht direkt unter einem Winkel von 180°, sondern unter einem andern, spitzen, von der Steigung der Spiralwunde abhängigen Winkel auf einander stossen, da ferner ein Rückwärtskrümmen der senkrechten Fasern nur selten nötig ist, so sind die Störungen im Faserverlaufe bei Spiralwunden weit weniger schwer, als bei Ringelungen. Dies zeigt sich in der ziemlich geringen Breite der Zone, in welcher diese Störungen überhaupt auftreten, dann aber auch in der Natur der vorkommenden Komplikationen selbst. Mit Ausnahme der Koniferen habe ich sehr selten vollständig geschlossene runde Knäuel gefunden. Meist, insbesondere bei *Syringa vulgaris* und *Ribes palmatum* bezeichnen halbkreisförmige, guirlandenartig sich an einander anschliessende Formen die Grenze zwischen den senkrechten und schrägen Fasern. Dass auch bei den Koniferen die Störungen an Spiralwunden unbeträchtlicher sind, als an Ringwunden, zeigt ein vergleichender Blick auf Tafel I, Fig. 2 und Tafel II, Fig. 6.

De Vries[1]) hat diese Formen ebenfalls bemerkt, er erwähnt, dass „in dieser Gegend (an dem äussersten Rande gegen die Wundblösse hin) oft eine merkwürdig verworrene Lage der Elementarorgane vorkommt!“ Allerdings ist die Stelle, wo dies vorkommt, nicht ganz der äusserste Rand; dieser wird stets gebildet durch die, ganz ohne Störung dem Wundrande entlang verlaufenden Fasern, sondern diese Störungen treten konstant immer nur in der Grenzregion zwischen den senkrechten und schrägen Fasern auf.

Der Kallus am unteren Wundrande verhält sich genau wie der obere, nur dass er sich beträchtlich weniger ausbildet. Bei *Syringa vulgaris* waren nach Verlauf der ersten Vegetationsperiode kaum einige Andeutungen von Wundparenchym ausgebildet. Bei *Ribes palmatum*, *Cornus sibirica* und *Corylus Avellana* war in derselben Zeit bereits das schräg verlaufende Kambium samt seinen ersten Produkten vorhanden, und bei *Abies cephalonica*, besonders aber bei *Pinus Pumilio* hatte sich nicht nur schon eine bedeutende Schicht schräger Fasern gebildet, auch das Wundparenchym war verschwunden, die senkrechten Fasern hatten breits die schrägen erreicht, und die ersten Störungen waren eingetreten. Bei *Pinus Pumilio* konnte ich leicht den durchaus gleichartigen Bau des Wundholzes im oberen und unteren Kallus konstatieren. Es ist daher nicht von allgemeiner Giltigkeit, namentlich nicht für die Koniferen, wenn Hartig[2]) anführt, „dass die Holzbildung am unteren Schnittrande des Spiralstreifens erlöscht“; die Ausbildung des Holzkörpers bleibt nur am unteren Kallus wesentlich zurück, wie das ja auch bei den Ringelungen der Fall ist.

Der Bau des schräg verlaufenden Wundholzkörpers schliesst sich im wesentlichen demjenigen des weiter oben ausgebildeten sekundären Wundholzes an. Charakterisiert ist er namentlich durch das seltene Vorkommen von ächten Gefässen, welche durch englumige Tracheiden ersetzt werden.

[1]) l. c. pag. 103.

[2]) Hartig l. c. pag. 340.

Markstrahlen kommen ebenfalls, wenigstens bei *Ribes* und *Syringa* ziemlich selten vor, sind dann aber von beträchtlicher Breite. Bei den Koniferen nähert sich der Bau dieses schräg verlaufenden Wundholzes ganz ausserordentlich dem des normalen. (Vergl. Tafel II, Fig. 6 unten.) Dass die Fasern auch rasch und frühzeitig wieder normale Länge erreichen, ist bereits oben erwähnt worden.

Das Wundholz von *Abies cephalonica* ist noch besonders merkwürdig durch das Auftreten von besonderen Harzbehältern in demselben. Obgleich solche Harzbehälter nicht ausschliesslich im Wundholze von Spiralwunden vorkommen, möchte ich doch an dieser Stelle etwas auf dieselben eingehen, da sie vorzüglich an solchen Wunden untersucht wurden. Schon De Vries fand[1]), „dass die Harzgänge im Wundholze oft zahlreicher sind, als im normalen Holze, und sich also ähnlich wie Holzparenchym verhalten". Vöchting[2]) hat bei *Picea excelsa* das Areal berechnet und gefunden, dass fast siebenmal soviel Harzgänge als im normalen Holze auftreten; ausserdem sind sie im Wundholze beträchtlich grösser. Bei *Abies cephalonica* konnte ich im normalen Holze trotz sorgfältiger Untersuchung keine Spur von Harzgängen beobachten. Es ist daher anzunehmen, dass solche überhaupt nicht auftreten, ähnlich wie bei *Abies pectinata*, für welche Strassburger[3]) den Mangel an Harzgängen im Holze und den Markstrahlen als Kennzeichen anführt. Wir haben also hier den interessanten Fall vor uns, das infolge des Einflusses der Verwundung im Holzkörper Organe auftreten, die im normalen Holze fehlen, wie auch manchmal, z. B. bei *Caragana arborescens*, im Wundholze Elemente vorkommen, die im normalen Holz nicht aufzufinden sind.[4])

Die Harzbehälter kamen bei spiraligen und horizontalen Ringelungen stets vor, und zwar traten sie zuerst auf in einer Entfernung von 1—1,5 cm oberhalb dem Wundrande, d. h. in einer Zone, in der auch der Übergang des normalen Holzes zum sekundären Wundholze allmählig vor sich geht. Sie erstrecken sich durch das ganze Wundgebiet und endigen ca. 3 cm unterhalb des unteren Wundrands. Sie treten also überall da auf, wo noch ein Einfluss des Wundreizes auf die Thätigkeit des Kambiums stattfindet. Die gesamte Anordnung der Harzbehälter oberhalb der Wunde kam der Anordnung der normalen Harzgänge bei *Pinus* u. s. w. ziemlich nahe, indem diese Behälter in mehreren konzentrischen, streng von einander geschiedenen Zonen auftraten. Diese Zonen sind infolge einer, durch die zahlreichen Harzgänge bedingten, braunen Färbung schon deutlich mit blossem Auge sichtbar. Auf Querschnitten erscheinen diese Behälter als runde bis unregelmässige Lücken, die teils von einem vollständigen Kranz parenchymatischer Holzzellen umgeben, teils auch nur in radialer Richtung von solchen begleitet waren. (Vergl. Tafel II, Fig. 12.) Häufig standen sie mit den benachbarten Markstrahlen in Verbindung. Nicht selten erstreckte sich auch ein Markstrahl nur bis an einen Harzgang, um dort zu verschwinden. Die Harzbehälter selbst hatten keineswegs den Bau der normalen Harzgänge im Holze anderer Koniferen, namentlich fehlten die den Harzgang auskleidenden Epithelzellen. Der Längsverlauf der einzelnen Harzbehälter war stets parallel zum Holzfaserverlauf; oberhalb und unterhalb der Wunde senkrecht, im schräg verlaufenden Holzkörper einer Spiralwunde ebenfalls dem Wundrande parallel. Übrigens wurde der Verlauf häufig durch eine, mehrere Zellen breite Brücke aus parenchymatischen Elementen unterbrochen, so dass man keinen eigentlichen Harzgang, sondern eine kontinuierliche Reihe von Harzbehältern vor sich hatte, deren Länge die Breite 3—4 mal übertraf. Über die Entstehung und Ausbildung dieser Harzbehälter kann ich leider nichts näheres mitteilen.

---

[1]) l. c. pag. 121.
[2]) Vöchting, Transplantation pag. 139 und 140.
[3]) Strassburger, Botanisches Praktikum pag. 154.
[4]) cf. De Vries, l. c. pag. 24.

Sicher ist nur, dass der unverholzte Wundkallus, namentlich einer im Frühjahr vorgenommenen Verwundung unverhältnismässig reich an Harz ist, das in Form kleiner Kügelchen sich fast in allen Zellen vorfindet. In dem Masse, wie nun die Verholzung zu Wundparenchym von innen nach aussen vor sich geht, wandert dieses Harz nach aussen um schliesslich an der Grenze zwischen Wundparenchym und Wundholz sich anzusammeln. Dort mögen alsdann, indem gewisse Zellen nicht verholzen, sondern sich auflösen, die Harzbehälter entstehen, deren ganzer anatomischer Bau (namentlich das Fehlen der Epithelzellen) darauf hinweist, dass sie nicht zur andauernden Harzsekretion, sondern nur als Ablagerungstätte von Harz dienen, das sich im Wundkallus bildete, dessen Wegführung bis zur Rinde jedoch wegen des darauf lagernden Holzmantels zur Unmöglichkeit geworden ist. Darauf weist namentlich auch noch der Umstand hin, dass bei Verwundungen, welche im Hochsommer vorgenommen wurden, und deren Kallus nur Spuren von Harz aufweist, sowie auch bei einfachen Ringelschnitten, später im Wundholze wenige oder gar keine Harzbehälter vorgefunden wurden.

IV. Längswunden.

Die Längswunden, so vielfacher und mannigfaltiger Art sie auch sein mögen, haben alle das miteinander gemeinschaftlich, dass sie hauptsächlich zur Polaritätsrichtung der Fasern parallel verlaufen, und nur in geringerem Masse Verletzungen senkrecht zu dieser Richtung mit sich bringen. Es geht daher auch ganz allgemein die Wundheilung viel einfacher vor sich, als bei Querwunden. Eine merkwürdige Thatsache ist es, dass trotzdem unter gleichen äusseren Bedingungen die Heilung der Längswunden meist ungleich langsamer erfolgt, als die Heilung von Querwunden. Worauf diese Thatsache beruht, ist jedenfalls schwer anzugeben, wenn auch ökologisch sehr gut einzusehen ist, dass die Vernarbung einer Querwunde für die Pflanze notwendiger und dringender sein kann, als die einer Längswunde.

Wie die Verhältnisse bei der Heilung von Längswunden liegen, und inwiefern dieselben sich einfacher gestalten, als bei Querwunden, möge eine Betrachtung der anatomischen Einzelheiten zeigen.

Den allgemeinen Vernarbungsprozess bei den einfachsten Längswunden, Einschnitte in die Rinde ohne Substanzentfernung, oder Schröpfwunden, hat Sorauer[1]) genau beschrieben. Es erübrigt nur noch, einige Worte über den Faserverlauf anzuführen. Dem Längenwachstum der, in den beiden Kallus rechts und links gebildeten Fasern setzt sich kein grösserer Widerstand entgegen, als im normalen Holzkörper. Da auch bei diesen, sich stets in der Richtung der Polarität erstreckenden Fasern keine Möglichkeit vorhanden ist, dass gleichnamige Polenden aufeinander stossen, so ist schon im voraus zu erwarten, dass bei dieser Art von Verwundungen keine Komplikationen im Faserverlaufe eintreten. In der That, untersucht man das Wundholz von den ersten Anfängen bis zur allmähligen Vernarbung der Wunde, so findet man, von der wundparenchymatischen Schicht an, ein stetiges Zunehmen und eine rasche Streckung der Fasern und der Gefässe, und eine allmählige Abnahme der parenchymatischen Elemente, aber nirgends eine Andeutung von Knäueln oder sonstigen Störungen im Faserverlaufe. Oben und unten, am Anfang der Wunde, scheiteln sich die Fasern längs einer

[1]) l. c. pag. 538.

Linie, welche als direkte Verlängerung der Wunde angesehen werden kann, und treten (besonders deutlich am oberen Ende) vermittelst einer leichten Krümmung in den Wundkallus ein. Der Faserverlauf zeigt also hier das Bild von Kurven, welche an der Stelle, wo die Verwundung beginnt, einen Wendepunkt besitzen. Auf diese Weise ist auch an dieser Stelle ein Auftreten von Störungen höchst unwahrscheinlich. Ganz ebenso verhält es sich bei Längsschnitten, die, durch das Holz hindurchgehend, an jungen Zweigen bis zum Marke reichen. Der von den beiden Wundrändern gebildete Kallus füllt mehr oder weniger die ganze Wunde aus, und aus dem neugebildeten Kambium scheiden sich die Elemente des Wundholzes in derselben Weise ab, wie bei den Schröpfwunden. In demjenigen Teil des Kallus, der sich zwischen den Rändern des alten Holzes nach einwärts bildet, kommt überhaupt nur Wundparenchym zur Ausbildung.

Etwas anders gestaltet sich die Wundheilung bei breiteren Längswunden, bei denen ein rechteckiges Stück aus der Rinde ausgeschnitten wird. Die Notwendigkeit, hiebei auch einen mehr oder minder beträchtlichen Schnitt quer vorzunehmen, bedingt eine etwas veränderte Sachlage. Daraus folgt direkt, dass die Breite des abgelösten Rindenstreifens auf die Vernarbung einen weit grösseren Einfluss hat, als die Länge. Ist der Streifen von sehr geringer Breite, so schliesst sich der Vorgang bei der Wundheilung eng an die bei der Schröpfwunde geschilderten, einfachen Verhältnisse an.

Betrachten wir den Heilungsvorgang der Wunde bei einiger, wenn auch nicht allzugrossen Breite des abgelösten Rindenstreifens. Aus dem vornehmlich am oberen Wundrande und den beiden Seitenrändern sich bildenden Kallus, der die ganze Wunde kranzförmig umschliesst, entwickeln sich an der Grenze zwischen dem rein parenchymatischen Teil und den anliegenden Faserpartien zunächst tracheale Elemente, die anfangs vollständig isodiametrisch und unregelmässig im Parenchym zerstreut liegen, sich später jedoch etwas strecken und eine bestimmte Anordnung zeigen. Es bilden sich nämlich zwischen den auf den Wundrand zulaufenden Gefässen und denjenigen, welche im unverletzten Teil des Zweiges an der Wunde vorbeigehen, treppenförmige, in schräger Richtung von oben nach unten verlaufende Brücken aus trachealen Elementen. Diese Elemente zeigen schon ein deutliches Längenwachstum in der schrägen Richtung; noch klarer kommt dies bei der späteren Ausbildung der Fasern zum Vorschein.

Eine senkrecht dem oberen Wundrande sich nähernde Faser wird schliesslich in ihrem Längenwachstum durch den geschlossenen Wundkallus gehemmt. Sie muss daher nach irgend einer Richtung ausweichen, und zwar zeigt die Erfahrung, dass dieses Ausweichen nach rechts geschieht, wenn die Faser sich rechts von der Mittellinie der Wunde befand, im andern Falle aber nach links, so dass also längs der Mittellinie eine strenge und vollständige Scheitelung der Fasern stattfindet. Vergl. Tafel I, Fig. 8. Durch ein solches Ausweichen nach rechts oder links erhält die Faser für einige Zeit horizontale Richtung. Erreicht sie während dieses Verlaufs den seitlich herabgehenden Kallus, ehe der Verlängerung in dieser Richtung sich ein wesentliches Hindernis entgegensetzt (was bei sehr schmalen Entrindungen stets der Fall ist), so biegt die Faser beim Eintritt in den Kallus nach abwärts um, und gelangt dadurch wieder in normale Richtung. Auf diese Weise geht der Faserverlauf ganz ohne Störungen vor sich, ähnlich wie bei den einfachen Schröpfwunden.

Wenn aber die Horizontalverlängerung der Faser auf irgend eine Weise vor Erreichen des senkrechten Kallus gehindert wird, so muss die Faser in einer andern Richtung, etwa nach oben, umbiegen. Dadurch ist aber wieder die Grundbedingung zu all den früher bei den Ringelwunden geschilderten Störungen im Faserverlaufe gegeben. Es sind daher auch in der Region des oberen queren) Wundkallus, sobald die Wunde von einiger Breite ist, Knäuel und andere Komplikationen

der beschriebenen Art leicht aufzufinden. Dieselben erstrecken sich ausnahmslos über die ganze Breite des queren Kallus, ja, es pflanzen sich sogar, namentlich bei sehr breiten Wunden, die Störungen am innern Wundrande des Längskallus weiter, wie dies z. B. aus Taf. I, Fig. 6 ersichtlich ist.

In der einen, schrägen Richtung, von der Mittellinie der Wunde bis zu den Ecken der Wunde rechts und links, ist, wegen des dort beginnenden unverletzten Teils der Rinde, eine Längsstreckung der Fasern nicht ausgeschlossen. Damit ist aber auch schon von Anfang an die Möglichkeit gegeben, dass bei zunehmender Ausbildung des Wundholzes die Störungen kleiner werden und sich allmählig ausgleichen, eine Möglichkeit, die bei den Ringelungen erst durch Vereinigung der Wundränder erreicht wird. Daraus erklärt sich, dass hier, ähnlich wie bei den Spiralwunden, die Komplikationen nie so schwere sind, und sich auch nur über eine Zone von sehr geringer Breite erstrecken; daraus erklärt sich ferner, dass allmählig der Faserverlauf regelmässiger wird, bis die Störungen schliesslich völlig verschwinden. Dies zeigt z. B. Taf. I, Fig. 8 bei *Cornus sibirica*. Der Medianlinie der Wunde entlang findet die obenerwähnte vollständige und regelmässige Scheitelung der Fasern statt; diese Fasern weichen nach unten vermittelst einer grösseren, nahezu 90° betragenden, nach oben vermittelst einer allmählig kleiner werdenden Krümmung nach rechts und links aus, verlaufen in einem Bogen und münden schliesslich in den senkrechten Kallus ein. Bei weiterer Vernarbung der Wunde rückt nicht nur die Spitze des Scheitels allmählig nach unten, auch die beiden senkrechten Kallus verbreitern sich immer mehr, wodurch nach und nach auch die Krümmung der Fasern geringer wird, bis endlich die Vereinigung der senkrechten Wundränder eine vollständige Rückkehr zum normalen Faserverlauf ermöglicht.

Ähnlich wie am oberen Wundrande liegen die Verhältnisse auch am unteren, wenn, wie dies z. B bei *Rosa centifolia* und *Abies cephalonica* der Fall ist, die Ausbildung des unteren Kallus der des oberen Kallus wenigstens einigermassen nahekommt. Meist aber *(Aesculus, Salix, Cornus)* bringt es der untere Wundrand nicht bis zur direkten Produktion von Fasern, weshalb auch dort jene Störungen nicht beobachtet werden können. Hier bildet sich fast ausschliesslich Wundparenchym, und erst in dem Masse, als die beiden senkrechten Kallus sich verbreitern, überdeckt sich dasselbe mit normal verlaufenden Holzfasern.

Die Ausbildung des Wundholzes im Längskallus schliesst sich der Ausbildung im Kallus bei Schröpfwunden vollständig an. Es können allerdings, wie schon oben erwähnt, auch hier noch Störungen im Faserverlaufe auftreten, s. Taf. I, Fig. 6. Dieselben sind aber äusserst gering, und finden sich nur am inneren Wundrande des obersten Stückes, an der Stelle, wo der Längskallus allmählig in den Querkallus übergeht. Ausserdem fand ich diese Störungen auch nur dann vor, wenn bei der Verwundung ein Rindenstück von sehr beträchtlicher Breite, über die Hälfte des Zweigumfanges, entfernt wurde. Es ist daher sicher anzunehmen, dass wir hier nur eine Weiterwirkung der sich anschliessenden beträchtlichen Störungen im Querkallus vor uns haben, ähnlich wie sich auch die Störungen im Faserverlauf von Ringwunden vom unteren Wundrande an allmählig nach oben fortpflanzen.

Ist die Wunde sehr breit, d. h. haben wir eine Ringelung mit einer mehr oder weniger breiten Rindenbrücke zwischen den Wundrändern, so ist aus obigem sofort klar, dass auch die Störungen im Faserverlaufe sehr beträchtliche und lang andauernde sind. Ausserdem aber haben die rechts und links von der Mitte der Wunde sich abwendenden Fasern alle das Bestreben, den senkrechten Wundkallus, d. h. das unverletzte Gewebe der Rindenbrücke zu erreichen. Bei der geringen Breite dieser Brücke wird dieses Bestreben einigermassen zur Erklärung der längst bekannten Thatsache beitragen, dass solche Rindenbrücken nach und nach ganz unverhältnismässig dick anschwellen, während an den

sonstigen Stellen des oberen und unteren Wundrandes, namentlich gegen die Mitte zu, die Produktion von Wundholz äusserst gering ist.

Bei manchen Pflanzen, z. B. *Tilia argentea, Prunus spinosa, Salix viminalis* etc. tritt bei der Heilung eine gewisse Modifikation der eben geschilderten Verhältnisse ein, insofern als ähnlich wie bei den Spiralwunden, im mächtig entwickelten, oberen Kallus sich ein besonderes Kambium differenziert. Dasselbe schliesst sich rechts und links vom Wundrande, im senkrechten Kallus, an das normale ursprüngliche Kambium an, und verläuft bogenförmig über den oberen Wundrand hinweg. Aus diesem Kambium bilden sich, ebenfalls wie bei den Spiralwunden, Fasern, die zuerst ganz unabhängig von den senkrecht verlaufenden sind. Da ihrer Streckung längs der kambialen Zone kein Hindernis im Wege steht, so treten Störungen im Faserverlaufe nicht auf. Dagegen stösst nach oben unmittelbar die Zone mit gestörtem Faserverlauf daran. Allmählig aber ordnen sich in der früher geschilderten Weise auch hier die verworrenen Verhältnisse zu einfacher Scheitelung der Fasern. In allen Fällen, in denen sich ein solches bogenförmig über den oberen Wundrand verlaufendes Kambium bildet, übernimmt dieses den allmähligen Verschluss der Wunde.

V. Kerbwunden.

Die Heilung solcher Wunden, bei denen nicht nur die Rinde, sondern auch Teile des ursprünglichen Holzkörpers entfernt wurden, geschieht in ganz derselben Weise, wie die Heilung entsprechender Rindenwunden. Der Kallus, der sich sonst am alten Holz entlang ausbildet, füllt die entstandene Lücke im Holzkörper aus. Einiges zu bemerken ist nur noch bei queren Kerbwunden, (queren Einschnitten).

Mit Recht unterscheidet De Vries[1]) bei den Vernarbungsvorgängen solcher Wunden zwei ganz verschiedene Typen: den Typus der rasch vernarbenden Kerbungen, und denjenigen bei klaffenden queren Einschnitten. Den anatomischen Bau des Wundholzes in beiden Fällen hat De Vries an der angeführten Stelle genau beschrieben; ich kann mich daher auf einige Angaben über den Faserverlauf beschränken.

Im ersteren Falle, den rasch vernarbenden Querwunden, wird die Lücke im Holzkörper vornehmlich durch den Kallus des oberen Wundrandes erfüllt, indem er nach und nach den schiefen Schnitträndern entlang hinabgleitet. Der Kallus am unteren Rande der Wunde erhebt sich selbst bei beträchtlicher radialer Ausdehnung nicht oder kaum über den Wundrand selbst, beteiligt sich also an der Ausfüllung der Wundlücke gar nicht. Die Verwachsungsstelle beider Kallus giebt nach aussen stets die Lage des unteren Schnittrandes an. Bei dieser bedeutenden Erstreckung des oberen Kallus ist es erklärlich, dass eine Kerbwunde zuerst genau wie eine Ringelung wirkt. Das gehinderte Längenwachstum der Fasern führt, besonders in der Mitte dieses Kallus, zu beträchtlichen Störungen und Komplikationen. Allmählig aber, und in dem Masse wie der Kallus die obere Schnittfläche überwallt, folgen die Fasern derjenigen Richtung in der allein die Möglichkeit einer Streckung vorhanden ist; sie weichen nach rechts und links auseinander, und umwachsen unter geringer, aber stetiger Ver-

[1]) l. c. pag. 81.

minderung der Knäuelbildungen die beiden Ecken der Kerbwunde in weitem Bogen. Auf diese Weise bekommen die Fasern im Kallus zwischen den schrägen Wundflächen, — namentlich in der Mitte der Wunde — vorwiegend horizontalen Verlauf. Diese Verhältnisse wurden bei *Abies cephalonica, Taxus baccata, Salix laurina, Ribes palmatum* untersucht.

Im zweiten Fall, den im Hochsommer ausgeführten, klaffenden Kerbwunden, geschieht die Überwallung von der Seite aus. Bei der vorwiegenden Längserstreckung der Kallus, bei der geringen Mächtigkeit des Wundholzes am oberen und unteren Wundrande sind Störungen in der Form von Knäueln ziemlich selten. Der Faserverlauf ist aber auch hier „um die Wunde herum ausbiegend", wie schon De Vries pag. 86 richtig bemerkt.

Einen gewissen Übergang dieser beiden, prinzipiell verschiedenen Arten der Überwallung einer Kerbwunde konnte ich bei kleineren; im Mai und Juni an *Cornus sibirica* angebrachten Verwundungen studieren, deren Vernarbung sich nahezu vollständig während der ersten Vegetationsperiode vollzog. Hier war nämlich der Wundrand nicht vertrocknet, sondern infolge einer raschen Teilungsthätigkeit, namentlich des unverletzten Kambiums zu beiden Seiten der Wunde, wurde die Wundlücke mit einem weichen, parenchymatischen Gewebe ausgefüllt, das im Verlaufe des Heilungsprozesses sehr langsam und ohne Bevorzugung einzelner Stellen verholzte. Am Schlusse der ersten Vegetationsperiode zeigte dieses Parenchym, das, nach Abtragung der darauf sich befindlichen Wundholzschicht, durch seine dunkelgrünliche Farbe schon mit blossem Auge zu erkennen war, auf Zusatz der Ligninreagentien eine durchaus gleichmässige, aber nur schwache (Holz-) Färbung.

Wenn durch solches Parenchym die Lücke im alten Holze ausgefüllt ist, übernimmt hauptsächlich das Kambium am oberen Wundrande die Vernarbung, und zwar geschieht die Heilung genau auf die, früher bei Längswunden mit ausgeschnittenem Rindenstück beschriebene Art und Weise. Es differenziert sich nämlich zuerst ein Ring isodiametrischer trachealer Elemente um die Wunde, die mit zunehmender Streckung sich in bestimmter Weise anordnen Bei weiterer Vernarbung folgen dann, wie früher gezeigt, Knäuelbildungen, die zum Schluss einer einfachen Scheitelung der Fasern Platz machen. Bei der sehr geringen Ausdehnung der senkrechten Kallus rechts und links erfolgt die Schliessung der Wunde in erster Linie durch den oberen Kallus.

VI. Besondere Holzkörper in der Rinde.

Die Art der Einteilung vorliegender Abhandlung brachte es mit sich, dass ich eine Erscheinung bisher nicht erwähnen konnte, die mir interessant genug zu sein scheint, um hier mitgeteilt zu werden. Es ist dies das Auftreten besonderer Holzkörper in der Rinde, das ich an zwei Pflanzen *Salix phylicifolia L.* und *Syringa vulgaris* beobachtete. Für letztere Pflanze erwähnt schon Vöchting[1]) das Auftreten solcher Körper in der Rinde, bei dem durch eine Okulation hervorgerufenen Wundheilungsvorgange. Dass diese Erscheinung nicht allzuselten vorkommen dürfte, ist sehr wahrscheinlich, so hat z. B. Tschirch[2]) bei erneuter Rinde ebenfalls solche separate Holzkörper gefunden.

[1]) Transplantation pag. 141 und 142.
[2]) Pflanzenanatomie pag. 396.

Bei *Salix phylicifolia* habe ich diese Körper vorzüglich im Kallus relativ breiter Ringelwunden, aber auch im Längskallus nicht allzu schmaler Längswunden angetroffen. Es waren meist ellipsoidische oder cylindrische Körper, welche sehr häufig an die Hauptmasse des Holzes irgendwo sich anschlossen, im übrigen aber ein eigenes Kambium und daher ein selbständiges Dickenwachstum besassen. Im Innern solcher Körper zeigten sich zumeist einer oder mehrere Kerne, die aus verkorktem Rindenparenchym oder sonstigem Korkgewebe bestanden. Um diese Kerne herum lagerte sich zunächst eine Zone, welche ausschliesslich aus kurzzelligen Elementen, Wundparenchym und kleinen Tracheiden, gebildet wurde. Diese Zone war dann von dem eigentlichen Holzmantel umgeben. Wie Tafel 1, Fig. 9 zeigt, legen sich die Fasern knäuelig gewunden um die Grundmasse des Holzkörpers herum. Auf Querschnitten zeigte sich der Verlauf dieser Fasern anscheinend normal, während tangentiale Schnitte erkennen liessen, dass auch hier ähnliche Störungen sich einfanden, wie beim Wundholz an Ringelwunden.

Bei *Syringa vulgaris* ist es mir nicht stets gelungen, einen besonderen Kern des Knäuels aufzufinden; im übrigen aber ist der Aufbau des Holzkörpers ähnlich wie bei *Salix*. Auch hier standen diese Körper meist nach oben und nach unten mit der Hauptmasse des Holzes in Verbindung. Dadurch ist es ihnen unmöglich gemacht, bei fortgesetzter Thätigkeit des Kambiums am Hauptstamme allmählig nach aussen zu rücken. So zeigen sie bald excentrisches Wachstum, indem die Thätigkeit des der Zweigachse zugekehrten Teils des Kambiums schwächer und schwächer wird, und schliesslich ganz erlöscht. Zugleich hören aber in dem gegenüberliegenden Kambiumstück des Hauptstammes ebenfalls nach und nach die Teilungen ganz auf. Auf diese Weise wächst die Hauptmasse des Holzes rechts und links an dem isolierten Holzkörper vorbei, sein Kambium vereinigt sich mit dem Kambium des Hauptstammes zu einem geschlossenen Ring, sobald beide kambiale Zonen zusammentreffen. So wird der isolierte Holzkörper samt den, zwischen beiden Holzmassen gelegenen Rindenpartien in den Verband des Hauptstammes aufgenommen, und verwächst so innig mit ihm, dass es oft schwer wäre, die Stelle eines solchen eingeschlossenen Holzkernes anzugeben, wenn nicht diese Stelle genau bezeichnet wäre durch das, ebenfalls ins Holz eingebettete Rindenparenchym, das selbst zwei Jahre nach dem Einschluss noch seine ursprüngliche frische Farbe erhalten hatte, und noch keine Spur von Zersetzung oder Verkorkung zeigte.

Trotz aller Mühe ist es mir nicht gelungen, den Beginn eines solchen Knäuels, d. h. die Ursache der Entstehung studieren zu können. Die Ähnlichkeit jedoch im anatomischen Bau mit manchen der unter normalen Verhältnissen in der Rinde der Rotbuche vorkommenden Knollen, welche Krick[1]) untersucht hat, machen es wahrscheinlich, dass in beiden Fällen die isolierten Holzkörper denselben Ursachen ihre Entstehung verdanken. Krick sagt pag. 17 über diese Fälle:

„Diese Knollen sind aber unter sich selbst wieder nach ihrer Konstitution und demgemäss wohl auch nach ihrer Entstehungsweise verschieden, und es lassen sich besonders zwei Haupttypen unterscheiden, nämlich Knollen mit centralem Holzkörper, und Knollen, welche Korkbildungen zum organischen Mittelpunkt haben. Ob und inwieweit aber die Entstehungsursachen für diese beiden Arten wie auch für alle andern Arten der Bildung von Rindenknollen prinzipiell verschieden sind, ist zur Zeit nicht zu entscheiden.“

Auch in den von mir untersuchten Fällen treten diese beiden Haupttypen, mit Holzkern und mit Korkkern auf. Krick neigt sich, wie mir scheint, zu der Annahme, dass in vielen Fällen die

[1]) Krick, Untersuchungen über Rindenknollen. Bibl. botan.

Korkbildung die Ursache zur Differenzierung des isolierten Kambiums, d. h. des Holzkörpers gewesen ist. Ich kann dieser Annahme nur beistimmen, wenn es auch mir nicht gelungen ist, den Beginn der Bildung eines solchen Holzkörpers zu beobachten.

VII. Das Streckungsbestreben der Fasern.

Nachdem nun der Verlauf der Fasern bei den verschiedenartigsten Verwundungen ausführlich festgestellt worden ist, dürfte es angezeigt sein, sich an der Hand eingehender Messungen über das Längenwachstum der Fasern im Wundholze, und über die Abhängigkeit dieses Längenwachstums von der Art der Verwundung näher zu orientieren. Dabei bemerke ich, dass die angeführten Zahlen fast durchaus Mittelwerte von ca. 20 Messungen sind. Die Messungen wurden, was bei den nicht geradlinig verlaufenden Fasern durchaus nötig war, mittelst Kopieren der Faserumrisse mit der Kamera und nachherigem Ausmessen mit einem Zirkel vorgenommen; selbstverständlich wurde hauptsächlich maceriertes Material benützt.

In Folgendem findet sich zuerst für die verschiedenen Hölzer zum Zwecke der Vergleichung die normale Faserlänge angegeben. Dann folgen die Werte für die durchschnittliche Länge der Fasern im Längskallus, Querkallus u. s. w. und dann vor allem auch Angaben über die Faserlänge nach Vereinigung der Wundränder.

Prunus spinosa: normale Länge der Fasern: 730 μ, der Gefässe 435 μ.

Im Kallus einer schmalen Längswunde, lange vor Vereinigung der Kallusränder „ „ „ 680 μ, „ „ 420 μ.

(Die normale Länge ist annähernd wieder hergestellt).

Syringa vulgaris: normale Länge der Fasern: 512 μ, der Gefässe 480 μ.

Im Kallus einer Längswunde mit nahezu vereinigten Wundrändern „ „ „ 515 μ, „ „ 470 μ.

Im Querkallus einer sehr steilen spiraligen Wunde „ „ „ 490 μ.

Auch in diesen Fällen ist die Annäherung an die normale Faserlänge sehr gross.

Abies cephalonica: normale Länge der Tracheiden: 980 μ.

Im Kallus einer Längswunde, oberer Wundrand	„ „ „ 870 μ.
„ „ „ „ (Längskallus)	„ „ „ 930 μ.
Im Kallus einer steilen Spiralwunde, dem Wundrande entlang	„ „ „ 910 μ.
„ „ „ „ „ in der Knauelregion	„ „ „ 690 μ.
„ „ einer flachen „ dem Wundrande entlang	„ „ „ 780 μ.
„ „ „ „ „ Knauelregion	„ „ „ 520 μ.
Im Kallus einer Ringelwunde, Knauel, Durchschnitt der längsten Fasern	675 μ.
„ „ „ „ „ „ aller „	428 μ.
Nach Vereinigung der Kallusränder „ „ „	786 μ.

Hier ist besonders bemerkenswert der Unterschied im Kallus einer Spiralwunde zwischen den Fasern mit gestörtem und mit ungestörtem Verlauf; sowie auch die Zunahme der Faserlänge mit zunehmender Steilheit der Wunde, und die rapide Verlängerung der Fasern im Kallus einer Ringelwunde nach Vereinigung der Wundränder.

Salix phylicifolia:	normale Länge der Fasern:	570 μ,	der Gefässe 440 μ.
Im Kallus einer Längswunde, am oberen Wundrand (Knäuelzone)	„ „ „	320 μ,	„ „ 230 μ.
„ „ „ „ senkrechter Kallus	„ „ „	550 μ,	„ „ 400 μ.
„ „ „ spiraligen Wunde dem Wundrande entlang bei einem Steigungswinkel von ca. 70°	„ „ „	500 μ.	
„ „ „ von ca. 40°	„ „ „	430 μ.	
Im Kallus einer Ringelwunde (Knäuelregion) Durchschnitt der längsten	„	480 μ,	„ „ 315 μ.
„ „ „ „ „ „ aller Fasern		360 μ,	„ „ 255 μ.
„ „ „ „ nach Vereinigung der Wundränder Durchschnitt aller Fasern		480 μ,	„ „ 330 μ.
Rosa centifolia:	normale Länge der Fasern	540 μ,	der Gefässe 310 μ.
Im Kallus einer Längswunde am oberen Wundrand:	„ „ „	390 μ,	„ „ 215 μ.
Im Kallus einer Ringelwunde (Knäuelregion) Durchschnitt der längsten	„	514 μ,	„ „ 200 μ.
„ „ „ „ „ „ aller	„	350 μ,	„ „ 190 μ.
„ „ „ Spiralwunde (60—70° Steigung) Knäuelzone Durchschnitt aller Fasern		360 μ,	„ „ 210 μ.
„ „ „ „ „ „ dem Wundrand entlang Durchschnitt aller Fasern		500 μ.	

Hier ist merkwürdig, dass unter besonders günstigen Umständen, sogar in der Knäuelzone einer Ringelwunde Fasern von annähernd normaler Länge vorkommen können.

Durchsieht man obige Zahlenangaben mit einem vergleichenden Blick, so wird man leicht erkennen, dass gewisse Verhältnisse und Beziehungen zwischen den einzelnen Angaben bei allen Hölzern wiederkehren. Bei Längswunden z. B. zeigt der Längskallus eine beträchtlich grössere Erstreckung der Elemente als der Querkallus; bei Ringelwunden sind die Fasern in der Knäuelzone kurz, nach Vereinigung der Wundränder jedoch nimmt das Längenwachstum der Elemente rasch zu; bei spiraligen Wunden ist die Länge der Fasern dem Wundrande entlang gross, in der Knäuelregion wesentlich geringer, und in beiden Fällen gewissermassen proportional dem Steigungswinkel der Wunde. Im allgemeinen kann man sagen, dass in allen denjenigen Fällen, wo dem Längenwachstum der Elemente kein wesentliches Hindernis sich entgegensetzt, die Rückkehr zur normalen Länge rasch und frühzeitig erfolgt, und zwar umso rascher, je geringer der Widerstand ist; dass dagegen in allen Fällen, wo die Länge der Fasern wesentlich hinter der normalen Länge zurückbleibt, sich einer normalen Längsstreckung der Fasern bedeutende Hindernisse entgegenstellen. Angesichts solcher Thatsachen kann man sich der Annahme nicht verschliessen, dass die Elemente des Wundholzes, insbesondere die Fasern, thatsächlich ein eigentliches Bestreben haben, sich zu strecken, d. h. möglichst rasch die normale Länge wieder zu erreichen, und dass dieses Bestreben in der Faser so mächtig ist, dass sie, wenn sie keinen Widerstand findet, auch in andern Richtungen als normal abwärts, sogar in entgegengesetzter Richtung weiter wächst.

VIII. Die Beteiligung des Marks an der Wundholzbildung.

Die Beteiligung des Marks an der Wundholzbildung ist selbstverständlich von zwei Faktoren abhängig. In erster Linie muss das Mark noch in teilungsfähigem Zustande sein, ausserdem muss sich die Wunde, bezw. der Wundreiz bis aufs Mark erstrecken. Es sind also vorzüglich Kerbwunden, und durchgehende Längswunden an jüngeren Internodien, die dem Marke Gelegenheit bieten, sich an der Wundholzbildung zu beteiligen.

Für letztere Art von Wunden hat Kny in der eingangs erwähnten Mitteilung gezeigt, dass sich in einer mehrere Zellschichten unterhalb der Wundfläche liegenden Zone ein Kambium konstituiert, das sich beiderseits dem Kambium der normalen Leitbündel des Internodiums anfügt, und von nun ab, gleich diesem, Xylemelemente nach innen, Phloemelemente nach aussen absondert.

Die Vernarbung von flachen Kerbwunden an jugendlichen Internodien, die wir ebenfalls an *Abies cephalonica* betrachten wollen, geschieht stets nach der ersten der beiden oben beschriebenen Methoden, durch Überwallung vom oberen Wundrande her. Der an dieser Stelle abgeschiedene Kallus überwallt nämlich rasch die schmale obere Schnittfläche und vereinigt sich dann mit einem, aus den weichen parenchymatischen Zellen des Marks ausgebildeten Kambium, das aber der Zweigmitte näher als die von ihm abgeschiedenen Holzelemente liegt. Man erhält auf diese Weise in der Mitte eine, vornehmlich vom inneren Kambium abgeschiedene Schicht von Wundparenchym; darauf folgt nach aussen und nach innen je eine Schicht regelmässig verlaufender Tracheiden, von denen die äusseren immer länger werden, während das innere Kambium merkwürdigerweise später wieder kürzere Elemente produziert. Es liegt in der Natur der Sache, dass die Thätigkeit des inneren Kambiums nur einige Zeit mit der des äusseren parallel geht und allmählig erlöscht, übrigens meist erst, nachdem die Vernarbung durch die äussere Kambiumzone vollständig beendet ist.

Dass eine direkte Verletzung des Markes nicht absolut notwendig ist, um dasselbe zur Bildung eines Kambiums zu veranlassen, zeigten meine Untersuchungen an *Evonymus europaea*. Im normalen Stamme von *Evonymus* ist das eigentliche Mark von der Markkrone getrennt durch einen nur wenige Zellen breiten, an vier Punkten aber verstärkten Ring eines Gewebes, das in der Form dem Rindenparenchym gleichkommt, und noch geringe Spuren von Chlorophyll enthält. Die Bedeutung dieser Zone für das normale Holz ist fraglich, jedenfalls ist ihr Verhalten bei Verwundungen sehr merkwürdig. Es wurden nämlich an einer Anzahl 3—4jähriger Zweige rechteckige Rindenstücke ausgeschnitten, und die Objekte untersucht, als die Wunde anfing, sich äusserlich zu schliessen. Auf Querschnitten durch die verletzte Stelle zeigte sich vom alten Holz ganz umschlossen zwischen Mark und Markkrone, die Breite der Wunde erreichend, ein neuer Holzkörper. Derselbe war jedoch nicht isoliert, sondern schloss sich, bogenförmig verlaufend, fest an das alte Holz an. Die Bildung dieses Holzkörpers ging von dem oben erwähnten, parenchymatischen Gewebe im Marke aus. In diesem Gewebe liegen, mit dem Jahresringe nur lose vereinigt, einige Spiralgefässe. Wird nun das Parenchym durch den Wundreiz zur Teilung angeregt, so werden diese Gefässe von dem alten Holzkörper weg und auseinandergedrängt. Aus dem neuen Bildungsgewebe differenziert sich hierauf ein bogenförmig verlaufendes Kambium (Vergl. Tafel II, Fig. 9), das nach innen Xylem, nach aussen Phloem bildet. Ausserdem aber scheidet sich aus dem Bildungsgewebe eine neue Rindenzone und eine neue Korkschicht ab, so dass also innerhalb des alten Holzkörpers alle Zonen eines regelrechten Holzstammes zur Ausbildung

kommen. (Vergl. Tafel II, Fig. 13.) Die Verholzung der zuerst abgeschiedenen Elemente geht von der Seite aus, wo der neue Holzkörper sich an die Markkrone des alten anschliesst. Die Elemente des ersteren sind fast ausschliesslich wundparenchymatische. Dazu kommen vereinzelte kurze Tracheiden, welche die spiralige Struktur der normalen Gefässe von *Evonymus* zeigen. (Vergl. Tafel II, Fig. 7.) Die einzigen Gefässe, welche sich vorfanden, waren die oben erwähnten, schon früher ausgebildeten und bei der Anlage des Kambiums auseinandergedrängten Gefässe, welche allmählig in den Verband des neuen Holzkörpers aufgenommen wurden. Dass diese Gefässe noch als solche funktionierten, zeigte ihr Aussehen deutlich, insofern nirgends auch nur die Spur einer Verkorkung der Membran zu erblicken war.

Es ist noch zu bemerken, dass der Beginn der Wundholzbildung im Marke nicht mit dem Beginn der Wundholzbildung am äusseren, direkt verletzten Teil des Zweigs zusammenfällt. Infolge der Entblössung fängt das, unter dem entfernten Rindenstücke sich befindende Holz an, gelb zu werden, d. h. sich chemisch umzusetzen. Diese Veränderung schreitet langsam nach innen vorwärts, besonders den Markstrahlen entlang, bis der ganze alte Holzkörper in der Ausdehnung der Wunde verändert ist. Wenn die Umänderung in den Markstrahlen bis zum Marke vorgedrungen ist, dann erst beginnt die Teilung in demselben. Es liegt hier also der merkwürdige Fall vor, dass das Mark nicht direkt durch die Verwundung, nicht einmal durch den Wundreiz, sondern erst durch eine, mit der Verwundung zusammenhängende sekundäre Erscheinung zur Ausbildung von Wundholz veranlasst wird.

Vielleicht gestattet die Ausbildung dieses Wundholzkörpers auch eine Prüfung der von De Vries in der angeführten Abhandlung vertretenen Anschauung, dass eine Verminderung des Rindendruckes Ursache der Ausbildung parenchymatischer Elemente, und namentlich auch des Wundparenchyms sei. Zwar hat Krabbe[1]) durch seine Experimente schon längst gezeigt, dass die Ausbildung bezw. Produktion der verschiedenen Elemente des normalen Holzkörpers von dem auf sie wirkenden Rindendruck unabhängig ist. Für die Elemente des Wundholzes dasselbe zu zeigen, war insofern schwierig, als eben jede Verwundung auch zugleich eine Verminderung des Rindendruckes mit sich brachte. Keinesfalles aber kann sich diese Druckverminderung durch den festen Holzmantel hindurch bis aufs Mark geltend machen. Vielmehr muss dort, in dem Masse als das innerhalb des Holzrings sich befindliche Kambium neue Elemente zur Abscheidung bringt, eine allmählige Zunahme des herrschenden Druckes eintreten. Trotzdem werden auch hier, wie wir gesehen haben, fast nur wundparenchymatische Elemente gebildet, so dass die Ausbildung des Wundparenchyms überhaupt als eine rein pathologische Erscheinung anzusehen ist.

[1]) Krabbe: Über das Wachstum des Verdickungsrings. Abhandl. der Akad. der Wissenschaften. 1884.

Anhang.

Die Vereinigung zweier Kallusränder.

Bei weitaus der grössten Anzahl von Verwundungen, seien es Längs- oder Querwunden, ist die schliessliche Vernarbung darauf gegründet, dass sich zwei Kallusränder vereinigen und mit einander verschmelzen. So bekannt nun auch diese Thatsache ist, so ist es mir doch nicht gelungen, in der mir zugänglichen Litteratur eine Schilderung der Art und Weise, wie dies geschieht, aufzufinden. Es dürfte daher passend erscheinen, gerade als Anhang zu einer Untersuchung über das Wundholz diesen Gegenstand zur Sprache zu bringen, um so mehr, als sich bei allen untersuchten Objekten eine weitgehende Übereinstimmung gezeigt hat, und daher die Art und Weise der Vereinigung zweier Kallusränder im wesentlichen bei allen Hölzern dieselbe sein wird.

Jeder Kallus ist nach aussen durch eine mehr oder minder mächtige Korkschichte abgeschlossen. Berühren sich nun die Ränder zweier einander entgegenwachsender Kallus, so wird bei weiterem Wachstum durch den vermehrten gegenseitigen Druck eine Abplattung dieser Ränder hervorgerufen, so dass schliesslich eine vollständig gerade verlaufende Korkplatte die beiden parenchymatischen Teile trennt. Diese Korkplatte zu entfernen ist nun der nächste und wichtigste Schritt zur Vernarbung der Wunde. Diese Entfernung geschieht nun nach meinen Beobachtungen stets dadurch, dass die Korkplatte allmählig, und zwar von innen nach aussen, aufgelöst, resorbiert und auf diese Weise weggeführt wird. An einer oder mehreren bestimmten Stellen der Korkplatte, meist in der Mitte, oder gegen den Stamm zu, beginnt der Kork sich in gewisser Weise zu verändern. Die Zellwände parallel zur Korkplatte werden dünner, durchsichtiger; auch der im Innern eingeschlossene, ganz dunkelbraune Kern von zerdrückten, früher äussersten Korkzellen färbt sich an jenen Stellen etwas heller; die Auflösung des Korks beginnt. Die Produktion des Lösungsmittels geschieht wahrscheinlich in den angrenzenden Rindenpartien, bezw. den jüngst angelegten Korkzellen. Allmählig verschwindet zuerst der innere, braune Kern, und die eigentlichen Korkschichten schliessen sich zusammen. Diese werden nun von aussen an abgetragen. In die entstandenen Lücken dringt von beiden Seiten das Rindenparenchym vor, bis nach Schwinden der letzten Korklage eine Vereinigung beider parenchymatischer Teile erfolgt. Nun hat man zwei einander gegenüberstehende Reste der Korkplatte, bezw. mehrere Korkinseln im Parenchym, die aber stets von einem völlig geschlossenen Mantel von jugendlichen Korkzellen umgeben sind, da in einer bestimmten Zone, am äussersten Rande, in dem Masse als die Korkzellen aufgelöst werden, sich nach innen immer neue Korkzellen bilden. Die Auflösung des Korkes geht stets nur

an denjenigen Stellen vor sich, wo sie begonnen hat, nämlich am Rande jener Korkinseln. Diese schmelzen dadurch mehr und mehr ab, bis auf diese Weise die ganze Korkplatte aufgelöst und resorbiert ist. An der Grenze zwischen dem Kallus und dem alten Holze bleiben indessen fast stets einige deutliche Reste der Korplatte übrig. Dadurch ist es möglich, selbst an längst vernarbten Wunden die Stelle zu bestimmen, wo die Vereinigung der Wundränder einst stattgefunden hat. Die parenchymatischen Zellen in der Nähe der Korkplatte fand ich während des Lösungsprozesses fast immer, namentlich bei *Rosa centifolia*, mit einem Inhalt erfüllt, der deutlich bräunlich gefärbt war, und der daher von dem ganz farblosen Inhalt der andern Rindenzellen sich klar unterschied. Der Übergang vom braungefärbten zum ungefärbten Zellinhalt war von der Auflösungsstelle an ein allmähliger; es ist anzunehmen, dass diese Färbung mit dem Resorptionsvorgang in Zusammenhang steht.

Über die Natur des Lösungsmittels konnte ich nichts genaues ermitteln. Behandelt man bei beginnender Korkresorption die Schnitte kurze Zeit mit Osmiumsäure und dann längere Zeit mit heissem *Eau de Javelle*, so färbt sich der Inhalt der meisten Korkzellen längs der ganzen Oberfläche der Korkplatte tief schwarz. Diese Färbung, welche besonders bei verschiedenen Salixarten stets eingetreten ist, unterbleibt am äussersten Rande der Korkplatte, wo keine Auflösung stattzufinden hat, sowie beim (äusseren) Korke normaler Zweige.

Da auch sonst im Rindenparenchym nirgends eine Färbung auftritt, so wäre es möglich, dass die Färbung mit einem dort befindlichen Lösungsmittel im Zusammenhang steht, obgleich damit die Thatsache, dass die Lösung nur an einigen bevorzugten Stellen stattfindet, nicht gut in Einklang zu bringen ist. Das Eindringen des Lösungsmittels bis in das Innere der Korkplatte geschieht auf Grund einer teilweisen Umwandlung der zur Platte parallelen Zellmembranen. Diese verhalten sich den verschiedenen Korkreagentien gegenüber etwas anders als die Querwände und sind in konzentrierter Schwefelsäure nicht mehr ganz unlöslich.

Vielleicht ist es gestattet, diese, in vieler Beziehung noch rätselhaften Vorgänge ähnlich aufzufassen, wie eine andere, bei manchen Pilzen vorkommende Erscheinung. Bekanntlich benützen viele parasitäre Pilze nicht die Spaltöffnungen zum Eindringen in das Innere der von ihnen befallenen Pflanze, sondern der, aus den Sporen bei der Keimung hervortretende Schlauch sondert ebenfalls ein, seiner Natur nach noch unbekanntes Lösungsmittel, wahrscheinlich ein Ferment ab, das die Kutikula und Korkschicht des befallenen Blattes oder Stengels löst, und so das Eindringen des Keimschlauchs in das Innere der Wirtspflanze ermöglicht.

Ehe noch die Resorption der Korkplatte ganz vollendet ist, bildet sich in dem vereinigten Parenchym durch Teilung eine Brücke zwischen den kambialen Zonen der beiden Kallus, und mit der Ausbildung eines völlig geschlossenen Kambiumrings ist die Vereinigung der beiden Wundränder im Grossen und Ganzen beendigt.

Schluss.

Fassen wir die Ergebnisse vorliegender histologischer Untersuchung kurz zusammen, so ist noch einmal daran zu erinnern, dass wir uns hauptsächlich die Aufgabe gestellt hatten, einen Punkt, der bei allen früheren Untersuchungen über Wundholz nicht genügend aufgehellt worden war, die Störungen im Faserverlauf näher zu studieren; jene komplizierte, oft anscheinend ganz unregelmässige Anordnung der Fasern im Wundholze, welche frühere Beobachter wohl gesehen und erwähnt, aber nirgends erklärt haben, zu beschreiben und womöglich das Gesetzmässige derartiger Anordnungen darzuthun. Es hat sich nun im Laufe der Untersuchung gezeigt, dass für den äusseren Aufbau des Wundholzkörpers hauptsächlich zwei Faktoren bestimmend sind, nämlich das Streckungsbestreben der Elemente des Wundholzes, das den Verlauf der Fasern im Grossen und Ganzen bestimmt, und die Polarität der Zellen, welche dem Einzelverlaufe der Fasern, insonderheit bei den Störungen, zu Grunde liegt. Wo immer im Wundholze die Fasern direkt und ungestört in einer Richtung verlaufen, war nachzuweisen, dass in dieser Richtung dem Streckungsbestreben der Zellen der geringste Widerstand sich entgegensetzte, und überall, wo Störungen im Faserverlaufe aufgefunden wurden, konnte gezegit werden, dass an diesen Stellen die Möglichkeit eines direkten Zusammentreffens gleichnamiger Polenden vorhanden war. So lassen sich also die, wie wir gesehen haben, oft höchst komplizierten Krümmungen der Fasern stets aus zwei Komponenten zusammensetzen: aus der Richtung des geringsten Streckungswiderstandes, und aus der Richtung, welche der Faser durch ihre Polarität angewiesen wird.

Die vorliegenden Untersuchungen wurden durchaus am Vernarbungsgewebe künstlicher Verwundungen vorgenommen, da nur bei solchen, relativ einfachen Wunden, Ursache und Wirkung einander genau gegenübergestellt werden konnten. Indessen ist sicher anzunehmen, dass auch bei allen andern, der Art der Verwundung entsprechend, oft sehr verwickelten Heilungsvorgängen, der Aufbau des Wundholzes genau nach denselben Prinzipien vor sich geht. Überall, wo Störungen und Komplikationen vorkommen, dürfen wir voraussetzen, dass hier irgendwie gleichnamige Pole auf einander gestossen sind, wenn es auch bei der oft unbekannten Natur der Verwundung schwer, ja sogar unmöglich ist, bestimmt zu entscheiden, auf welche Weise dies geschehen konnte.

So habe ich, um nur ein Beispiel zu erwähnen, Längswunden an *Salix viminalis* untersucht, die entstanden sind durch einfaches Aufspringen der Rinde infolge von Blattlausstichen. Hiebei

fanden sich, was ja bei einfachen Schröpfwunden nicht vorkommt, Störungen im Verlaufe der Fasern an den inneren Wundrändern, namentlich oben und unten, vor. In diesem Fall tritt aber durch den Kampf zwischen dem Bestreben der Pflanze, die Wunde zu schliessen, und den fortgesetzten, zahlreichen, kleinen Verwundungen ein Moment in den Vernarbungsprozess ein, das nach seiner Wirkung nicht leicht zu beurteilen ist, und das wohl die Störungen an jenen Stellen erklärlich macht, wenn auch direkt nicht gezeigt werden kann, wie in jedem einzelnen Falle die gleichnamigen Pole zur Berührung gebracht wurden.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel I.

Sämtliche Abbildungen sind Mikrophotographien. Die Präparate wurden behufs Aufhellung 1—2 Tage in Chloralhydrat gelegt, und dann mittelst eines kleinen Zeiss'schen Apparats bei Dunkelfeldbeleuchtung photographiert. Benützt wurde eine gewöhnliche Gasflamme, deren Lichtstrahlen durch Einschaltung einer mit Kupferoxydammon gefüllten Glasflasche vereinigt wurden. Dabei genügte eine Expositionszeit von 10—12 Minuten. Die zur Verwendung gekommenen Systeme waren: Zeiss apochr. Objectiv 16,00 Br. und 0,30 apert. ferner apochr. Okular 4.

Fig. 1. **Rosa centifolia** 1/45. Tangentialer Längsschnitt durch den oberen Kallus einer Ringelwunde.

Fig. 2. **Abies cephalonica** 1/45. Tangentialer Längsschnitt durch den oberen Rand des Kallus einer Ringelwunde. Übergang von der normalen zur gestörten Faserrichtung. In der Mitte teilweis noch unverholzte Elemente.

Fig. 3. **Salix phylicifolia** 1/45. Tangentialer Längsschnitt durch den oberen Kallus einer Ringelwunde.

Fig. 4. **Abies cephalonica** 1/45. Beginn der Wundholzbildung (Holzparenchym) am unteren Rande einer Ringelwunde.

Fig. 5. **Abies cephalonica** 1/45. Tangentialer Längsschnitt durch das Wundholz eines Ringelschnitts auf der oberen Seite eines horizontalen Zweiges. (Geringe Störung des Faserverlaufs.)

Fig. 6. **Cornus sibirica** 1/45. Tangentialer Längsschnitt durch den oberen Teil eines senkrechten Kallus einer Längswunde. Die Störungen im oberen Kallus haben sich nach unten fortgepflanzt.

Fig. 7. **Syringa vulgaris** 1/45. Tangentialer Längsschnitt durch den Kallus einer spiraligen Wunde, einige Zeit nach der Verwundung.

Fig. 8. **Cornus sibirica** 1/60. Tangentialer Längsschnitt durch die Mitte des oberen Kallus einer Längswunde (Scheitelung der Fasern).

Fig. 9. **Salix phylicifolia** 1/60. Querschnitt durch isolierte Holzkörper in der Rinde. Im Kallus einer Ringelung entstanden.

Tafel II.

Fig. 1. **Abies cephalonica** $^1/_{150}$. Tangentialer Längsschnitt vom oberen Wundrande einer Ringelwunde. Umwandlung der bereits angelegten Tracheiden in Parenchym.

Fig. 2. **Abies cephalonica** $^1/_{150}$. Tangentialer Längsschnitt aus dem Wundholz einer Ringelwunde. Übergang vom senkrechten zum gestörten Faserverlauf.

Fig. 3. **Rosa centifolia** $^1/_{30}$. Tangentialer Längsschnitt aus dem unteren Teil des Kallus einer wieder völlig geschlossenen Ringelwunde. Rückkehr zum normalen Faserverlauf.

Fig. 4. **Cornus alba** $^1/_{120}$. Tangentialer Längsschnitt durch einen Knäuel aus dem Kallus einer bereits geschlossenen Ringelwunde.

Fig. 5. **Cornus sibirica** $^1/_{200}$. Tangentialer Längsschnitt durch einen Knäuel im Wundparenchym Die Elemente sind nur im Umriss gezeichnet.

Fig. 6. **Abies cephalonica** $^1/_{100}$. Tangentialer Längsschnitt aus dem Wundholz einer Spiralwunde. Nach oben Übergang zum normalen Faserverlauf, in der Mitte die Knäuelzone, unten Verlauf der Fasern dem Wundrande entlang.

Fig. 7. **Evonymus europaea** $^1/_{120}$. Radialer Längsschnitt durch den Wundholzkörper im Marke. *m* Mark, *r* rindenartiges Parenchym, *g* aus dem früheren Holzkörper in den Verband des Wundholzes aufgenommenes Spiralgefäss. *p* Wundparenchym. *c* Kambium.

Fig. 8. **Rosa centifolia** $^1/_{200}$. Isolierte Elemente aus dem Wundholz einer Ringelung von der Grenzregion des Wundparenchyms. *a—g* Tracheiden. *b*, *c*, *e* Übergangsformen vom Wundparenchym. *h* Wundparenchym. *i* Holzparenchym. *k* gefässähnliche Tracheide. *l* kurzes Gefäss.

Fig. 9. **Evonymus europaea** $^1/_{130}$. Ausbildung des Kambiums im Marke: *h* altes Holz. *b* Zone der Neubildungen. *g* isolierte und zurückgedrängte Gefässe. *p* Parenchym. *m* Mark.

Fig. 10. Schematisches Bild der Entstehung einer wellenförmigen Störung im Faserverlauf.

Fig. 11. Schematisches Bild der Entstehung eines Knäuels.

Fig. 12. **Abies cephalonica** $^1/_{160}$. Querschnitt durch einen Harzbehälter.

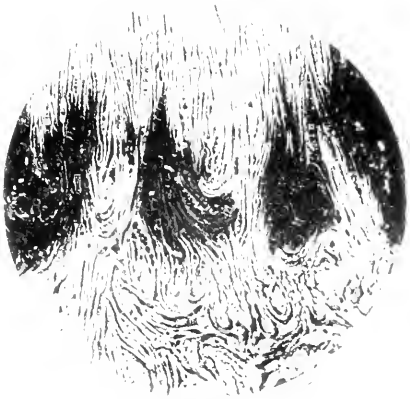
Fig. 13. **Evonymus europaea** $^1/_{80}$. Querschnitt durch den Wundholzkörper im Marke: *h* altes Holz. *k* Kork. *r* Rinde. *c* Kambium. *h*, Wundholz. *p* Parenchym. *m* Mark.

Fig. 14. **Pinus Pumilio** $^1/_{200}$. Isolierte Faser aus dem Wundholz einer Ringelung.

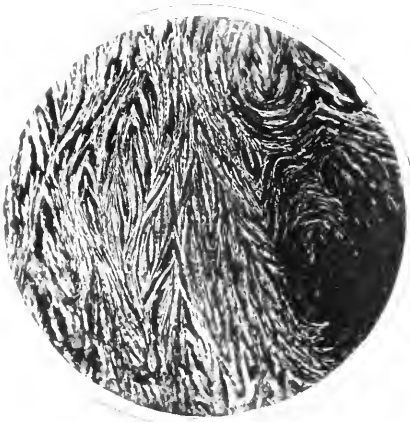
Fig. 15. **Rosa centifolia** $^1/_{200}$. Isolierte Faser aus der Knäuelzone einer Ringelwunde.

1.

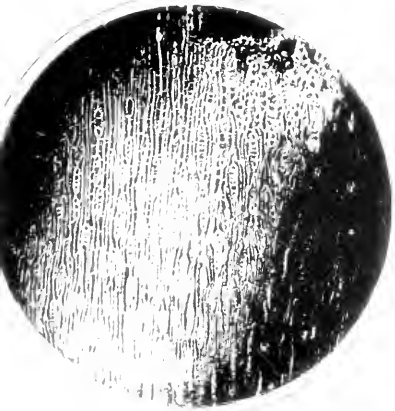
2.



3

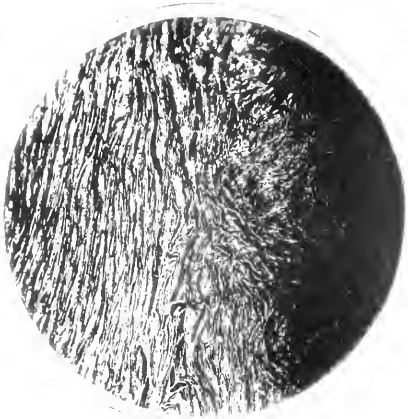


4



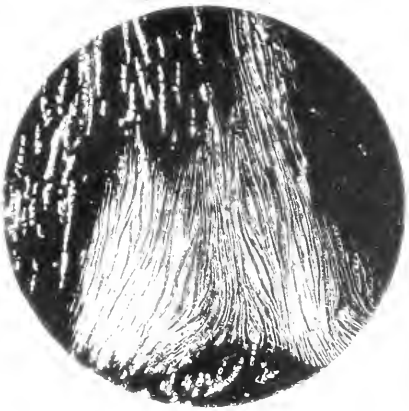
5

6

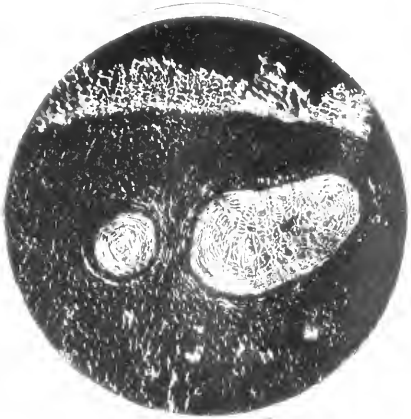


7

8.



9



Verlag von Erwin Nägele in Stuttgart

1.
2
3
4
5.
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15

Bibliotheca botanica.

Original-Abhandlungen aus dem Gesammtgebiete der Botanik,

herausgegeben von

Prof. Dr. Chr. Luerssen und **Prof. Dr. B. Frank**

Königsberg i. Pr. **Berlin.**

Inhalt der einzelnen Hefte:

1. **Schenck, Dr. H.,** Vergleichende Anatomie der submersen Gewächse. Mit 10 Tafeln. Preis 32 Mark.
2. **Zopf, Dr. W.,** Botanische Untersuchungen über die Gerbstoff- und Anthocyan-Behälter der Fumariaceen. Mit 3 farbigen Doppeltafeln. Preis 30 Mark.
3. **Schiffner, Dr. V.,** Ueber Verbascum-Hybriden und einige neue Bastarde des Verbascum pyramidatum. Mit 2 Tafeln. Preis 4 Mark.
4. **Vöchting, Dr. H.,** Ueber die Bildung der Knollen. — Mit 5 Tafeln und 5 Figuren im Text. Preis 8 Mark.
5. **Dietz, Dr. Sándor,** Ueber die Entwickelung der Blüthe und Frucht von Sparganium Tourn. und Typha Tourn Mit 3 Tafeln. Preis 8 Mark.
6. **Schenk, Dr. H.,** Fossile Pflanzen aus der Albourskette. Mit 9 Tafeln. Preis 8 Mark.
7. **Rees, Dr. Max u. Dr. C. Fisch,** Untersuchungen über Bau und Lebensgeschichte der Hirschtrüffel, Elaphomyces. — Mit 1 Tafel und 1 Holzschnitt. Preis 5 Mark.
8. **Buchtien, Dr. O.,** Entwickelungsgeschichte des Prothallium von Equisetum. Mit 6 Tafeln. Preis 10 Mark.
9. **Huth, Dr. E.,** Die Klettpflanzen mit besonderer Berücksichtigung ihrer Verbreitung durch Thiere. — Mit 78 Holzschnitten. Preis 4 Mark.
10. **Schulz, Aug.,** Beiträge zur Kenntniss der Bestäubungseinrichtungen und der Geschlechtsvertheilung bei den Pflanzen. I. Theil. Mit 1 Tafel. Preis 8 Mark.
11. **Wigand, Dr. A.,** Nelumbium speciosum. — Nach des Verfassers Tode herausgegeben von Dr. E. Dennert. Mit 6 Tafeln. Preis 12 Mark.
12. **Stenzel, Dr. G.,** Die Gattung Tubicaulis Cotta. Mit 7 Tafeln. Preis 20 Mark.
13. **Geheeb, Adelbert,** Neue Beiträge zur Moosflora von Neu-Guinea. Mit 8 Tafeln. Preis 10 Mark.
14. **Oltmanns, Dr. Friedrich,** Beiträge zur Kenntniss der Fucaceen. Mit 15 Tafeln. Preis 32 Mark.
15. **Schumann, Dr. C. R. G.,** Anatomische Studien über die Knospenschuppen von Coniferen und dicotylen Holzgewächsen. Mit 5 Tafeln. Preis 10 Mark.
16. **Bucherer, Dr. Emil,** Beiträge zur Morphologie und Anatomie der Dioscoreaceen. Mit 5 Tafeln. Preis 10 Mark.
17. **Schulz, August,** Beiträge zur Kenntniss der Bestäubungseinrichtungen und Geschlechtsvertheilung bei den Pflanzen. II. Theil. Preis 27 Mark.
18. **Walter, Dr. Georg,** Ueber die braunwandigen, sklerotischen Gewebeelemente der Farne, mit besonderer Berücksichtigung der sog. „Stützbündel" Russow's. Mit 3 farb. Tafeln. Preis 6 Mark.
19. **Beck von Mannagetta, Dr. Günther Ritter,** Monographie der Gattung Orobanche. Mit 4 farb. Tafeln und 3 Karten. Preis 64 Mark.
20. **Rostowzew, J.,** Die Entwickelung der Blüthe und des Blüthenstandes bei einigen Arten der Gruppe Ambrosieae und Stellung der letzteren im System. Mit 7 Tafeln. Preis 10 Mark.
21. **Stenzel, Prof. Dr. G.,** Blüthenbildungen beim Schneeglöckchen (Galanthus nivalis) und Samenformen bei der Eiche (Quercus pedunculata). Mit 6 Tafeln. Preis 20 Mark.
22. **Karsten, G.,** Ueber die Mangrove-Vegetation im Malayischen Archipel. Mit 11 Tafeln. Preis 24 Mark.
23. **Reinke, J.,** Beiträge zur vergleichenden Anatomie und Morphologie der Sphaeelariaceen. Mit 13 Tafeln. Preis 24 Mark.
24. **Berckholtz, W.,** Beiträge zur Kenntniss der Morphologie und Anatomie von Gunnera manicata Linden. Mit 9 Tafeln. Preis 20 Mark.
25. **Krick, Fr.,** Ueber die Rindenknollen der Rothbuche. Mit 2 Tafeln. Preis 8 Mark.
26. **Wettstein, Dr. R. von,** Beitrag zur Flora Albaniens. Mit 5 Tafeln. Preis 24 Mark.
27. **Buchenau, Prof. Dr. Fr.,** Ueber den Aufbau des Palmiet-Schilfes aus dem Caplande. (Prionium serratum Drège.) Mit 3 teilweise colorierten Tafeln. Preis 18 Mark.
28. **Luerssen, Prof. Dr. Chr.,** Beiträge zur Kenntniss der Flora West- und Ostpreussens. I.—III. Mit 23 Tafeln Preis 65 Mark.
29. **Pohl, Dr. Jul.,** Botanische Mitteilung über Hydrastis canadensis. Mit 4 Tafeln. Preis 8 Mark.
30. **Elfert, Dr. Th.,** Ueber die Auflösungsweise der secundären Zellhembranen der Samen bei ihrer Keimung Mit 2 Tafeln. Preis 8 Mark.
31. **Groppler, Dr. Rob.,** Vergleichende Anatomie des Holzes der Magnoliaceen. Mit 4 Tafeln. Preis 12 Mark
32. **Jungner, J. R.,** Wie wirkt träufelndes und fliessendes Wasser auf die Gestaltung des Blattes? Einige biologische Experimente und Beobachtungen. Mit 3 Tafeln. Preis 10 Mark.

Die „Bibliotheca botanica" erscheint in Quartformat in zwanglosen Heften mit zahlreichen, zum grossen Theil farbigen Tafeln. — Jedes Heft wird einzeln abgegeben und einzeln berechnet.

BIBLIOTHECA BOTANICA.

Original-Abhandlungen

aus

dem Gesammtgebiete der Botanik.

Herausgegeben

von

Prof. Dr. Chr. Luerssen
in Königsberg i. P.

und

Prof. Dr. B. Frank
in Berlin.

Heft 34.

Dr. Max Jarius:

Untersuchungen über Ascochyta Pisi bei parasitischer und saprophyter Ernährung.

Mit 1 Tafel.

STUTTGART.
Verlag von Erwin Nägele.
1896.

BIBLIOTHECA BOTANICA.

Original-Abhandlungen

aus

dem Gesammtgebiete der Botanik.

Herausgegeben

von

Prof. Dr. Chr. Luerssen
in Königsberg i. P.

und

Prof. Dr. B. Frank
in Berlin.

Heft 34.

Dr. Max Jarius:

Untersuchungen über Ascochyta Pisi bei parasitischer und saprophyter Ernährung.

Mit 1 Tafel.

STUTTGART.
Verlag von Erwin Nägele.
1896.

Ascochyta Pisi

bei

parasitischer und saprophyter Ernährung.

Untersuchungen

von

Dr. Max Jarius.

Mit 1 Tafel.

STUTTGART.
Verlag von Erwin Nägele.
1896.

Alle Rechte vorbehalten.

Druck der Stuttgarter Vereins-Buchdruckerei.

Wie Meyer[1]) und andere beobachtet haben, giebt es eine ganze Reihe pflanzlicher Schmarotzer, welche im stande sind, auch ausserhalb des lebenden Pflanzenkörpers auf toten Substraten, also saprophyt, zur Entwickelung zu gelangen. Diese Erscheinung ist mir auch bei Ascochyta Pisi entgegengetreten, welche, wie die von mir in dieser Richtung angestellten Versuche gelehrt haben, in besonders hohem Grade die Fähigkeit besitzt, sich bei saprophyter Ernährung vollkommen, ja nicht selten kräftiger als auf der lebendigen Pflanze zu entwickeln, und die deshalb jenen als saprophyt vorkommend schon bekannten pflanzlichen Schmarotzern einzureihen ist.

Gelegenheit zu solchen Untersuchungen boten mir Erbsenpflanzen, welche im Sommer 1892 auf dem Versuchsfelde der Königlich landwirtschaftlichen Hochschule zu Berlin auf Veranlassung des Herrn Professor Dr. Frank geerntet worden waren. Die Schoten derselben erschienen sehr häufig mit zahlreichen, scharf abgegrenzten, rundlichen, braunen, von einem dunkler gefärbten, wulstigen Rande umgebenen Flecken von höchstens 2,5—3,0 mm Durchmesser behaftet. Dieselben erinnerten Herrn Professor Dr. Frank an die von ihm im Jahrgang 1883 der landwirtschaftlichen Jahrbücher beschriebene Fleckenkrankheit der Bohnen, bei welchen ähnliche Flecken auf den Früchten auftreten, die durch einen Pilz, das Gloeosporium Lindemuthianum, erzeugt werden. Und da er auch hier bei diesen auf den Erbsenschoten beobachteten braunen Flecken einen ähnlichen Pilz als Ursache vermutete, veranlasste er mich, darüber Untersuchungen anzustellen. Hierbei gab er mir manche schätzenswerte Ratschläge und Winke, für die ich ihm hiermit meinen innigsten Dank ausspreche.

Bei diesen Untersuchungen, die ich im Anfang des Jahres 1893 vornahm, habe ich die im vorhergehenden Jahre geernteten, trocken aufbewahrten Erbsenpflanzen als Ausgangsmaterial benutzt. Die dabei gewonnenen Resultate sind in vorliegender Arbeit zusammengestellt.

Bevor ich jedoch zu einer ausführlichen Beschreibung übergehe, möchte ich kurz vorausschicken, dass ich als Ursache der erwähnten braunen Flecken nicht ein Gloeosporium, sondern einen dem Gloeosporium Lindemuthianum auf den Hülsen von Phaseolus am ähnlichsten aussehenden Pilz, die auf Erbsenblättern schon bekannte Ascochyta Pisi, erkannt habe, weil er wirklich geschlossene mit deutlichem Porus am Scheitel versehene Pykniden und zweizellige Sporen wahrnehmen liess.

[1]) Meyer, Untersuchungen über die Entwickelung einiger parasitischer Pilze bei saprophytischer Ernährung. Berlin. 1888.

Bei der nun folgenden Beschreibung der Ergebnisse meiner Untersuchungen bin ich von zwei verschiedenen Gesichtspunkten ausgegangen und habe der Entwickelung der Ascochyta Pisi auf der lebenden Pflanze diejenige ausserhalb derselben, d. h. auf toten Substraten, gegenübergestellt, mit anderen Worten eine parasitische und eine saprophyte Ernährung unterschieden.

I. Die Entwickelung von Ascochyta Pisi bei parasitischer Ernährung.

Den Ausgangspunkt bei meinen Untersuchungen bildeten jene im Eingange dieser Arbeit erwähnten braunen Flecken auf den Schoten, die den Pilz auf der höchsten Stufe seiner Entwickelung, nämlich auf der lebenden Pflanze fruktificirend darstellen.

Bei genauerer Betrachtung dieser Flecken waren innerhalb des wulstigen Randes schon mit unbewaffnetem Auge, deutlicher mit der Lupe, zahlreiche schwärzliche, koncentrisch angereihte Pünktchen wahrzunehmen. Es sind dies die Früchte des Pilzes. Sie breiten sich ziemlich gleichmässig centripetal aus, und wenn sie den Durchmesser von 2,5—3,0 mm erreicht haben, umgeben sie sich mit einem dicken, schwarzbraunen, wulstigen Rande, über den hinaus sie sich nicht mehr ausdehnen. Ausserhalb dieses Randes erscheint das Gewebe grün und gesund, innerhalb gebräunt und abgestorben, nach der Mitte zu eingesunken. Der Pilz tritt also in diesen Flecken streng lokalisirt auf den Schoten auf, und zwar entweder vereinzelt oder in grösserer Anzahl und häufig mit einander zusammenhängend, beziehungsweise in einander übergehend. Am zahlreichsten habe ich sie auf der Bauchseite der Schoten vorgefunden, was wohl darauf zurückzuführen ist, dass, da dieselbe in der Regel der Erde zugekehrt und den Sonnenstrahlen weniger ausgesetzt ist, dem Pilz hier bei seiner Entwickelung günstigere Feuchtigkeitsverhältnisse und Lebensbedingungen geboten werden als auf der den Sonnenstrahlen zugewandten Rückenseite.

Von den inficirten Schoten war ein nicht unbedeutender Teil sehr stark befallen. Da solche dann in ihrer Entwickelung zurückgeblieben, verkümmert und zusammengeschrumpft erschienen, nehme ich an, dass sie bereits in frühester Jugend von dem Pilz inficirt wurden, dass derselbe also nur die Entwickelung solcher Schoten beeinträchtigt, deren Gewebe noch jung, zart und saftig ist, dass er dagegen auf älteren, entwickelteren Schoten schwerer Wurzel fasst, weshalb denn auf diesen letzteren weniger und nur vereinzelte braune Flecken bemerkbar waren. Auch der Inhalt der stark befallenen und verkümmerten Schoten erschien verändert; entweder fanden sich darin sehr wenige, vereinzelte, anscheinend normal entwickelte Samen oder nur ganz verkümmerte. Häufig war der Pilz, wie es die mikroskopische Untersuchung lehrte und später noch ausführlicher gezeigt werden wird, von den braunen, krankhaften Flecken der Schotenwand auch auf die Samen übergegangen; selbst in den anscheinend normal entwickelten Schoten war dies der Fall. An den Berührungsstellen der Samen mit der krankhaft veränderten Fruchtwand erschienen dieselben entweder nur schwach gebräunt oder mit einem ganz kleinen, schwarzbraunen, sehr in die Augen fallenden Pünktchen behaftet, oder es verbreitete sich von jenen Berührungsstellen aus eine schwarzbraune bis schwärzliche Färbung fast bis in die Hälfte der Samen. Gewöhnlich waren auf den so veränderten Samen dort, wo sie die Fruchtwand berührten, weisse Flecken wahrzunehmen, die sich von dem dunklen Grunde scharf abhoben und bei der mikroskopischen Untersuchung als Hyphen des Pilzes sich erwiesen.

Bei der mikroskopischen Betrachtung erschien die Epidermis des kranken Gewebes von zahlreichen dunkelbraunen, kugeligen bis eiförmigen Kapseln (Pykniden) von ungefähr 0,15 bis 0,21 mm Durchmesser unterbrochen, deren jede eine Öffnung (Porus) von 0,018—0,03 mm Weite hatte, welche an der Oberfläche der Cuticula mündete. Die Kapseln waren dickwandige Gebilde, deren Wand aus einem innigen Geflecht von braunen Mycelfäden bestand.

Aus diesen Pykniden wurden während der mikroskopischen Betrachtung zum Porus hinaus in Schleim gehüllte, aus Doppelzellen bestehende Sporen wurstförmig ausgestossen. Die dieselben umgebenden Schleimhüllen, welche bereits in den Pykniden durch Aufnahme von Wasser gequollen waren, lösten sich alsdann in dem Wassertropfen auf, in dem der der Untersuchung unterzogene Schnitt lag, und die Sporen verbreiteten sich darin nach allen Richtungen. Sie waren zweizellig, länglich, an den Enden abgerundet, und hatten einen Längsdurchmesser von 0,0096—0,012 mm und einen Querdurchmesser von 0,0048—0,006 mm.

Von den Pykniden aus setzten sich zahllose Hyphen unterhalb derselben die benachbarten Gewebe in vertikaler und tangentialer Richtung durchwuchernd und nicht nur die Intercellularräume, sondern auch die Membrane und Lumina der Gewebezellen regellos durchsetzend fort. Entweder drangen sie nur in die den braunen Früchten unmittelbar benachbarten Gewebe ein und breiteten sich dann in tangentialer Richtung als ein lockeres Mycelgeflecht aus, oder sie liessen sich bis an die die Fruchtwand innen auskleidende Haut verfolgen. Sie durchwucherten selbst diese und verliefen in den flockig degenerirten Zellen dieser Haut. Um festzustellen, ob dieselben von dem Pilzmycel durchsetzt waren, brachte ich Stücke davon unter den nötigen Vorsichtsmassregeln in Hängetropfen von destillirtem Wasser. Nach fünf Tagen etwa hatten sich die Pilzfäden schon entwickelt und erwiesen sich zweifellos als solche von Ascochyta.

An der Grenze des gebräunten und grünen, besser gesagt gesunden Gewebes in dem wulstigen, die Flecken umgebenden, dunkler gefärbten Rande endigten auch die Mycelfäden. Hinzugefügt sei noch, dass die Dicke der in den Schotenflecken nachgewiesenen Mycelfäden höchstens 0,0048 mm betrug, dass dieselben septirt und farblos waren.

Ebenso wie in den Schotenflecken wurde auch in den krankhaft afficirten, mehr oder weniger gebräunten Erbsensamen das Mycel von Ascochyta Pisi nachgewiesen, das sich aber meistens auf die Epidermis zu beschränken schien. Wie die mikroskopische Betrachtung des Querschnittes lehrte, war meist nur diese gebräunt und von Pilzfäden durchsetzt, während das Innere des Samens gesund zu sein schien. Zwischen den erkrankten Samen und den korrespondirenden Stellen der Fruchtwand befanden sich weissliche Flecken, die sich unter dem Mikroskop ebenfalls als Ascochyta-Mycel auswiesen. Die dieselben bildenden Fäden waren reich septirt, 0,0048 mm dick und setzten sich in die in der Samenschale wuchernden Mycelfäden fort. Fruchtbildung war auf den kranken Samen nicht zu beobachten, was wohl darin seine Erklärung findet, dass die Entwickelung des Pilzes auf den Samen bei der Aberntung der Erbsen unterbrochen worden ist, ehe er dazu gelangte, Früchte zu bilden. Zur Prüfung, ob das in den kranken Samen vorhandene Mycel von Ascochyta Pisi tot sei oder ebenso wie der Same selbst eine Ruheperiode durchmachte, um dann, wenn der vom Pilz durchwucherte Samen in für ihn günstige Verhältnisse gebracht wird, sich weiter zu entwickeln und zu fruktificiren, wurden derartige Samen in Blumentöpfen ausgesät. Nur ein Teil von ihnen keimte indessen, und die aus diesen kranken Samen sich entwickelnden Pflanzen waren auch nur schwächlich und hatten ein verkümmertes Aussehen. Wenn sie etwa 5 cm hoch geworden waren, wurden sie welk und fielen

um. Es ist dies ein weiterer neuer Fall der von Frank zuerst festgestellten »organischen Übertragung eines Parasiten von der Nährpflanze auf deren Nachkommen durch den Embryo«, welche infolge dessen, wie ich es hier bei den aus den verpilzten Erbsensamen hervorgegangenen Keimpflanzen sehr deutlich erkannt habe, bald ihre Weiterentwickelung einstellen und eingehen. Die mikroskopische Untersuchung der so schnell abgestorbenen Pflanzen zeigte, dass nicht nur die Stengel, sondern auch die Blätter von dem Mycelium der Ascochyta Pisi stark durchwuchert waren, welches sehr üppig entwickelt und aus sehr kräftigen, meist 0,006 mm dicken, sehr turgescenten Fäden bestehend erschien, die reich septirt waren, ein pralles, welliges, geschlängeltes Aussehen und einen granulirten Inhalt zeigten. Zur Fruchtbildung war der Pilz auf diesen Pflanzen nicht gekommen.

Die mikroskopische Untersuchung lehrte weiter, dass auch innerhalb solcher gekeimter, verpilzter Samen sich das Mycel weiter entwickelt hatte. Während es vor der Keimung nur in der Samenschale nachzuweisen war, erschienen nun auch die Kotyledonen stark verpilzt, was mit blossem Auge wahrgenommen werden konnte, da die Querschnitte durch solche gekeimte Samen dieselbe Braunfärbung wie die Samenschale selbst zeigten. Auch hier hatten die Mycelfäden Membrane und Lumina der Zellen regellos durchsetzt und sich innerhalb der Zellen zwischen den einzelnen Stärkekörnchen üppig ausgebreitet. Aber noch eine weitere interessante Erscheinung war zu beobachten, nämlich, dass sich in der Samenschale, namentlich in der Nähe der Plumula und Radicula, wo genügender Luftzutritt vorhanden war, zahllose Früchte gebildet hatten, die dasselbe Aussehen hatten wie die auf den Schotenflecken beobachteten, und welche, in einen Wassertropfen gebracht, die in der oben beschriebenen Weise in Schleim gehüllten Sporen wurstförmig ausstiessen. Die Früchte waren leicht schon mit unbewaffnetem Auge daran zu erkennen, dass die Samenschale an den Stellen, wo sie sassen, wie mit kleinen Höckern besetzt erschien, an deren Spitze nicht selten ein trübes Tröpfchen in die Augen fiel, das sich unter dem Mikroskop als der Inhalt der Früchte erwies, der von ihnen ausgestossen war. Es war also das Mycel in der Samenschale der braun gefärbten afficirten Samen vollständig lebenskräftig; es hatte die Fähigkeit besessen, unter den günstigen Bedingungen, unter denen auch die Keimung des Samens selbst erfolgt, sich weiter zu entwickeln und sogar zur üppigsten Fruchtbildung zu gelangen; mit anderen Worten, die Ascochyta Pisi überwintert in den Erbsensamen, was auch Frank bei dem Gloeosporium Lindemuthianum nachgewiesen hat.

Ausser auf den Schoten und deren Inhalt war die Ascochyta Pisi auch auf den Erbsenblättern und Erbsenstengeln von mir vorgefunden, wo sie ebenfalls Flecken erzeugt. Diese unterscheiden sich aber von jenen auf den Schoten hauptsächlich dadurch, dass sie nicht wie jene eine nur rundliche Form haben, sondern in sehr verschiedener Form auftreten und an Ausdehnung häufig das Vier- bis Fünffache der Flecken auf den Schoten erreichen. In allen übrigen Merkmalen stimmen sie mit jenen überein, nur dass bei den Stengelflecken der wulstige Rand nicht immer erkennbar ist. Auch hier waren überall die Früchte schon mit unbewaffnetem Auge als schwarze Pünktchen zu erkennen, die sich den früher auf Schoten erwähnten völlig analog verhielten. Die Grösse der Früchte auf den Blättern und Stengeln betrug auch hier im Durchmesser 0,12—0,21 mm. Auf den Blättern erschienen die Flecken an verschiedenen Stellen, bald an der Spitze, bald am Grunde, bald in der Mitte, bald an den Rändern; auf dem Stengel aber in der Regel in den Verzweigungswinkeln oder kurz unterhalb derselben, was wohl dadurch zu erklären ist, dass hier der Pilz infolge langsamer Verdunstung der hier haften bleibenden Tau-

und Regentropfen und infolge geringerer Insolation bei seiner Keimung und Weiterentwickelung günstigere Verhältnisse findet. Bei der mikroskopischen Untersuchung stellte ich fest, dass in den Blattflecken häufig das ganze Blattgewebe in vertikaler wie tangentialer Richtung von dem Pilz regellos durchwuchert war. Es erschien infolge dessen an den fleckigen Stellen auf beiden Seiten gebräunt. Auch hier zeigten sich die von den Pilzhyphen durchbrochenen Gewebezellen für gewöhnlich braun gefärbt, dickwandig, plasmaleer und zusammengedrückt; die Früchte waren hauptsächlich in der oberflächlichen Schicht der Blätter, in dem Pallisadenparenchym, und hatten dieselbe Form wie die auf den Schotenflecken. Auch in den Stengelflecken stand Bräunung der Zellen und Eindringen von Pilzfäden in dieselben immer in direktem, mikroskopisch nachweisbarem Zusammenhang.

Um die aus den oben genannten Pykniden ausgestossenen Sporen einer genaueren Untersuchung zu unterziehen, machte ich mit denselben Keimungsversuche im hängenden Tropfen. Ich benützte dabei die Eigenschaft derselben, dass sie aus ihren kapselartigen Behältern ausgestossen werden, sobald diese genügend mit Wasser durchfeuchtet sind. Einer der Schotenflecken, von dem ich mich überzeugt hatte, dass er Pykniden enthielt, wurde aus der Schotenwand herausgeschnitten und auf nasses Fliesspapier exponirt. Nach einigen Stunden waren an den Pykniden die schon erwähnten milchigen Tröpfchen bemerkbar, welche von den ausgepressten und noch von der Schleimhülle umgebenen Sporen herrührten. Hiervon wurden einige mittelst eines sterilisirten Platindrahtes auf den Hängetropfen übertragen und auf diese Weise von fremden Organismen ziemlich freie Kulturen erhalten. Die einzelnen Kulturgefässe mit den Hängetropfen wurden in eine mit angefeuchtetem Filtrirpapier ausgeschlagene sogenannte feuchte Kammer gestellt und hatten während des ganzen Versuches ihren Platz etwas entfernt von einem nach Norden gelegenen Fenster im Laboratorium bei einer Temperatur von 16—20° C. Die Keimung begann mit der Quellung der Sporen, die schon nach wenigen Stunden eintrat, und bei der sich eine in die Augen fallende Volumenveränderung bemerkbar machte. Während sie im ungequollenen Zustande einen Durchmesser von 0,0096—0,012 mm hatten, betrug derselbe nun 0,012—0,015 mm. Nach 20 Stunden waren sämmtliche Sporen gekeimt, wobei ihre beiden Teilzellen turgescenter, kugeliger und lichtbrechender erschienen. Die Keimung erfolgte in der Weise, dass sich die Sporen an je einer oder je zwei beliebigen Stellen und nicht gerade an den Polen schlauchartig ausbuchteten. In diese Ausstülpungen ergoss sich ein Teil des Protoplasmas. Sehr bald entstand zwischen dem alten und dem nun neugebildeten Zellraum eine Trennungswand. Die so entstandene Tochterzelle, die mit der Mutterzelle verbunden blieb, vergrösserte, resp. verlängerte sich und bildete in derselben Weise eine neue Zelle, die sich ebenso weiter entwickelte. In dieser Weise schritt die Entwickelung weiter fort, wobei ein durch Querwände septirter Schlauch, ein Pilzmycelfaden entstand. Die beiden Zellen der Sporen waren nicht gleichmässig gekeimt, teils hatte nur eine derselben den Keimschlauch getrieben, während die andere unverändert erschien, teils war jede der Zellen zu einem oder zwei Schläuchen von 0,0048 mm Dicke ausgestülpt. Während nach 20 Stunden sich die längsten Mycelfäden bis zur doppelten Länge der Sporen entwickelt hatten, waren sie nach 48 Stunden fünfmal so lang als die ursprünglichen Sporen. Dann aber trat im allgemeinen ein Stillstand der Weiterentwickelung ein, was sich bis zum vierten Tage erkennen liess, wo nur vereinzelte Fäden die 25 fache Länge der ursprünglichen Sporen erreicht hatten. Dann später aber wurde ein allgemeines Absterben der Mycelfäden, ein Verfall derselben bemerkbar. Zu erwähnen ist noch, dass sämmtliche Mycelfäden glattwandig,

farblos und reich septirt erschienen, und dass an den Enden einzelner Schläuche kugelige Anschwellungen bemerkbar waren, die dem Deckglas anlagen und als die von Frank zuerst bezeichneten und genau charakterisirten Appressorien, Haftorgane des Pilzes, zu betrachten waren. Ich werde später bei der Entwickelung des Pilzes in saprophyten Kulturen auf diese Bildungen ausführlicher einzugehen Gelegenheit haben.

Die Stoffe, aus denen sich die Mycelzellen der Sporen bei der Keimung in destillirtem Wasser aufbauten, rührten lediglich aus dem Inhalt der Muttersporen her; daraus erklärt sich auch, sobald die Stoffquelle versiegt war, das Absterben und Eingehen der Mycelfäden nach wenigen Tagen, was, wie später gezeigt werden wird, nicht der Fall ist, wenn andere Nährstoffquellen zur Verfügung stehen.

Um einen sicheren Aufschluss darüber zu gewinnen, ob, wenn die Sporen von Ascochyta Pisi auf gesunde Samen oder Pflanzen übertragen werden, sich Pilzindividuen entwickeln, welche einen auf die Keimung der Samen oder die Entwickelung der Pflanzen, resp. einzelner Organe derselben störenden und beeinträchtigenden Einfluss ausüben, stellte ich zwei verschiedene Versuchsreihen an. Bei der einen wurde eine Anzahl Erbsensamen, die 24 Stunden vorher eingequellt waren, bei der Einsaat in Blumentöpfe, die mit Humuserde gefüllt und den natürlichen Verhältnissen entsprechend nicht sterilisirt worden waren, mit destillirtem Wasser, in welchem mehrere von kranken Schotenflecken gewonnene reife Pykniden möglichst fein zerpflückt waren, übergossen und dann die Keimung wie die Weiterentwickelung der Keimpflanzen beobachtet. Dass das so präparirte Wasser eine grosse Menge Ascochyta-Sporen enthielt, wurde mikroskopisch festgestellt. — Bei der anderen Versuchsreihe dagegen wurden mehrere (10) zur Beschleunigung des Keimprocesses ebenfalls 24 Stunden vorher in destillirtem Wasser eingequellte Samen in Humuserde enthaltende Blumentöpfe ausgesät, dann aber nicht mit Sporen enthaltendem Wasser übergossen, sondern es wurden erst die aus ihnen hervorgegangenen gesunden Pflanzen an verschiedenen Teilen mit Sporen inficirt.

Die gewonnenen Resultate sind folgende:

Die Pflanzen, die sich aus den bei der Einsaat inficirten Samen entwickelt hatten — sie waren im Warmhause bei einer Temperatur von 16—20° C. aufgestellt — liessen nach einiger Zeit einen Stillstand in ihrer Entwickelung wahrnehmen und verloren endlich, nach ungefähr 18—30 Tagen, nachdem sie etwa 5 cm gross geworden waren, zunächst ihre Turgescenz, und zwar wurden sie hauptsächlich in ihren unteren Stengelgliedern welk, fielen unter Zusammenschrumpfen der Blätter um und vertrockneten, zeigten also die Erscheinung, wie die aus den kranken Erbsensamen erzielten Pflanzen. Äusserlich war an diesen Pflanzen noch die Veränderung wahrnehmbar, dass der Stengel dicht über dem Boden dünner und braun gefärbt, die Wurzeln entweder ganz oder zum Teil verkümmert erschienen. Häufig war zu bemerken, dass der Wurzelteil dicht unter den Kotyledonen in einer Ausdehnung von 2 cm zwirnsfadendünn und braun gefärbt war, weiter unterhalb aber ein normales Aussehen zeigte. Die Wurzel erschien jedoch wenig entwickelt und fast gar nicht verzweigt. Bei der mikroskopischen Untersuchung stellte sich heraus, dass wie bei den aus kranken Samen hervorgegangenen Pflanzen so auch hier bei sämmtlichen Pflanzen der Stengel von dem Ascochyta-Mycel stark durchwuchert war, was an den dasselbe bildenden 0,0048—0,006 mm dicken, geschlängelten, protoplasmareichen, septirten, granulirten Hyphen leicht zu erkennen gewesen ist; es hatte sich nicht auf die Epidermis

und die oberen Schichten beschränkt, sondern wucherte auch im Mark, im Innern des Stengels und hatte sich von dort aus in die Blätter, selbst in die obersten, jüngsten fortgesetzt, wo es sich zu einem weit verzweigten, dichten Geflecht ausbreitete. Die von dem Mycel durchwucherten Blätter erschienen blasser als die nicht davon berührten. Fruchtbildung war nirgends zu beobachten; sie trat aber ein, wenn derartige verpilzte Blättchen auf Fliesspapier exponirt wurden; es entwickelten sich dann Früchte von nur 0,054—0,066 mm Durchmesser. Auch in den noch nicht verwesten Kotyledonen stellte ich fest, dass dieselben von dem Ascochyta-Mycel ganz und gar durchsetzt waren, und dass sich dieses auch ausserhalb des Samens auf der Samenschale üppig entwickelt hatte, welche es als ein dichtes Geflecht umgab, von dem aus eine Menge Hyphen ins Innere des Samens gedrungen waren. Fruchtbildung war jedoch auch hier nicht zu beobachten.

Bei der anderen Versuchreihe, bei welcher in destillirtem Wasser aufgeschwemmte Sporen mittelst eines weichen Pinsels auf verschiedene Teile gesunder Erbsenpflanzen, auf Blätter und Stengel übertragen wurden, stellte ich ebenfalls einen die Entwickelung der Pflanzen mehr oder weniger beeinträchtigenden Einfluss fest. Um dem Pilz recht günstige Verhältnisse zu bieten, wurden die inficirten Pflanzen bei 16—20° C. in eine feuchte Kammer gebracht und ausserdem ein Teil der inficirten Stellen mit Fliesspapier bedeckt, das täglich angefeuchtet wurde. Etwa 7 Tage nach der Infektion war regelmässig eine sehr in die Augen fallende Veränderung der einzelnen Pflanzenteile an den inficirten Stellen eingetreten. Namentlich die Blätter hatten sehr häufig ihre grüne Farbe verloren, erschienen nun blass oder schmutzig grün oder braun gefärbt, waren mehr oder weniger welk und zusammengeschrumpft und nicht selten sahen sie wie mit Schimmel überzogen aus. Bei näherer Betrachtung derselben mit unbewaffnetem Auge, besonders nach Ausbreitung auf einem Stückchen weissen Papiers oder bei durchfallendem Licht hoben sich auf ihnen eine zahllose Menge punktförmig kleiner, schöner, brauner, rundlicher Gebilde von der heller gefärbten Blattsubstanz ab, die sich unter dem Mikroskop im Wasser liegend als reife sporenauspressende Ascochyta-Pykniden mit den früher erwähnten charakteristischen Merkmalen auswiesen. Diese, sowie die in ihnen erzeugten Sporen unterschieden sich in keiner Weise von denjenigen auf dem ursprünglichen Material. Von diesen Früchten aus war ein Gewirr wohlgenährter, plasmareicher, geschlängelter, etwa 0,006 mm dicker, granulirter und stark septirter Mycelfäden in der ganzen Ausdehnung des Blattes zu verfolgen, die sich auch in den Blattstiel fortsetzten, ihn ebenfalls stark durchwuchernd. Die Gewebezellen des Blattes erschienen aber trotz dieser Verpilzung nicht plasmaleer, wie es doch auf den Blattflecken der getrockneten Exemplare beobachtet worden war, sondern sie waren reichlich mit Plasma angefüllt. Querschnitte durch solche Blätter lehrten, dass das Mycel zwar hauptsächlich die Blattepidermis durchwuchert hatte, dass es aber auch in die tieferen Schichten eingedrungen war, hier wie dort Membrane und Lumina der Zellen regellos durchbrechend, ohne aber das Zellplasma und in den oberen Schichten die Chlorophyllkörner gänzlich zum Schwinden zu bringen. Die Früchte erschienen teils in der Epidermis selbst, teils auch in den unter denselben liegenden Schichten, teils zur Hälfte aus der Epidermis hervorragend oder endlich auch nur auf deren Oberfläche, indem sie dieselbe nur mit ihrem Boden, mit der dem Porus gegenüberliegenden Seite, berührten. Im letzteren Falle war auch das die Früchte umgebende Mycel ausserhalb des Pflanzengewebes an dessen Oberfläche wahrnehmbar, welches dem unbewaffneten Auge als ein schimmelartiger Überzug der Blätter entgegentrat. Derselbe ist wohl dadurch entstanden, dass ein Teil des Mycels nicht ins Gewebe eingedrungen, sondern auf der Blattoberfläche entlang gewachsen war und sich, durch

einige ins Blatt gedrungene Hyphen Nahrung erhaltend, üppig entwickelt und verfilzt hatte. Er hatte dieselbe Beschaffenheit wie die auf den kranken Samen beobachteten Flocken. Auch auf den mit Sporen enthaltendem Wasser bestrichenen Blattstielen und Stengeln kamen, wenn auch schwerer und nach längerer Zeit als auf den Blättern, Früchte zur Entwickelung, häufiger auf den Blattstielen als auf den Stengeln. In einem Falle zählte ich an den inficirten Blattstielen von 0,5 cm Länge 98 Pykniden, die ausserordentlich gross erschienen und schon mit unbewaffnetem Auge als dunkle Wärzchen wahrzunehmen waren. Das Blattstielgewebe aber war dabei sehr schwach braun gefärbt. Anders verhielt sich der Stengel der Infektion gegenüber. Am 7. Tage in der Regel nach der Bestreichung mit Sporen enthaltendem Wasser verlor derselbe an den inficirten Stellen die Turgescenz, wurde welk und knickte um. Das Mycel hatte von der Stengeloberfläche aus quer durch alle Gewebeschichten hindurch Membrane und Lumina durchbrochen und war bis ins Mark gedrungen, um sich hier auch in der Längsrichtung des Stengels über die Infektionsstellen hinaus, wie die Tangentialschnitte zeigten, weiter zu entwickeln. Die einzelnen Myceelfäden hatten ein sehr kräftiges Aussehen, waren wohlgenährt, plasmareich, mit welligen Umrissen, 0,007 mm dick, septirt und stark granulirt. An den durchwucherten Stengelgewebeschichten war nur die Veränderung wahrzunehmen, dass die äusserste Schicht, die Epidermis leicht gebräunt erschien. Fruchtbildung war selten zu beobachten.

Schliesslich sei auch ein Übertragungsversuch von Sporen auf gesunde Samen hervorgehoben. Zu diesem Zwecke exponirte ich Samen auf Fliesspapier in einer feuchten Kammer, bestrich Teile desselben mit Sporen enthaltendem Wasser und bedeckte sie mit feucht gemachtem Fliesspapier, um sie gegen Austrocknung zu schützen. Nach wenigen Tagen begannen sich die so behandelten Samenstellen braun zu färben, zunächst punktförmig; von Tag zu Tag aber nahm die braune Färbung an Ausdehnung zu und überzog nach 11—14 Tagen etwa die Hälfte der Samenoberfläche. Bei näherer Betrachtung war auf den braunen Stellen ein weissliches, flockiges Gebilde zu erkennen, das sich unter dem Mikroskop durch die gebildeten charakteristischen Pykniden nebst den reifen Sporen als zu Ascochyta Pisi gehörig identificiren liess. Diese Fruchtkapseln sassen zwischen Samenschale und Kotyledonen, indem sie in jene, die an solchen Stellen durch den ausgeübten Druck gehoben und geborsten war, hineinragten. Infolge dessen erschien die Samenschale wie mit Erhabenheiten, Pusteln oder Höckern besetzt. Nach aussen und nach innen standen die Pykniden durch Hyphen mit dem sowohl die Samenschale wie die oberflächlichen Schichten der Kotyledonen durchziehenden Mycel in Verbindung. Obwohl der Pilz auch in die Kotyledonen eingedrungen war, wurde die inzwischen eingetretene Keimung des Samens dadurch nicht beeinträchtigt. Sie schien vielmehr desto kräftiger und rascher fortzuschreiten.

Mit den aus diesen Pykniden ausgestossenen Sporen wurden ebenfalls Infektionsversuche sowohl auf lebenden Pflanzen als auch toten Substraten ausgeführt und dabei die schon früher erwähnten charakteristischen Krankheitserscheinungen erzeugt.

Der bei diesen Infektionsversuchen gemachten Beobachtungen über die Keimung der Sporen auf der lebenden Pflanze, über das Eindringen der Keimschläuche in dieselbe und über die erste Entwickelung des Pilzes auf der lebenden Pflanze sei hier an dieser Stelle gleich mit einigen Worten erwähnt. Sie wurden hauptsächlich an einem inficirten, in horizontale Lage gebrachten Stengel gewonnen, dessen Epidermis 24 Stunden nach der Infektion abgezogen und einer mikroskopischen Besichtigung unterzogen wurde. Es zeigte sich folgendes: Nach dieser Zeit keimten

die Sporen, wenn genügende Feuchtigkeit vorhanden war, wie in distillirtem Wasser und stülpten sich entweder an der Stelle, wo sie der Oberfläche der Pflanze anlagen, zu einem Keimschlauch aus, der sofort die Cuticula und Membrane der darunterliegenden Epidermiszellen durchbrach und ins Pflanzen-Innere drang, oder aber ihre Keimschläuche wuchsen erst an der Oberfläche entlang, um dann plötzlich die Cuticula und eine darunter liegende Zellwand der Epidermis an einer beliebigen Stelle zu durchbrechen und ins Innere zu dringen, was häufig auch an der Stelle geschah, wo zwei Zellen zusammenstiessen. Die Keimschläuche in die Spaltöffnungen eindringen zu sehen habe ich niemals Gelegenheit zu beobachten gehabt, vielmehr gewann ich den Eindruck, als suchten sie dieselben zu umgehen. Hatte ein Mycelfaden eine solche Spaltöffnung erreicht, so bog er von seinem bisherigen geraden Wege ab und wuchs um dieselbe herum, um dann in der ursprünglichen Richtung wieder weiter zu wachsen. Dies findet wohl darin seine Begründung, dass die Schliesszellen der Spaltöffnungen eine, wenn auch nur schwache Erhöhung bilden, und dass die Mycelfäden, wenn sie bei ihrem Wachstum gegen letztere stossen, bei Seite biegen und am Grunde der genannten Zellen um sie herumwachsen. — Im Inneren der Gewebezellen durchbrachen die Schläuche deren Membrane nicht in gerader Richtung, sondern legten sich denselben auf eine kurze Strecke zunächst an und drangen unter Resorbirung der trennenden Membrane an der Berührungsstelle in das Innere der Nachbarzelle ein, um hier dasselbe zu wiederholen. Nie aber habe ich einen schnurgeraden Verlauf der Mycelfäden wahrgenommen. An den Stellen, an welchen sich die Mycelfäden den Membranen anlegten, erschienen sie etwas angeschwollen. Die Verzweigungen derselben innerhalb der Gewebe gingen in der verschiedensten Weise und an beliebigen Punkten vor sich.

Auffallend war bei diesen Infektionsversuchen, dass bei ihnen der Pilz nicht immer die die Fleckenkrankheit der Erbsen kennzeichnenden Flecken erzeugt hat, und auf den jungen Pflanzen nicht ebenso lokalisirt aufgetreten ist wie auf den getrockneten älteren Exemplaren, sondern oft ganze Pflanzenteile oder Pflanzen durchwuchert hat. Der Hauptgrund hierfür dürfte wohl darin liegen, dass die junge Pflanze infolge ihrer zarteren Gewebepartien dem Pilz weniger Widerstand entgegenzusetzen vermag. Ausgeschlossen wäre ja auch nicht, dass sich die ältere Pflanze mit einem Schutze umgiebt, indem sie in der Umgebung der Invasionsstellen, der Flecken, Stoffe ausscheidet, die dem Pilz nicht zusagen und ihn hindern, über einen bestimmten, eng begrenzten Raum hinauszuwuchern, wie es ja z. B. bei den durch Ascochyta auf Erdbeeren, durch Ramularia auf Brombeeren etc. erzeugten Flecken der Fall ist

Noch einer anderen Sache sei an dieser Stelle erwähnt. Es ist eine eigentümliche Erscheinung, dass, obwohl der Pilz sich in den aus den inficirten und kranken Samen hervorgegangenen Pflanzen üppig entwickelt und alle ihre Teile stark durchwuchert hatte, er in und auf ihnen dennoch nicht zur Fruchtbildung gelangt Dies könnte wohl dadurch erklärt werden, dass, wenn der Pilz im Inneren einer Pflanze wuchert, wo ihm die reichsten Nahrungsquellen ungehindert zur Verfügung stehen, die üppige Entwickelung seiner vegetativen Organe auf Kosten derjenigen der reproduktiven erfolgt, dass er sich aber umgekehrt Früchte zu bilden beeilt, wenn ihm nur spärliche Nährstoffquellen zur Verfügung stehen. Dieses zeigte sich bei den Infektionen an verschiedenen Stellen von ein und derselben Pflanze. Während auf dem Stengel, wo der Pilz ins Innere gedrungen war und sich infolge reicher Ernährung üppig entwickelt hatte, keine Fruchtbildung bemerkbar wurde, hatte er auf den Blättern, wo das Nährstoffquantum ein ärmeres, geringeres ist, zahllose Früchte gebildet. Ein Unterschied war schon in der Beschaffenheit der Mycel-

fäden zu beobachten; während sie in den Stengeln kräftiger entwickelt, plasmareicher, granulirter, aus längeren Zellen bestehend erschienen und 0,006 mm dick waren, betrug in den Blättern ihre Dicke nur 0,0048 mm, wo ihre ganze Entwickelung eine schwächere war. Dieselben Erscheinungen sind, wie hier nur angedeutet sei und weiter unten ausführlicher besprochen werden wird, noch prägnanter bei den saprophyten Kulturen eingetreten.

Nachdem ich im vorstehenden die Ergebnisse meiner Untersuchungen über die Entwickelung der Ascochyta Pisi auf der lebenden Erbsenpflanze mitgeteilt, sowie den Nachweis geführt habe, dass dieser Pilz thatsächlich der Erreger der beschriebenen Krankheit und nicht etwa ein zufälliger Begleiter derselben ist, wende ich mich nun zur Beantwortung der Frage, ob der Pilz auch auf andere Pflanzenarten überzugehen und dort parasitisch zu vegetiren im stande ist. Um darüber Aufschluss zu erhalten, wurden 24 Stunden vorher in Wasser eingequellte Samen von Bohnen (Phaseolus vulgaris, Ilsenburger bunte), Wicken (Vicia sativa), gelben Lupinen (Lupinus luteus), Rotklee (Trifolium pratense), Akazienbaum (Robinia Pseudo-Acacia) und Rüben (Beta vulgaris) in mit Humuserde gefüllte Blumentöpfe ausgesät und die sich aus ihnen entwickelnden Pflanzen mit Sporen des Pilzes, welche teils von Schoten- und Blattflecken der getrockneten Erbsen, teils von den Früchten der inficirten Erbsenpflanzen herrührten, mittelst eines weichen Pinsels wiederholt an verschiedenen Stellen bestrichen. Um den Pilzsporen bei ihrer Keimung die günstigsten Feuchtigkeitsverhältnisse zu bieten, wurden die Töpfe unter Glasglocken gestellt. Es ergab sich, dass die Sporen nur auf den Bohnen-, Wicken- und Lupinen-Pflanzen eine in die Augen fallende Wirkung ausübten, dass aber die Klee-, Rüben- und Akazien-Pflanzen intakt blieben, so oft sie auch unter den für die Entwicklung des Pilzes günstigen Bedingungen mit seinen Sporen inficirt werden mochten. Verhältnismässig am leichtesten waren die Sporen auf den Wickenpflanzen zur Entwickelung gebracht, während sie viel schwerer auf den Bohnen- und offenbar am schwersten auf den Lupinen-Pflanzen Fuss gefasst hatten.

Bei fast sämmtlichen in der erwähnten Weise inficirten Wickenpflanzen zeigte sich in der dritten oder vierten Woche nach der Infektion, also nach einem bedeutend längeren Zeitraum als bei den Erbsenpflanzen, nicht nur an den inficirten Stellen auf Stengel und Blatt, sondern auch oberhalb und unterhalb derselben eine sehr in die Augen fallende, weit verbreitete Veränderung der Gewebe, welche in einer Braunfärbung und einem Welkwerden der inficirten Teile, Zusammenschrumpfen der Blätter und auch häufig sogar in dem Eingehen der inficirten Pflanzen selbst bestand. Es waren dies im allgemeinen dieselben Erscheinungen, wie sie mir bei den inficirten Erbsenpflanzen entgegengetreten sind, nur dass sich hier noch stets eine ausgesprochene, nicht lokalisirte Braunfärbung der von dem Pilz ergriffenen Gewebe kundgab. Fleckenbildung war nirgends bemerkbar. Unter dem Mikroskop fand ich auf den stark gebräunten Pflanzengeweben zahllose, mit blossem Auge als schwärzliche Pünktchen sichtbare, reife Pykniden, welche wiederum nach kurzer Zeit in charakteristischer Weise die bekannten Sporen ausstiessen. Dieselben stimmten in ihrer Beschaffenheit und Keimfähigkeit mit den auf Erbsenpflanzen gezüchteten überein, nur waren die hier gebildeten Pykniden um ein Geringes kleiner als diejenigen auf Erbsenpflanzen. Das Blattgewebe zeigte sich unter dem Mikroskop quer durch alle Schichten hindurch von dem Pilz durchwuchert und gebräunt, desgleichen nicht selten das Gewebe der inficirten Stengel, wo das Pilzmycel ebenso wie bei den Erbsenpflanzen von der Oberfläche ins Innere gedrungen und im Mark in tangentialer Richtung weiter gewuchert war, so dass oft der ganze Stengel gebräunt und abgestorben erschien.

Ungleich schwerer gelangt der Pilz offenbar auf Bohnenpflanzen zur Entwickelung. Obwohl ich solche wiederholt und unter Anwendung der denkbar günstigsten Verhältnisse mit Sporen von auf Erbsenpflanzen zur Entwickelung gekommenen Früchten des Pilzes inficirt hatte, ist es mir nie gelungen, auf sämmtlichen Teilen der Bohnenpflanzen eine so ausgebreitete Entwickelung des Pilzes, wie sie auf Erbsen- und Wicken-Pflanzen eintrat und deren Leben gefährdete, herbeizuführen. Ich hatte von mehr als sechs jungen Bohnenpflanzen die Stengel, Blätter, Blattstiele und Kotyledonen mit den Sporen des Pilzes mit der grössten Sorgfalt wiederholt inficirt und, um denselben die zu ihrer Entwickelung nötige Feuchtigkeit im vollsten Masse zu teil werden zu lassen, die Pflanzen ebenfalls unter Glasglocken aufgestellt und die inficirten Stellen mit Fliesspapier bedeckt, welches fortdauernd feucht erhalten wurde. Dennoch ist nur auf drei Blättchen und deren Stielen ungefähr 16 Tage nach der Infektion eine in die Augen fallende Wirkung eingetreten, während alle übrigen Teile der Pflanzen nicht im geringsten in Mitleidenschaft gezogen worden sind. Die erkrankten drei Blätter und deren Stiele lenkten durch ihre intensive Braunfärbung, welche sich fast auf der ganzen Blattober- wie Unterseite zeigte, die Aufmerksamkeit auf sich. Bei näherer Betrachtung schon mit unbewaffnetem Auge fand ich zahlreiche Pykniden teils in die Blattsubstanz und das Gewebe der Stiele eingebettet, teils auf der Oberfläche derselben. Im letzteren Falle war zwischen den Haargebilden des Blattes wie des Stieles ein üppiges, schimmelartiges Mycelgeflecht des Pilzes wahrzunehmen. Das Gewebe dieser Blätter und ihrer Stiele erschien in seiner ganzen Ausdehnung in vertikaler wie tangentialer Richtung abgestorben, plasmaleer und ohne Chlorophyll. Eine geringe Erschütterung genügte, um ein Abfallen dieser Blätter zu bewirken. Die auf ihnen zur Entwickelung gelangten Pykniden waren grösser als die auf Erbsenpflanzen beobachteten und hatten einen Durchmesser von 0,36—0,42 mm mit einem 0,018—0,048 mm weiten Porus. Die aus denselben hervorgepressten Sporen erschienen oft dreizellig und von grösserem Durchmesser, welcher 0,018—0,024 mm betrug, während die zweizelligen die gewöhnliche Grösse hatten. Das Mycelium unterschied sich durch nichts von dem auf den Erbsen- und Wicken-Pflanzen zur Entwickelung gelangten. Die Sporen waren sofort keimfähig.

Dieselbe eigentümliche Dreiteiligkeit der Sporen ist mir auch auf Lupinenpflanzen entgegengetreten, die ich mit Sporen, die von Erbsenpflanzen gewonnen waren, inficirt hatte. Hier war der Erfolg der Infektion noch geringer. Auf nur vereinzelten Blättern war der Pilz in Form brauner, länglicher, unregelmässiger, eingesunkener Flecken zur Entwickelung gelangt. Nur vereinzelt waren in diesen kugelige, erhabene Pusteln von fleischroter Farbe wahrnehmbar, welche sich bei der mikroskopischen Untersuchung als Pykniden der Ascochyta Pisi von 0,112 mm Durchmesser und der gewöhnlichen Beschaffenheit erwiesen; die rötliche Farbe rührte von der zu einer hautartigen Decke zusammengetrockneten Sporenmasse her. Letztere wurde, sobald sie genügend Wasser aufgenommen hatte, durchsichtig, und ein Komplex zahlloser, durch eine rötlich gefärbte klebrige Substanz miteinander verkitteter, sich dann aber nach geraumer Zeit aus ihrer Verbindung lösender Sporen wurde frei. Das Gewebe der Lupinenblätter erschien in diesen Flecken in ähnlicher Weise wie dasjenige der erkrankten Bohnenblätter verändert. Es war auf beiden Seiten stark eingesunken im Gegensatz zu dem sie umgebenden frischen, gesunden, saftigen Blattgewebe. Auf allen übrigen Teilen der Lupinen hatte der Pilz indessen keinerlei Veränderungen hervorgerufen und war nicht ins Pflanzengewebe eingedrungen, obwohl dieselben wiederholt und in der sorgfältigsten Weise mit Sporenmaterial inficirt worden waren. Ebensowenig wie auf den

Bohnen war hier eine Beeinträchtigung der Entwickelung der ganzen Pflanze durch den Pilz wahrzunehmen. Sogar die angegriffenen Blätter erschienen bis auf die fleckigen Stellen, die eine sehr geringe Ausdehnung von höchstens 4—5 mm hatten, gesund. Der Pilz war also hier streng lokalisirt aufgetreten und am weiteren Vordringen über diese eng begrenzten Stellen hinaus von der Pflanze gehindert worden.

Endlich sei erwähnt, dass auch eine Anzahl 24 Stunden vorher in Wasser eingequellter Bohnen in mit Humuserde gefüllte Blumentöpfe ausgesät und bei der Einsaat in der bei den Erbsen angegebenen Weise durch Übergiessen mit wässriger Sporenaufschwemmung inficirt wurden, dass sich aber aus ihnen kräftige, normale Pflanzen entwickelten, während doch aus den inficirten Erbsensamen bei dieser Behandlung verkümmerte, kranke Pflanzen hervorgegangen waren.

Aus den angestellten und im vorstehenden beschriebenen Infektionsversuchen geht also hervor, dass Ascochyta Pisi ein spezifischer Erbsenparasit ist, dass derselbe allerdings auch unter sehr günstigen Bedingungen im stande ist, auf einige andere Pflanzen aus der Familie der Papilionaceen überzugehen, dass er aber, wenn dies überhaupt geschieht, auf diesen verhältnismässig bedeutend mehr Zeit als auf den Erbsen dazu gebraucht, und endlich, dass er, ausgenommen bei den Wicken, die Entwickelung dieser Pflanzen nicht beeinträchtigt, da er sie nur in unbedeutender Weise in Mitleidenschaft zieht.

Darüber, ob solche Übertragungen wie die zuletzt angedeuteten erfolgreicher wären, wenn man Ascochyta Pisi beispielsweise auf Bohnen wiederholt fruktificirte und immer wieder auf Bohnen, oder ebenso solche von Lupinen immer von neuem auf Lupinen übertrüge, wenn also gewissermassen der Pilz allmählich an die fremdartige Nährpflanze gewöhnt werden würde, vermag ich Angaben nicht zu machen, weil ich derartige Versuche nicht angestellt habe.

II. Die Entwickelung von Ascochyta Pisi bei saprophyter Ernährung.

Ausserhalb der lebenden Pflanze wurde der Pilz auf den verschiedensten leblosen Substraten studirt und dabei von einander abweichende Resultate gewonnen.

Um seine Entwickelung von Anfang bis zu Ende unter dem Mikroskop genau verfolgen zu können, liefen den grösseren Kulturen in Doppelschalen solche in Hängetropfen parallel.

Bei sämtlichen Kulturen wurde sorgfältig darauf gesehen, dass möglichst wenig Sporen zur Aussaat gelangten, und dass diesen wenigen die Nährstoffe in unbeschränkter Weise zu Gebote standen. Zur Fernhaltung der Ansiedelung von Bakterien und Infusorien besonders während des Anfangstadiums der Entwickelung wurden stets die oben bei der Gewinnung des Sporenmaterials erwähnten Vorsichtsmassregeln angewandt.

1) Brunnenwasser.

Kräftiger als in destillirtem Wasser, von dem schon früher die Rede war, ging die Keimung der Sporen in Brunnenwasser vor sich, indem sie längere, dickere, plasmareichere, sich vielfach verzweigende Mycelfäden entwickelten. Nach vier Tagen jedoch trat auch hier ein Verfall der Fäden ein, was daran zu erkennen war, dass sie plasmaärmer und in ihren Konturen undeutlicher wurden, bis sich zuletzt Infusorien und Bakterien einfanden und unter häufiger Ausscheidung einer gelblichen Flüssigkeit sich die Mycelfäden gelblich färbten.

Diese Erscheinung des Absterbens der Mycelfäden habe ich nicht selten am Schlusse der Entwickelung des Pilzes beobachtet, sobald nämlich die in den Substraten dargebotene Nährstoffquelle erschöpft war.

Die schon bei den Kulturen im destillirten Wasser erwähnten Appressorien traten auch hier auf, waren aber hier ebenfalls kräftiger entwickelt.

2) Pflaumendekokt.

Einen geeigneten Nährstoffboden für den Pilz bildet Pflaumendekokt.

Bereits nach etwa 20 Stunden waren unter beträchtlicher Volumenzunahme beide Zellen der einzelnen Sporen zu je einem bis zwei Schläuchen ausgekeimt, welche um vieles den Längsdurchmesser der ursprünglichen Sporen übertrafen, oft das 6-, bis 7-, bis 10fache desselben an Länge betrugen. Die Entwickelung schritt alsdann so rasch fort, dass die einzelnen Mycelfäden nach zwei Tagen unter sehr starker Verzweigung das 70- bis 80fache, nach drei Tagen das 100- bis 125fache der Länge der einzelnen Sporen erreichten. Annähernd dieselbe Länge liessen auch die Zweige zweiter, nicht selten sogar die dritter Ordnung erkennen. Vielfach war in den Hängetropfen-Kulturen ein Ausbiegen der Fäden in die Luft bemerkbar, in der Regel mit einem an der Spitze ausgeschiedenen Flüssigkeitstropfen.

Am vierten Tage der Entwickelung traten Verschlingungen der Fäden auf, die sich als Anfänge zur Fruchtbildung erwiesen. Am fünften Tage waren die längsten Zweige 117- bis 147mal so lang als die Mutterspore. Die Verzweigungen waren sehr ausgebreitet; es traten solche dritter und vierter Ordnung auf, die ebenfalls eine stattliche Länge hatten. Die schon erwähnten Verschlingungen nahmen an Zahl zu, und nicht selten waren an den Enden der Zweige die von Frank näher beschriebenen und auch bei anderen Pilzen beobachteten kugeligen oder eckigen Appressorien oder Haftorgane von beträchtlichem Durchmesser sichtbar. Am fünften Tage waren vielfach Kopulationen von verschiedenen Mycelfäden zu bemerken. Das Auftreten von Infusorien und Bakterien am fünften Tage der Entwickelung störte augenscheinlich den Pilz nicht in seinem weiteren Wachstum, vielmehr schritt am siebenten und achten Tage die Bildung der Verschlingungen weiter fort, die nun komplicirte und unentwirrbare Knäuel bildeten. In den Hängetropfen-Kulturen trat nach dem achten Tage, wahrscheinlich infolge der Erschöpfung der Nährstoffquelle in der schon oben angegebenen Weise, ein Absterben des Mycels ein; in den Doppelschalen-Kulturen, wo dem Pilz die Nährstoffe in unbeschränkter Weise zur Verfügung standen, schritt indessen die Entwickelung weiter fort. Hier gelangte er denn auch nach etwa 13 Tagen zur Fruchtbildung. Während er aber auf der lebenden Pflanze eine Ausdehnung von höchstens 2,5—3,0 mm gewinnt, hatte er hier, wo ihm kein Widerstand entgegengesetzt wurde und die Nährstoffe reichlich vor-

handen waren, in einem auf der Oberfläche des Substrates schwimmenden Mycelräschen[1]) eine Ausdehnung von mehreren Centimetern erlangt, und dieses stand mit einem etwa 8 cm langen und 1½ cm breiten auf dem Grunde ausgebreiteten Mycelstreifen in Verbindung. Während letzterer gleichartig aussah, liess das Mycelräschen an der Oberfläche zahlreiche braune Pünktchen erkennen, die sich unter dem Mikroskop als Pykniden erwiesen. Reife Sporen von der charakteristischen Form und Grösse waren in denselben ebenfalls schon gebildet und wurden in der früher beschriebenen Weise wurstförmig durch den Porus derselben ausgepresst. Die Entstehung der Pykniden, die an den lebenden Pflanzen nicht beobachtet werden konnte, begann mit der einfachsten Verschlingung von zwei, drei und mehreren Pilzfäden, welche sich im Anfang innig zu regelmässigen Spiralen verschlangen und dann einen farblosen Knäuel bildeten, der sich darauf allmählich gelblich färbte und schliesslich das oben beschriebene Aussehen einer Kapsel annahm. Dass die von diesen Kapseln ausgestossenen Gebilde in der That die reproduktiven Organe des Pilzes waren, wurde durch Infektionsversuche ermittelt, die mit ihnen auf lebenden Erbsenpflanzen ausgeführt worden sind. Nach sieben Tagen hatte regelmässig eine damit vorgenommene Infektion an lebenden Erbsenpflanzen die Bildung von Pykniden, die Erzeugung ausgebreiteter brauner Flecken und eine Erkrankung der ganzen Pflanze zur Folge.

Es ist dies ein interessanter Fall, dass ein ausgesprochener parasitischer Pilz auch bei saprophyter Ernährung im stande ist, Früchte zu bilden, deren Sporen wiederum dieselbe Erscheinung der Fleckenkrankheit zu erzeugen vermögen, wie sie dem parasitischen Pilze eigentümlich ist. Es liegt so der Schluss nahe, dass dieser Parasit die Fähigkeit besitzt, auf geeigneten Substraten weiterzuwuchern, sich zu vermehren, um dann wieder geeignete lebende Pflanzen zu befallen.

3) Fleischextrakt-Pepton-Gelatine.

Die Keimung vollzog sich auf diesem stickstoffhaltigen Nährboden ungemein kräftig, bedeutend kräftiger als in Pflaumendekokt. Die Zellen der Keimschläuche liessen einen grösseren Plasmareichtum und eine beträchtlichere Turgescenz erkennen; die Keimschläuche erschienen dicker und deutlich septirt. Hinsichtlich der Ausbreitung des Mycels war gegenüber dem Pflaumendekokt erst nach 2 Tagen ein Unterschied zu bemerken, indem es zu noch längeren, dickeren und verzweigteren Fäden auswuchs. Die Dicke derselben betrug 0,006 mm gegenüber 0,0048 in Pflaumendekokt, die Länge indessen erst das 95fache der ursprünglichen Sporen. Die in dieser Gelatine wachsenden Mycelfäden unterschieden sich von denen in Pflaumendekokt weiter dadurch, dass sie aus längeren, weniger geschlängelten und gewundenen Zellen bestanden. Letzteres dürfte Folge ihrer grösseren Turgescenz sein. Nach 3 Tagen hatten sich Zweige von einer Länge bis zum 115fachen der ursprünglichen Sporen gebildet; zugleich wurden knopfförmige Appressorien bemerkbar, die im Laufe der Weiterentwickelung als kugelige, blasige Anschwellungen in zahlloser Menge auftraten und sich unter Ausstülpung in neue Blasen weiter entwickelten und wieder Schläuche aussandten. Nach 4 Tagen war die üppigste Entwickelung des Pilzes eingetreten. Zweige von 3,4 mm Länge, also vom 340fachen der Länge der ursprünglichen Sporen waren nichts Seltenes. Was aber auffiel, das war der gänzliche Mangel an Verschlingungen der einzelnen Mycelfäden. Auch hier trat im weiteren Verlaufe der Entwickelung in den Hänge-

[1]) Tafel Figur 5.

tropfenkulturen ein Absterben des Mycels ein, während der Pilz sich in den Doppelschalen wiederum und zwar ebenfalls äusserst üppig weiter entwickelte. Es waren 4 Stichkulturen angesetzt worden. In sämmtlichen hatte er dicke, filzige Räschen[1]) gebildet, die nach 10 Tagen einen Durchmesser von 3,0 bis 3,5 bis 4,0 cm zeigten. Das Mycel war zu Fäden ausgewachsen, die eine Länge von 2,0 cm oder vom 2000fachen der ursprünglichen Ausdehnung der Sporen hatten. Auch hier war also die Entwickelung gegenüber derjenigen auf der lebenden Pflanze eine sehr üppige. Während er dort in den von ihm erzeugten Flecken einen Durchmesser von höchstens 2,5—3,0 mm erreichte, hatte er hier das 10—14fache an Ausdehnung gewonnen. Trotz dieser Üppigkeit war aber auffallenderweise nirgends die Bildung von Pykniden und Kopulationen bemerkbar. Nur hier und da erschienen undeutliche Anfänge von Verschlingungen.

Es scheint also der Pilz in einer stickstoffreichen Nährflüssigkeit in seinen vegetativen Organen sich ungemein stark zu entwickeln, aber nicht zur Fruchtbildung zu gelangen. Er verhält sich also ähnlich wie die Getreidepflanzen, die bei einer stickstoffreichen Düngung und hohem Stickstoffgehalt im Boden viel Stroh, aber wenig Körner bilden, während bei einer stickstoffärmeren Düngung ihre Vegetation einen normalen Abschluss findet und sie auch zur Körnerbildung gelangen.

4) Rübendekokt.

Ähnlich wie in Pflaumendekokt verhielt sich der Pilz in seiner Entwickelung in einer Rüben-Abkochung. Auch hier gelangte er nach einigen Tagen zur üppigsten Fruchtbildung, aber was das eigentümliche war, nicht an der Oberfläche der Flüssigkeit, sondern auf dem Boden des dieselbe enthaltenden Gefässes, wo das Mycel einen dichten, dicken, zusammenhängenden Rasen von mehreren Centimetern Durchmesser bildete, der bräunlich gefärbt war und schon mit blossem Auge zahlreiche schwärzliche Pünktchen, die Pykniden, erkennen liess. Das Mycel liess sich vom Boden des Gefässes leicht ablösen und auf ein Blatt Papier bringen.

Die einzelnen Früchte erschienen dunkler gefärbt, grösser und dickwandiger als die in Pflaumendekokt zur Entwickelung gelangten. Dies findet darin seine Erklärung, dass sie aus dickwandigeren, dickeren Mycelschläuchen gebildet waren.

Um zu erfahren, ob die von den Fruchtkapseln ausgestossenen zahllosen Sporen wieder im stande waren, auf lebenden Pflanzen sich zu Früchte bildenden Pilzindividuen zu entwickeln, wurden auch mit ihnen auf Erbsenpflanzen Infektionen ausgeführt, und zwar wieder mit demselben Resultat; es wurde auf den verschiedensten Pflanzenteilen die Fleckenkrankheit erzeugt bis zur Pykniden-Bildung und Ausstossung von Sporen.

Es scheint, als wenn in Bezug auf die Entwickelung des Pilzes Rübendekokt in der Mitte stände zwischen Pflaumendekokt und Nähr-Gelatine, indem er sich darin in seinen vegetativen Teilen üppiger als in einer Pflaumen-Abkochung entwickelte und dennoch zur Fruchtbildung gelangte, die sogar vollkommener und üppiger war als in Pflaumendekokt.

5) Kartoffeldekokt.

Anders als auf zucker- und stickstoffhaltigen Substraten gestaltete sich die Entwickelung des Pilzes auf stärkehaltigen Nährböden. Von letzteren wurde Kartoffeldekokt gewählt. Eine

[1]) Tafel Figur 6.

Keimung trat zwar ein, verlief aber sehr schwach und kam zu keiner kräftigen Mycelbildung. Schon nach kurzer Zeit entwickelten sich Infusorien und Bakterien und bewirkten ein rasches Absterben der schwachen Sporen-Ausstülpungen und der Sporen selbst.

Darnach scheint Kartoffeldekokt dem Pilz durchaus nicht zusagend zu sein, aus Mangel an leicht aufnehmbarer Nahrung.

6) Rohe Kartoffelknollen und rohe Rüben.

Da der Pilz in den Dekokten von Kartoffeln und Rüben nicht ohne Weiterentwickelung geblieben war, sich vielmehr in letzterem sogar bis zur üppigsten Fruchtbildung entwickelt hatte, lag die Frage nahe, ob er sich vielleicht auch auf rohen Kartoffeln und Rüben saprophyt entwickeln würde. Zur Beantwortung dieser Frage wurden Kartoffel- und Rübenschnitte hergestellt und an verschiedenen Stellen mit Sporen enthaltendem Wasser bestrichen, dann mit Fliesspapier bedeckt und unter einer Glasglocke in eine feuchte Kammer gestellt. Der Versuch fiel jedoch vollkommen negativ aus, denn die Sporen keimten nicht einmal.

7) Dekokt von Erbsensamen.

In einer Erbsenabkochung war die Entwickelung des Pilzes zu Anfang eine kräftige und sogar üppige. Nach nicht allzu langer Zeit, bereits am vierten Tage begann indessen das Absterben des Mycels, während gleichzeitig zahllose Bakterien auftraten und die ganze Flüssigkeit einen übeln Geruch annahm. Es kam zu keiner Fruchtbildung, obwohl der Pilz an zahlreichen Stellen durch Bildung sehr schöner Verschlingungen und Knäuel Anstalten dazu gemacht hatte, die zuletzt auch plasmaarm wurden und der Vernichtung anheimfielen. Die Bildung von kugeligen, zackigen Apressorien war eine allgemeine; ebenso fanden sich nicht selten Kopulationen. Ich vermute, dass die auftretenden Bakterien den Pilz an seiner Weiterentwickelung gehindert haben. Eine Wiederholung des Versuches musste aus anderen Gründen unterbleiben.

8) Dekokt von Bohnensamen.

Bedeutend kräftiger als im Erbsendekokt verlief die Entwickelung in einer Abkochung von Bohnensamen, in der er nicht nur ein plasmareiches, weitverzweigtes Mycel bildete, sondern auch, selbst schon in den Hängetropfenkulturen bereits am 4. Tage zu üppiger Pykniden-Bildung gelangte. Die Fruchtkapseln waren gut entwickelt und schon mit blossem Auge als braune Pünktchen wahrnehmbar, braun und dickwandig, 0,15 mm im Durchmesser gross. Bemerkenswert war hier eine ungewöhnlich reichliche Appressorienbildung. Diese hatten eine kugelige Gestalt und sassen in grosser Zahl, dicht aneinanderstossend, den einzelnen Mycelfäden auf.

9) Dekokt von grünen Bohnenteilen.

In diesem entwickelte sich der Pilz zu Anfang ebenso kräftig wie auf andern ihm zusagenden Substraten; im weiteren Verlauf der Entwickelung aber trat ein Stillstand ein, dem schliesslich ein gänzlicher Verfall der Mycelfäden folgte. Die Entwickelung des Pilzes in diesem Substrat unterschied sich auch dadurch von derjenigen in einem Bohnensamendekokt, dass die

Mycelfäden obwohl plasmareich kein bedeutendes Längenwachstum zeigten, dass sie sich nur mangelhaft verzweigten und zwar Verschlingungen bildeten, diese aber von der einfachsten Art waren. Von einer eigentlichen Fruchtbildung war keine Rede. Die ganze Entwickelung des Pilzes in einem Dekokt von grünen Bohnenpflanzenteilen machte den Eindruck mangelhafter Ernährung. Dass sich der Pilz zu Anfang rasch und kräftig entwickelte, sehr bald aber seine Weiterentwickelung einstellte, lässt sich vielleicht daher erklären, dass in diesem Dekokt zu Anfang von dem Pilz leicht aufnehmbare Stoffe vorhanden waren, bald aber eine Erschöpfung daran eintrat, nachdem die assimilirbaren Stoffe verbraucht waren.

10) Eichenrindendekokt.

Eine sehr geeignete Nährstoffquelle für den Pilz ist ferner Eichenrindendekokt. In demselben war nach 24 Stunden die Keimung der ausgesäten Sporen allgemein und ungemein kräftig eingetreten, sowohl hinsichtlich der Ausstülpungen der beiden Sporenzellen zu je einem oder zwei Schläuchen, als auch hinsichtlich der Länge, Dicke und des Plasmagehaltes und der Turgescenz der Mycelfäden. Die Länge der einzelnen Ausstülpungen betrug nicht selten 0,3 bis 3,6 mm, also das 30—36fache der Länge der Sporen, die Dicke 0,004—0,005 mm. Die kräftige Entwickelung war auch schon daran zu erkennen, dass überall der Beginn von Verzweigungen vorhanden war, und zwar hauptsächlich da, wo einzelne Zweige in die Luft ausbogen.

Der Keimungsprozess verlief hier anders als in den vorher erwähnten Nährmedien. Die ersten gebildeten Zellen der Keimschläuche hatten nämlich eine kugelige Gestalt, so dass sie sich von den ursprünglichen Sporen nur durch ein geringeres Lichtbrechungsvermögen unterschieden. Solche kugelige Anschwellungen liessen auch die Mycelfäden an verschiedenen Teilen erkennen. Die Verzweigungen erschienen rosettenförmig von einem Punkt ausgehend. Am 2. Tage der Entwickelung zeigte sich ein ausgebreitetes, stark verzweigtes Mycel, das vielfach Fäden von 0,96 mm Länge enthielt. An einem solchen wurden 42 meist sternförmige Verzweigungen gezählt, von denen 2 Zweige wiederum bereits 0,3 mm lang waren. Vielfach zeigten sich bereits nach 2 Tagen Verschlingungen und Knäuelbildungen als Anfänge von Früchtebildungen, und endlich zahlreiche, zackenförmige, knorrig ausgestülpte Appressorien. Auch traten vielfach bereits Kopulationen ein. Am 3. Tage war die Entwickelung hauptsächlich in Bezug auf die Verschlingungen und Knäuelbildungen noch weiter fortgeschritten und am 4. Tage waren selbst in der Hängetropfenkultur schon mit blossem Auge mehrere braune Pünktchen bemerkbar, die sich unter dem Mikroskop als Pykniden von birnförmiger Gestalt und mit einem Durchmesser von 0,12—0,15 mm erwiesen. Noch üppiger als in der Hängetropfenkultur war die Früchtebildung in der in Doppelschalen angestellten Kultur, wo der Pilz dicke braune Flocken von 1 cm Durchmesser und $^1/_2$ cm Dicke gebildet hatte. Im Mittelpunkt jedes derselben sassen eine oder mehrere Früchte, von denen aus peripherisch die Mycelfäden strahlenförmig und stark verzweigt ausgingen.

Zu erwähnen ist noch, dass in dem Dekokt von Eichenrinden der Pilz besonders zu Verschlingungen und Kopulationen seiner Mycelfäden und zur Appressorienbildung Neigung hatte. Ein und derselbe Faden hatte nicht selten zwei und mehrere spiralige, knäuelförmige Verschlingungen gebildet. Infolge der Kopulationsfähigkeit waren mehrere Pilzindividuen zusammengewachsen zu einem einzigen zusammenhängenden Mycel.

Mit den von den Pykniden ausgestossenen Sporen wurden ebenfalls Infektionsversuche gemacht und wieder mit demselben Resultat der Fleckenbildung auf lebenden Pflanzen.

Das Eichenrindendekokt bildete demnach von sämtlichen von mir angewandten Substraten, nämlich dem Rüben-, Pflaumen-, Bohnensamendekokt, den geeignetesten Nährboden für den Pilz, wenn es darauf ankommt, ihn saprophytisch zur Früchtebildung zu bringen, dass also der Gerbstoffgehalt der Eichenrinde seiner Entwickelung nicht nur nicht hemmend in den Weg tritt, sondern anscheinend befördernd darauf einwirkt.

11) Düngerextrakt.

Zur Beantwortung der Frage, wie sich die Entwickelung des Pilzes auf animalischem Dünger vollzieht, gelangten auch Sporen in einem filtrirten Dekokt von Pferdedünger zur Aussaat, der eine ziemlich koncentrirte Lösung darstellte. Von der Keimung und der Weiterentwickelung des Pilzes lässt sich nur sagen, dass sich sowohl jene wie diese äusserst schwach, noch schwächer als in destillirtem Wasser vollzog, indem die einzelnen Fäden höchstens eine Länge von 0,078—0,102 mm und eine Dicke von 0,0024 mm erreichten, schon nach kurzer Zeit aber, nach 3 Tagen ein allgemeines Absterben der Ausstülpungen und der Sporen eintrat. Zahlreiche, kugelige oder keulenförmige Appressorien traten auch hier auf.

Aus diesem Versuchsresultat geht hervor, dass die Möglichkeit, auf Dünger zu vegetiren, wohl bis zu einem gewissen Grade auch für diesen Pilz vorhanden ist, dass ihm indessen diese Nahrung im allgemeinen nicht zuzusagen scheint. Was für Stoffe desselben seiner Entwickelung hinderlich sind, darüber habe ich weitere Untersuchungen nicht angestellt.

12) Bodenflüssigkeit.

Um die Frage zu beantworten, ob sich Ascochyta Pisi auch im Boden saprophyt zu entwickeln vermag, wurden Kulturen in einem Extrakt von humosem Boden angesetzt und zwar nach doppelter Richtung. Bei der einen Versuchsreihe handelte es sich darum, zu erforschen, wie der Pilz sich in einer von Bakterien und Infusorien freien, also sterilisirten Bodenflüssigkeit entwickeln würde, in der anderen darum, wie seine Entwickelung in einer unsterilisirten Bodenflüssigkeit bei gleichzeitiger Gegenwart von Bakterien und Infusorien sich gestalten würde.

Bei diesen Versuchen wurde zunächst das Resultat gewonnen, was hier gleich erwähnt werden mag, dass die Entwickelung des Pilzes in der Bodenflüssigkeit derjenigen in allen übrigen Substraten erheblich nachsteht, dass die Sporen zwar keimen und einige kurze Schläuche bilden, dass aber infolge des Mangels an geeigneten Nährstoffen sehr rasch ein Stillstand in der Entwickelung und ein schliesslicher Verfall der Zellen eintritt. Der Boden scheint demnach ein durchaus ungeeignetes Substrat für den Pilz zu sein.

Durch die beiden Versuchsreihen wurde weiter festgestellt, dass sich der Pilz in der sterilisirten Bodenflüssigkeit etwas kräftiger entwickelte als in der unsterilisirten, indem sich schon bei der Keimung in jener die beiden Sporenzellen zu je einem oder zwei Schläuchen in gleicher Weise ausstülpten, während in der unsterilisirten Bodenflüssigkeit anfangs in der Regel nur eine der Zellen auskeimte, die dann aber einen längeren Schlauch bildete, während später die andere Zelle eine geringe Ausstülpung erkennen liess. Auch das Längenwachstum der Schläuche war in beiden Flüssigkeiten verschieden. Während nach 20 Stunden die längsten Schläuche in der sterilisirten Bodenflüssigkeit 0,09—0,108 mm, nach 2 Tagen 0,18 mm, nach 3 Tagen 0,3 mm lang waren, betrug in der unsterilisierten Flüssigkeit die Länge selbst nach

3 Tagen nur 0,036—0,078 mm. Die Dicke der Schläuche war in beiden gleich, sie betrug nur 0,0012—0,0015 mm, höchstens 0,002 mm; also höchstens die Hälfte der normalen Dicke der Schläuche in destillirtem Wasser, die eine solche von 0,0048 mm hatten. Die Schläuche machten sämtlich einen schlechtgenährten Eindruck, erschienen plasmaarm und wenig turgescent. Bemerkenswert ist, dass schon nach 20 Stunden vielfach ein Ausbiegen der Fäden in die Luft stattfand, was nach 3 Tagen und später noch in die Augen fallender war.

Zu erwähnen ist auch, dass weder in der einen noch der anderen Flüssigkeit Verzweigungen wahrnehmbar waren. Vom vierten Tage an war ein allgemeiner Verfall der Mycelfäden zu beobachten. der unaufhaltsam fortschritt, während die Bakterien, die sich in den sterilisirten sowie unsterilisirten Kulturen eingefunden hatten, an Zahl zunahmen.

13) Verschiedene organische und anorganische Stoffe.

Um schliesslich auch das Verhalten der Ascochyta-Sporen in Lösungen zu studiren, die einerseits an Kohlehydraten reich sind, andererseits organischen oder anorganischen Stickstoff enthalten, wurden verschiedene leicht lösliche derartige Substanzen ausgewählt und teils für sich, teils in Verbindung miteinander daraufhin geprüft.

Die Entwickelung des Pilzes in diesen Lösungen wurde auch wieder in Hängetropfen-Kulturen unter dem Mikroskop beobachtet und gleichzeitig ebenfalls grössere Kulturen in Doppelschalen daneben angestellt.

Zunächst wurde eine einprocentige Asparagin-Lösung mit einem Zusatz von einigen Tropfen stickstofffreier Nährlösung einer Prüfung unterzogen und dabei festgestellt, dass in einer solchen die Entwickelung des Pilzes ähnlich verlief wie in einem Dekokt von Bohnenpflanzenteilen, die ja auch und vornehmlich Asparagin enthalten. Die Keimung der Sporen trat wie in diesem zwar allgemein unter vielseitiger Sprossung und Verzweigung auf; indessen machten die einzelnen Mycelfäden nicht den Eindruck einer sehr kräftigen Ernährung, erschienen vielmehr dünn, höchstens 0,0024 mm stark, verhältnismässig kurz, höchstens 0,45 mm lang, dünnwandig, durchsichtig und plasmaarm. Zwar war der Beginn von Verschlingungen wahrnehmbar, jedoch blieb derselbe nur auf das Anfangsstadium, auf die Bildung von spiralförmigen Windungen beschränkt. Nur vereinzelt traten Verzweigungen auf. Nach drei Tagen war die Entwickelung unmerklich fortgeschritten, das Undeutlichwerden der Fäden fiel noch mehr in die Augen, die noch dünner, nur 0,0015 mm stark, oder abwechselnd dünn und dick mit schwächeren und stärkeren Konturen erschienen. Appressorien traten vereinzelt auf; sie hatten eine unregelmässige, keulenförmige Form. Die bedeutendste Länge der Fäden betrug nur 0,61 mm oder das 61fache einer Spore. Nach vier Tagen aber trat ein Absterben der Mycelfäden und Sporen unter den bekannten Erscheinungen ein. Pyknidenbildung war nicht im entferntesten zu beobachten.

Die schwache Entwickelung des Pilzes in Asparagin und namentlich die Dünnwandigkeit der entwickelten Mycelfäden ist jedenfalls darauf zurückzuführen, dass dem Pilz nicht genügend Kohlehydrate zur Cellulosebildung, zur Bildung der Zellwände zur Verfügung standen.

War diese Annahme richtig, so musste eine kräftigere Entwickelung eintreten, sobald der Asparagin-Lösung leicht lösliche Kohlehydrate zugesetzt wurden. Um dies festzustellen, wurde der einprocentigen Asparagin-Lösung eine einprocentige Traubenzucker-Lösung zugesetzt. Es zeigte sich in der That, dass schon nach 24 Stunden die Keimung der ausgesäten Sporen nicht

nur allgemein, sondern auch kräftiger als in reiner Asparagin-Lösung eingetreten war. Jede Zelle der Sporen hatte sich zu zwei bis drei Schläuchen von 0,48 mm Länge und 0,003 mm Dicke ausgestülpt, die überdies reich verzweigt, geschlängelt, glattwandig, dickwandiger und plasmareicher erschienen. Im Laufe der folgenden Tage schritt die Entwicketung ebenso kräftig fort unter Bildung einfacher, peitschenförmiger Verschlingungen und längerer Fäden, wenn gleich es auch hier nicht zur Früchte- und Appressorienbildung kam.

Es wurden Sporen ferner in einer reinen zweiprocentigen Zuckerlösung ausgesät und dabei gefunden, dass die Keimung derselben in ihr in der Mitte stand zwischen derjenigen in Asparagin-Lösung und derjenigen in Asparagin-Zuckerlösung. Auch hier gelangte der Pilz nicht zur Früchtebildung; er hatte nur schwache Verschlingungen an den Mycelfäden gebildet.

Andererseits wurden auch Kulturen der Sporen in Lösungen von Salzen, die anorganischen Stickstoff enthielten, angestellt, und zwar wurden sie auf ihr Verhalten gegen Kaliumnitrat und Ammoniumphosphat geprüft, welche teils allein, teils in Verbindung mit Traubenzucker zur Verwendung kamen.

Die Koncentration der Kaliumnitrat-Lösung war einprocentig, die der Ammoniumphosphat-Lösung 0,4 procentig. In beiden verlief die Keimung und Weiterentwickelung der Sporen fast gleichmässig schwach und bestand lediglich in einer ziemlich unbedeutenden Ausstülpung einer der beiden Sporenzellen. Die längsten Zweige hatten eine Länge von 0,06 bis 0,072 mm, nach fünf Tagen in sehr vereinzelten Fällen eine solche von 0,3 mm. Die Dicke derselben betrug nach 24 Stunden 0,0024 mm, nach fünf Tagen 0,002 mm, also die Hälfte derjenigen in destillirtem Wasser.

Auch war das schwächere Wachstum des Pilzes in den Salzlösungen daran zu erkennen, dass die entwickelten Schläuche nur hin und wieder, aber schwach verzweigt erschienen und keine Appressorienbildung und keine Neigung zu Verschlingungen zeigten.

Das ganze Verhalten des Pilzes in diesen reinen mineralischen Salzlösungen lässt sich nur darauf zurückführen, dass darin dem Pilz die nötigen Stoffe zur Herstellung von Cellulose für den Aufbau der Mycelzellen gefehlt haben. Um darüber Klarheit zu gewinnen, wurden in einer anderen Versuchsreihe Sporen einerseits in einer Mischung einer einprocentigen Kaliumnitrat- und einer einprocentigen Traubenzucker-Lösung, andererseits in einer Lösung von 0,4% Ammoniumphosphat plus 1% Traubenzucker ausgesät. Es zeigte sich, dass nun, wo dem Pilz für den Aufbau seiner Mycelzellen genügend viel Kohlehydrate neben den nötigen anorganischen Stoffen zu Gebote standen, seine Entwickelung in beiden Flüssigkeiten bei weitem kräftiger als in den reinen Mineralsalzlösungen einerseits, in der Zuckerlösung andererseits vor sich ging. Schon nach 24 Stunden war jede einzelne Zelle der Sporen zu zwei oder drei Schläuchen von nicht selten 0,26 mm Länge und 0,004—0,005 mm Dicke ausgekeimt. Vielfach waren unregelmässige, vielgestaltige, zackige Appressorien wahrnehmbar.

Im Laufe der darauffolgenden Tage schritt die Entwickelung kräftig fort, so dass sich bald das Mycel als ein inniges ausgebreitetes Fadengeflecht darbot, indem Fäden von nicht selten 0,75—1,04 mm Länge und 0,005 mm Dicke zu unterscheiden waren. Während aber die Schläuche des in der Kaliumnitrat-Zuckerlösung zur Entwickelung gelangten Pilzes glattwandig und gleichartig erschienen, waren diejenigen in der Ammoniumphosphat-Zuckerlösung eingeschnürt und granulirt, so dass es den Eindruck machte, als sei die Turgescenz der Schläuche in der letzteren grösser als in jener. Ausbiegungen der Zweige in die Luft, Kopulationen zwischen Fäden ver-

schiedener und ein und derselben Individuen, Verschlingungen der Fäden, jedoch einfachster Art, indem sie nur peitschenförmig gebogen oder spiralig gewunden erschienen, vielgestaltige Appressorien traten häufig auf, bis am fünften Tage unter gleichzeitigem Erscheinen zahlloser Bakterien, die dem Pilz in der Nahrungsaufnahme Konkurrenz machten, ein Absterben des Mycels eintrat.

Jedenfalls lehrten diese Versuche, dass der Pilz zum Aufbau seiner Mycelzellen leicht lösliche Kohlehydrate in ungeschmälerter Weise braucht, dass aber auch andererseits, wie es sich bei der Keimung der Sporen in einer Zuckerlösung herausstellte, die mineralischen Nährstoffe nicht fehlen dürfen.

Die mit Ascochyta Pisi auf toten Substraten gewonnenen Versuchsresultate lassen sich nun dahin kurz zusammenfassen, dass dieser Pilz hauptsächlich auf Nährstoffböden, die proteinreich sind und leicht lösliche Kohlehydrate enthalten, saprophytisch leicht und kräftig gedeiht, dass sich, sofern beide Nährstoffgruppen in richtigem Verhältnis vorhanden sind, seine Sporen zu normalen, stattlichen Individuen bis zur Pyknidenbildung entwickeln, dass aber, sobald die Proteinstoffe überwiegen, nur die vegetativen Organe zur üppigsten Entwickelung gelangen, die Fruchtbildung jedoch ausbleibt, wie dies in prägnantester Weise aus den Kulturen in Gelatine hervorgeht.

Institut für Pflanzenphysiologie und Pflanzenschutz an der Kgl. Landwirtschaftlichen Hochschule zu Berlin.

Figuren-Erklärung.

Figur 1. Spore stark vergrössert.

» 2. Gekeimte Sporen im Anfangs- und vorgeschritteneren Stadium.

» 3. Ein Pilzindividuum mit Verschlingungen (a) als Anfänge zur Pyknidenbildung, mit Kopulationen (b), Appressorien (c), das sich in Pflaumendekokt entwickelt hat.

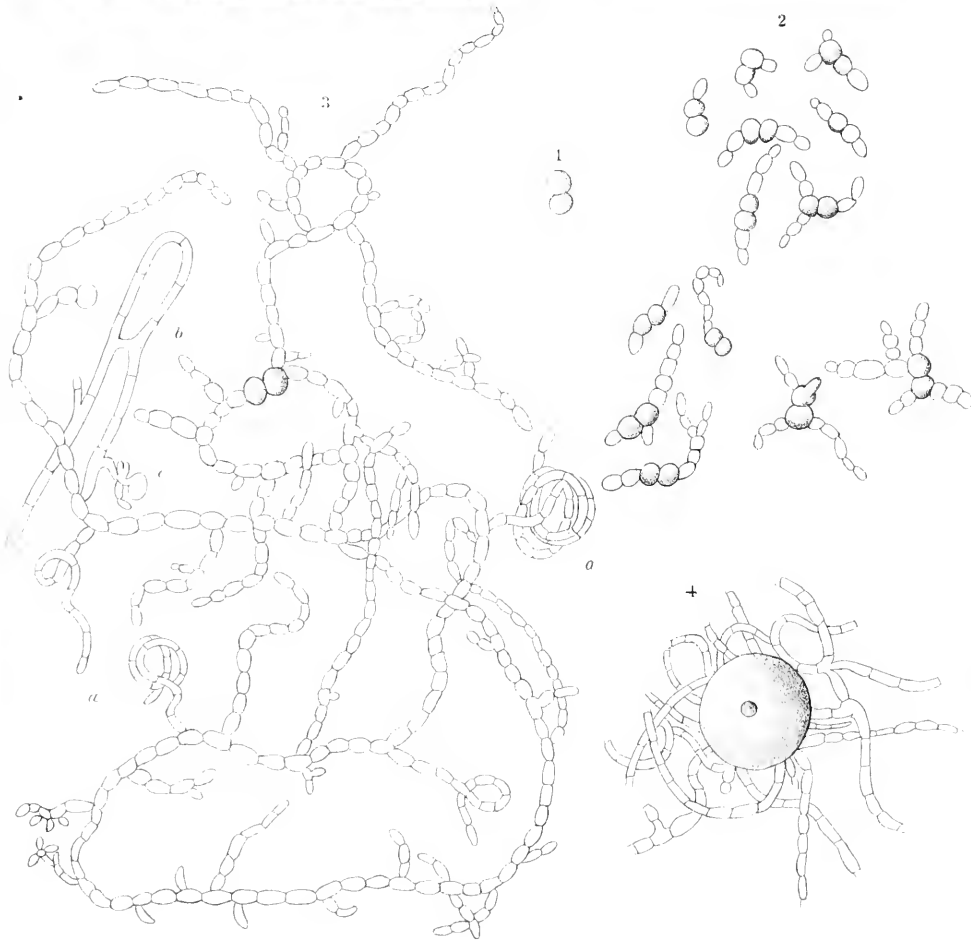
» 4. Eine Pyknide von einem Pilzindividuum, das in Pflaumendekokt zur Entwickelung gelangt ist.

» 5. Pilzmycel mit Pykniden, das sich in Pflaumendekokt saprophyt entwickelt hat.

» 6. Vier Mycelien, die in Fleischextrakt-Pepton-Gelatine saprophyt zur Entwickelung gelangt sind.

6

5



Farwes ad. nat. del. *Lith. v. Carl Ebner Stuttgart*

Verlag von Erwin Nägele Stuttgart

BIBLIOTHECA BOTANICA.

Original-Abhandlungen

aus

dem Gesammtgebiete der Botanik.

Herausgegeben

von

Prof. Dr. Chr. Luerssen in Königsberg i. Pr. und **Prof. Dr. B. Frank** in Berlin.

Heft 35.

Dr. August Schlickum:

Morphologischer und anatomischer Vergleich der Kotyledonen und ersten Laubblätter der Keimpflanzen der Monokotylen.

Mit 5 Tafeln.

STUTTGART.

Verlag von Erwin Nägele.

1896.

Morphologischer und anatomischer Vergleich

der

Kotyledonen und ersten Laubblätter

der

Keimpflanzen der Monokotylen.

Von

Dr. August Schlickum.

Mit 6 Tafeln.

STUTTGART.
Verlag von Erwin Nägele.
1896.

Alle Rechte vorbehalten.

Druck von Friedr. Scheel, Cassel.

Herr Professor Arthur Meyer machte mich darauf aufmerksam, dass die Ansichten über die organographische Stellung des Kotyledos der Monokotylen und die richtige phylogenetische Auffassung dieses Organes noch nicht genügend geklärt, und dass vorzüglich auch die Meinungen, welche über den Kotyledo, überhaupt den Embryo der Gramineen geäussert sind, relativ wenig begründet seien. Über den Grasembryo ist eine Arbeit von Bruns (1) erschienen, welche eine kritische Prüfung fordert. Eine Klärung dieser Fragen schien Herrn Professor Meyer durch eine vergleichende Untersuchung der Morphologie, Anatomie und Entwickelungsgeschichte der Kotyledonen und ersten Laubblätter möglich zu sein. Denn da wir die organographische Stellung eines Gliedes der Pflanze nur durch Feststellung der Ähnlichkeit und Unähnlichkeit zwischen demselben und den anderen Organen bestimmen können, wird die Frage, ob wir den Kotyledo der Monokotylen noch zu den Blättern, also den laubblattähnlichen Organen stellen dürfen, oder ob wir ihm im organographischen System eine Sonderstellung anweisen müssen, falls er mit keinem Hauptorgan der Pflanze genügende Ähnlichkeit zeigt, in erster Linie durch eine entwickelungsgeschichtliche, morphologische und anatomische Vergleichung des Kotyledos mit den anderen Organen, hier also erstlich mit den Laubblättern, zu entscheiden sein. Vorzüglich schien es dabei wichtig, und es ist besonders hervorzuheben, dass die Vergleichung zwischen dem Kotyledo und den Laubblättern stets an derselben Pflanze stattfindet, da wir nur so das allen Organen der Einzelpflanze Eigentümliche eliminieren und zu einer richtigen Bestimmung des für das einzelne Organ Wichtigen gelangen können.

Ich habe es deshalb unternommen, soweit es das Material und die Zeit erlaubten, eine derartige vergleichende Untersuchung durchzuführen.

Wie aus folgender Litteraturzusammenstellung, welcher ich einzelne kurze Bemerkungen über den Inhalt der Arbeiten hinzugefügt habe, hervorgeht, liefern nur ganz vereinzelte Schriften Stoff zu einer genauen Vergleichung in diesem Sinne.

Litteraturverzeichnis.

Eine Zusammenstellung der bis 1884 erschienenen Litteratur, sowie eine ausführliche Darstellung der in Betracht kommenden morphologischen Verhältnisse finden sich in:

1. Klebs, Georg, Beiträge zur Morphologie und Biologie der Keimung; Untersuch. a. d. Botan. Inst. z. Tübingen, I. Bd., 1881—1885.

Von neueren morphologischen Werken benutzte ich vor allem:

1. Lubbock, Sir John, A contribution to our knowledge of seedlings, II Vol., London 1892,

worin sich ebenfalls eine Litteraturzusammenstellung findet.

Andererseits ist die Zahl der Arbeiten, welche über den anatomischen Bau der in Frage stehenden Keimlinge Aufschluss gewähren, eine geringe, und die Angaben, die sich in ihnen finden, sind oft sehr wenig erschöpfend. Es kommen hier folgende Schriften in Betracht:

I. Sachs, J. von. Zur Keimungsgeschichte der Gräser; Botan. Zeitg. 1862. Angaben über Endosperm und Schildchen von *Zea Mays*, *Triticum vulgare* und *Hordeum hexastichum*.

II. Sachs, J. von. Zur Keimungsgeschichte der Dattel; Botan. Zeitg. 1862. Angaben über das Endosperm und den Sauger.

III. Sachs, J. von. Ueber die Keimung von *Allium Cepa*; Botan. Zeitg. 1863.

I. Gris, A., Recherches anatomiques et physiologiques sur la germination; Ann. d. sc. nat., Sér. V. T. 2, 1864. Angaben über den Bau des Endosperms und Kotyledos von *Zea Mays*, *Aegilops speltaeformis*, *Canna aurantiaca* und *Phoenix dactylifera* (zum Teil aus den Abbildungen abzulesen).

I. Trechem. M. Ph. van. Observations anatomiques sur le cotylédon des Graminées; Ann. d. sc. nat., Sér. V. T. XV, 1872. Angaben über die Keimlinge einer grösseren Zahl von Gräsern und von *Cyperus reflexus*, sowie über den Leitbündelverlauf vieler anderen monokotylen Keimlinge.

I. Haberlandt, G., Die Schutzeinrichtungen in der Entwickelung der Keimpflanze; Wien 1877. Angaben über die Scheide der Gräser und den Kotyledo von *Allium Cepa*.

I. Solms-Laubach, H. zu, Ueber monokotyle Embryonen mit scheitelbürtigem Vegetationspunkt; Botan. Zeitg. 1878. Die Entwickelung des Embryos von *Commelina Karwinskyi* und *Tamus communis*, sowie Angaben über verwandte Arten.

I. Goffin, M. J., Recherches sur l'anatomie comparée des cotylédons et de l'albumen; Ann. d. sc. nat., Sér. VI. T. XIX. 1884. Angaben über das Endosperm und den Kotyledo von *Latania Borbonica*, *Asparagus maritimus* und *Zea Mays*.

I. Ebeling, Max. Die Saugorgane bei der Keimung endospermhaltiger Samen; Flora, 68. Jahrg., 1885. Angaben über den Sauger, besonders die Saugerepidermis vieler Arten aus den Familien der Gramineen, Palmen, Cyperaceen, Commelinaceen, Liliaceen, Amaryllidaceen, Iridaceen und Juncaceen.

I. Meyer, Arthur, Beiträge zur Kenntnis pharmazeutisch wichtiger Gewächse; VIII. Ueber die Knollen der einheimischen Orchideen; Archiv der Pharmazie, 24. Bd., 1886. Angaben über Embryonen und Keimpflanzen.

I. Fritsch, Georg., Anatomisch-physiologische Untersuchungen über die Keimpflanze der Dattelpalme; Sitzber. d. Kaiserl. Acad. d. Wiss. z. Wien, Math.-naturw. Klasse, 93. Bd., 1. Abt., 1886.

I. Gehrke, Otto, Beiträge zur Kenntnis der Anatomie von Palmenkeimlingen; Inaug.-Diss. Berlin 1887. Keimlinge von *Phoenix canariensis*, *Livistona chinensis* (*Latania Borbonica*), *Corypha Cunna*, *Oreodoxa regia*, *Chamaerops humilis*, *Ch. elegans*, *Ch. excelsa* (*Trachycarpus excelsa*), *Pritchardia filamentosa*, *P. filifera*, *Sabal umbraculifera* und *Areca sapida* (*Rhapidostylis sap.*).

I. Lewin, Maria, Bidrag till hjertbladets anatomi hos Monokotyledonerna (Beitrag zur Keimblattanatomie der Monokotyledonen); Bihang till Kongl. Svenska Vetenskaps-Akademiens Handlingar, XII. Bandet. III. Afdel., No. 3, 1887. Angaben über den Kotyledo von *Alisma Plantago*, *A. ranunculoides*, *Ruppia rostellata*, *Najas flexilis*, *Triglochin maritimum*, *Juncus* spec., *Agave americana*, *Yucca aloëfolia tricolor*, *Hyacinthus candicans* (?), *Iris Pseud-Acorus*, *I. bohemica*, *Lapeyrousia juncea*, *Asparagus verticillata*, *Tamus communis*, *Dracaena Draco*, *Commelina coelestis*, *Tradescantia discolor*, *T.* spec., *Hedychium Gardnerianum*, *Musa Ensete*, *Canna* spec., *C. patens*, *Arum italicum*, sowie vieler Palmen und Gräser.

I. Kumm, Paul, Zur Anatomie einiger Keimblätter; Inaug.-Diss. Breslau 1889. Angaben über das Schildchen und Zwischenstück von *Zea Mays* und *Coix Lacryma*.

I. Becherer, Emil, Beiträge zur Morphologie und Anatomie der Dioscoreaceen: Biblioth. botan., Heft 16, 1889. Angaben über die Keimlinge von *Tamus communis*.

I. Tschirch, A., Die Saugorgane der Scitamineen-Samen: Sitzber. d. Königl. Acad. d. Wiss. z. Berlin, Jahrg. 1890, 1. Halbband. Inhalt im folgenden ausführlicher behandelt.

II. Tschirch, A., Physiologische Studien über die Samen, insbesondere die Saugorgane derselben: Annales du jardin botanique de Buitenzorg, Vol. IX, 1890. Abhandlung über den Sauger der Zingiberaceen, Marantaceen, Musaceen, Cannaceen, sowie vieler anderen monokotylen Familien, sowie über den Kotyledo der Monokotylen im allgemeinen.

I. Klotz, Hermann, Ein Beitrag zur vergleichenden Anatomie der Keimblätter: Inaug.-Diss. Halle 1892. Angaben über den Kotyledo und die ersten Laubblätter von *Allium Cepa* und *A. Porrum*.

I. Bruns, Erich, Der Grasembryo: Flora 1892, Ergänzungsband. Deutung der einzelnen Teile des Grasembryos.

I. Wilczek, Ernst, Beiträge zur Kenntnis des Baues von Frucht und Samen der Cyperaceen: Inaug.-Diss. Zürich 1892. Angaben über das Endosperm und den Embryo von *Carex paradoxa*, *C. paludosa* und *Scirpus lacustris*, sowie über das Wachsen des Saugers.

I. Dibrichsen, F., Afbildninger til Oplysning af Graeskimens Morphologi (Abbildungen zur Klarlegung der Graskeimmorphologie): Botanisk Tidsskrift udgivet af den Botaniske Forening i Kjøbenhavn, 18. Bd., 1892 bis 1893. Die Figuren 72 und 73 stellen den Leitbündelverlauf der Keimlinge von *Melica Caffrorum* dar.

Von der die Embryoentwickelung betreffenden Litteratur benutzte ich vor allem:

I. Hanstein, Johannes, Die Entwickelung des Keimes der Monokotylen und Dikotylen: Botan. Abhandl. a. d. Gebiet d. Morphol. u. Physiol. von Hanstein, I. Bd., 1871.

Zur Untersuchung wählte ich Vertreter aus den Familien der Juncaginaceen, Alismaceen, Gramineen, Cyperaceen, Palmen, Commelinaceen, Liliaceen, Dioscoreaceen, Iridaceen und Cannaceen. Durch die von mir untersuchten Formen sind die verschiedenen Typen, welche Klebs (I S. 564—578) für die monokotylen Keimlinge aufstellte, mit Ausnahme des letzten alle vertreten. Leider war es mir nicht möglich, Orchideen-Keimlinge zu erhalten. Ebensowenig gelang es mir, von den interessanten Keimpflanzen von *Ruppia* und *Pothos* (vergl. Tschirch II S. 178) mir Exemplare zu verschaffen. Indem ich nun den mehr oder minder hohen Grad der Ähnlichkeit zwischen dem Kotyledo und den ersten Blättern zum Einteilungsprincipe machte, kam ich dazu, eine Reihe von Gruppen aufzustellen, welche wohl bei weiteren Untersuchungen von monokotylen Keimlingen nach dieser Richtung hin im wesentlichen als Anordnungscentren dienen dürften, wenn vielleicht auch die eine oder die andere neue Gruppe hinzugefügt werden muss. Inwieweit meine Gruppen mit den Klebs'schen Typen zusammenfallen, darauf habe ich im Texte jeweilig aufmerksam gemacht.

Bevor ich nun die Besprechung der Resultate meiner Untersuchungen beginne, möchte ich zur Vermeidung von Irrtümern auseinandersetzen, was ich unter gewissen Ausdrücken verstehe, deren ich mich häufiger bediene. Zunächst muss ich darauf hinweisen, dass ich stets die „Kotyledonarscheide" bezw. „Kotyledonarspreite" meine, wenn ich kurzweg von „Scheide" und „Spreite" rede. Wenn der Samen Nährgewebe enthält, nenne ich den im Samen stecken bleibenden, die Nährstoffe aufsaugenden Teil des Kotyledos „Sauger", den frei werdenden, mehr oder minder stielartigen, die Nährstoffe zur Scheide bezw. zum Hypokotyl und weiterhin zur Plumula

leitenden Teil „Leiter". Unter „Achse" verstehe ich denjenigen Teil der geometrischen Achse des Keimlings, welcher den gewöhnlichen Bau eines monokotylen Stengels aufweist, in welchem vor allem collaterale oder concentrische Leitbündel in der Mehrzahl auftreten. Als „Hypokotyl" bezeichne ich den tiefer liegenden Teil der geometrischen Achse, dessen Epidermis und Hypodermis denen der „Achse" gleich oder ähnlich sind, in welchem aber keine collateralen Leitbündel auftreten, in welchem die Anordnung der Gefässstränge und Siebstränge innerhalb des Centralcylinders vielmehr der bei der Wurzel vorkommenden mehr oder minder ähnlich ist. Wenn ferner eine Kotyledonar- oder Blattscheide so gestaltet ist, dass sie rings um die folgenden Blätter herum einen ununterbrochenen Gewebecomplex bildet und nur oben eine Öffnung darbietet, durch welche die folgenden Blätter austreten können (vergl. Figur 58), dann bezeichne ich sie kurzweg als „geschlossen". „Offen" nenne ich andererseits eine Kotyledonar- oder Blattscheide, wenn eine von oben bis unten hin reichende Region eine natürliche, nicht etwa durch gewaltsames Zerreissen entstandene Gewebetrennung aufweist, gleichgültig, ob äusserlich ein Schlitz wahrnehmbar ist, oder ob die Flügel der fraglichen Scheide so übereinander geschlagen sind, dass sie dem blossen Auge geschlossen erscheint (vergl. Figur 9). Aus dem Gesagten dürfte wohl hervorgehen, was ich weiterhin unter einer „unten geschlossenen, oben offenen" Scheide verstehe.

Der Kotyledo ist den ersten Laubblättern am ähnlichsten bei den von mir untersuchten Keimlingen von *Triglochin Barrelieri* Loisl., *Triglochin maritimum* L. und *Alisma Plantago* L.

Triglochin Barrelieri Loisl. und T. maritimum L.

Die Keimung beider Arten verläuft so, wie es Klebs (I S. 275) angiebt. Bemerken möchte ich nur, dass die Hauptwurzel, welche anfangs unentwickelt bleibt, später relativ lang wird, dann aber durch Nebenwurzeln ersetzt wird, welche aus dem unteren Achsenteil austreten. Der lange, schmale Samen wird, besonders bei *Triglochin maritimum*, relativ häufig mit aus der Erde herausgezogen und bleibt dem Kotyledo als Mütze aufsitzend. Im allgemeinen wird, wenn zwei Blätter entwickelt sind, durch das Hervorbrechen der Nebenwurzeln die Kotyledonarscheide zum Teil zerstört, und dadurch der ganze Kotyledo zum Absterben gebracht.

Verschieden alte Keimlinge von *Triglochin Barrelieri* werden durch die Figuren 5, 6, 7 und 8 wiedergegeben. Diejenigen des Stadiums der Figuren 5 und 6 erhielt ich in der Zeit vom 5. März bis zum 3. April, diejenigen der Figur 7 bis zum 20. April, diejenigen der Figur 8 bis zum 24. Juni, solche, bei denen das erste Blatt gerade hervorbricht, bis zum 7. April 1894. Figur 10 stellt den Embryo von *Triglochin maritimum* dar. Die Keimlinge dieser Art unterscheiden sich von denen der ersteren nur dadurch, dass alle ihre Teile kräftiger sind.

Der Kotyledo und die ersten Laubblätter bestehen aus einer fadenförmigen Spreite und einer offenen Scheide (vergl. Figur 7 und 9). Wir nennen die Teile des Kotyledos kurzweg „Spreite“ und „Scheide“, die der Laubblätter „Blattspreiten“ und „Blattscheiden“.

Der anatomische Aufbau des ausgewachsenen Kotyledos von *Triglochin Barrelieri* (Figur 7 und 9) ist folgender:

Die Spreite lässt keine Differenzierung in einen saugenden und einen nährstoffleitenden Teil erkennen, entsprechend dem Umstande, dass kein Nährgewebe neben dem Embryo im reifen Samen vorkommt, sondern dass die Nährstoffe im Kotyledo angehäuft sind. Die Epidermiszellen, die eine dicke Aussenwand besitzen, erscheinen im Querschnitt quadratisch, mittelgross, im Flächenschnitt langgestreckt, mit fast geraden, nicht gewellten Wänden. Spaltöffnungen sind reichlich vorhanden (Lewin I S. 5). Im Innern finden sich fünf bis sechs Kreise von Parenchymzellen, welche im Querschnitt kreisrund, im Längsschnitt gestreckt sind und zum Teil grosse Intercellularräume zwischen sich lassen. Die Parenchymzellen, besonders die äusseren, enthalten Chlorophyllkörner. In der Mitte verläuft e i n Leitbündel, welches collateral ist und im Querschnitt kreisrund erscheint (vergl. Figur 14). Wenn Lewin (I S. 5) sagt, das Keimblatt besitze entweder ein oder drei Leitbündel, so habe ich hierzu zu bemerken, dass in allen von mir untersuchten Fällen der Kotyledo nur e i n Leitbündel zeigte, dass man aber leicht bei älteren Stadien, an denen der Kotyledo, ohne dass man es bemerkte, abgestorben ist, das erste Laubblatt mit seinen drei Leitbündeln für den Kotyledo hält.

Die Epidermiszellen der Scheide sind auf der Unterseite denen der Spreite ähnlich; auf der Oberseite sind sie im Querschnitt etwas grösser und besitzen dünnere Aussenwände; Spaltöffnungen konnte ich nicht wahrnehmen. Neben dem einen Leitbündel liegen fünf Parenchymschichten, und zwar einerseits vier, andererseits eine, während in den Flügeln deren Zahl auf zwei und schliesslich auf eine hinabsinkt. In dem Centralteil treten einige grosse Gewebelücken und einige langgestreckte Zellen mit braunem Inhalt auf. (Auch an frischem Material erscheint der Inhalt der letzteren Zellen braun.)

Das erste Laubblatt zeigt im ausgewachsenen Zustande (Figur 7) folgenden anatomischen Bau. Die Blattspreite besitzt eine Epidermis, wie die Kotyledonarspreite, ferner fünf bis sechs Kreise von Parenchymzellen, deren äussere Schichten g r o s s e Intercellularräume enthalten, im Längsschnitt kaum gestreckt und im oberen Blattspreitenteil als Assimilationsparenchym derart ausgebildet sind, dass die einzelnen Zellen etwas unregelmässig gestaltet, gegen die Oberfläche des Organs gestreckt erscheinen und sehr locker neben einander stehen. Im Innern verlaufen drei zuweilen anastomosierende Leitbündel von der Form des Kotyledonarleitbündels (vergl. Figur 15); sie vereinigen sich im oberen Blattspreitenteil zu einem grossen Leitbündel, das in der Mitte verläuft, aber deutlich die Entstehung aus drei Leitbündeln erkennen lässt.

Die Blattscheide unterscheidet sich von der Kotyledonarscheide im Bau ebenfalls durch den Besitz von drei Leitbündeln, von denen das mittlere etwas grösser erscheint, als die zwei seitlichen.

Das zweite Laubblatt, welches bei Stadien der Figur 7 noch nicht völlig entwickelt ist, zeigt im ausgewachsenen Zustand im wesentlichen den Aufbau des ersten Laubblattes. Bemerkenswert ist nur, dass das Assimilationsparenchym noch besser entwickelt ist, indem die äusseren Parenchymzellreihen im oberen Blattspreitenteil noch mehr gegen die Oberfläche des Organs gestreckt sind.

Die folgenden Laubblätter sind insofern abweichend gestaltet, als ihre Blattscheiden farblos bleiben, dickfleischig werden und als Speicherorgane für Stärke dienen (vergl. Figur 8).

In den Achseln der Kotyledonarscheide und der Blattscheiden treten später Adventivknospen auf, die unregelmässig gelagert sind und zunächst keine weitere Sonderung der Gewebe zeigen (vergl. Figur 11, 12 und 13).

Der Kotyledo und die ersten Laubblätter nehmen $^1/_2$-Stellung ein. Ersterer inseriert da, wo die Achse in die Hauptwurzel übergeht. Ein Hypokotyl ist kaum entwickelt (Lewis I S. 4).

Bezüglich des anatomischen Baues des Kotyledos und ersten Laubblattes der jüngeren Stadien ist folgendes zu sagen:

Bei Keimlingen, wie sie Figur 5 darstellt, besitzt der im Samen steckende Kotyledonarteil eine Cuticula, welche sich mit Chlorzinkjod rotbraun färbt, gegen Chromsäure aber nicht besonders widerstandsfähig ist. Die Cuticula des freien Kotyledonarteils ist nicht dicker, aber gegen Chromsäure etwas widerstandsfähiger. Die Epidermis- und Parenchymzellen des im Samen steckenden Teiles erscheinen im Flächen- und Längsschnitt wenig gestreckt, während diejenigen des freien Teiles bereits breiter und länger geworden sind. Spaltöffnungen sind längs der ganzen Spreite schon vorhanden. Die Parenchymzellen des im Samen steckenden Teiles enthalten keine Stärke, sind aber reich an Inhaltsstoffen (Proteinstoffen). Die des freien Teiles führen, besonders unten, Stärke, wie überhaupt in der Umgebung des Vegetationspunktes die Zellen stärkereich sind. Das Leitbündel ist wohl entwickelt (besitzt etwa fünf Gefässe) und geht bis in die Spitze der Spreite. Die Scheide ist kurz und besitzt noch keine Gewebelücken. Das erste Laubblatt, welches aus jugendlichen, im Längsschnitt fast quadratischen Zellen besteht, hat die Keimspalte noch nicht durchbrochen.

Bei Stadien, bei welchen das erste Laubblatt kaum aus der Kotyledonarscheide hervorsieht, ist die Blattscheide auch kurz und besitzt noch keine Gewebelücken. Von den drei Leitbündeln derselben ist nur das mittlere deutlich entwickelt, die seitlichen sind der Anlage nach vorhanden. In der Blattspreite sind die drei Leitbündel dagegen deutlich als solche sichtbar. Die Parenchym- und Epidermiszellen sind zum Teil noch sehr kurz. Spaltöffnungen sind bereits vorhanden.

Triglochin maritimum zeigt im wesentlichen denselben anatomischen Bau, wie *T. Barrelieri*. Bemerkenswert ist nur, dass in der ausgewachsenen Scheide besonders zwei grosse Gewebelücken auffallen, dass die Zellen mit braunem Inhalt hier allgemein auftreten, dass bei einem Stadium, welches dem der Figur 5 analog ist, die Cuticula des im Samen steckenden Teiles gegen Chromsäure sehr widerstandsfähig ist, und dass hier die Epidermis- und Parenchymzellen, welche mehr gestreckt sind, ebenso wie im freien Teile reich an Nährstoffen, und zwar an Stärke, Öl und Aleuronkörnern, sind. Adventivknospen treten später ebenso wie bei *T. Barrelieri* auf (Figur 11—13).

Der Embryo von *T. maritimum* (Figur 10) liegt innerhalb der Samenschale in ein dünnes Häutchen eingebettet. Der Kotyledo ist mächtig entwickelt. Die Zellen desselben sind ungefähr quadratisch. In der Mitte verlaufen die Initialen eines Leitbündels. Die Scheide ist kurz. Ihre Flügel greifen übereinander und liegen mit den Enden fest aneinander. Am Vegetationspunkt sieht man in Form eines Hufeisens die Anlage des ersten Laubblattes. Die Radicula ist kaum entwickelt. Ein kurzes, etwas verdicktes Hypokotyl ist vorhanden. Die Cuticula des Embryos färbt sich mit Chlorzinkjod rotbraun, ist aber gegen concentrierte Chromsäure und Schwefelsäure nicht widerstandsfähig. In den Zellen des Kotyledos sind reichlich Reservestoffe abgelagert, und zwar Stärke, Aleuronkörner und einige grössere Tropfen fetten Öls.

Der Kotyledo und das erste Laubblatt gleichen sich also äusserlich völlig. Anatomisch unterscheiden sie sich im wesentlichen dadurch, dass 1) der erstere kein vollkommen differenziertes Assimilationsparenchym und 2) nur ein Leitbündel (statt drei) besitzt. Das erste und zweite Laubblatt unterscheiden sich kaum von einander, die folgenden sind nur durch dickfleischige Blattscheiden ausgezeichnet. Der an der Übergangsstelle von Wurzel zu Achse inserierende Kotyledo und die ersten Laubblätter nehmen $^1/_2$-Stellung ein.

Alisma Plantago L.

Die Keimung verläuft so, wie es Klebs (I S. 575) angiebt. Hier entwickelt sich ein langes Hypokotyl (vergl. Tschirch II S. 172 und van Tieghem I S. 271, während Lewin I S. 4 fälschlich angiebt, es sei beinahe kein Hypokotyl vorhanden). Die Hauptwurzel wird auch hier relativ lang. Später treten aus dem unteren Achsenteil zahlreiche Nebenwurzeln aus, welche bewirken, dass man die Hauptwurzel und das Hypokotyl nur mehr schwierig als solche erkennt.

Figur 1 stellt einen jungen Keimling dar. Ältere Keimlinge wurden am 6. Mai 1893 eingesammelt.

Der Kotyledo besteht im ausgewachsenen Zustande (Figur 1 und 2) aus einer fadenförmigen Spreite und einer offenen Scheide (vergl. Lubbock I. Bd. II, S. 581). Der anatomische Aufbau ist folgender:

Die Spreite ist entsprechend dem Fehlen eines Nährgewebes ausserhalb derselben nicht in einen Sauger und einen Leiter differenziert (vergl. Lewin I S. 4). Die Epidermiszellen erscheinen im Querschnitt ziemlich gross, quadratisch, mit wenig verdickten Aussenwänden, im Flächenschnitt gestreckt, mit gewellten Wänden. Spaltöffnungen konnte ich im Gegensatz zu Lewin (I S. 4) nicht wahrnehmen. Wie Figur 3 angiebt, sind nur wenige Kreise von Parenchymzellen vorhanden, welche im Querschnitt rundlich, im Flächenschnitt gestreckt sind, locker neben einander stehen und an zwei Stellen durch Zerreissen Gewebelücken entstehen liessen. Sie enthalten Chlorophyll. In der Mitte verläuft ein Leitbündel (Lewin I S. 4), in welchem nur wenige Gefässe neben den Siebstrangelementen auftreten.

Die Epidermen der Scheide sind beiderseits gleich gestaltet. In der Centralpartie liegen zwischen ihnen einige Parenchymzellen und das Kotyledonarleitbündel, auf dessen beiden Seiten je eine Gewebelücke sich findet. In den Flügeln ist die Zahl der Parenchymschichten = 0.

Die drei ersten Laubblätter bestehen im ausgewachsenen Zustande (älteres Stadium) aus einer flächenförmig ausgebreiteten, linealen, dünnhäutigen Blattspreite (vergl. Figur 1) und einer offenen Blattscheide (vergl. Lubbock I. Bd. II. S. 584). Der anatomische Bau ist folgender:

Die Epidermiszellen sind im Querschnitt denen der Kotyledonarspreite ähnlich, im Flächenschnitt aber kaum gestreckt. Spaltöffnungen treten reichlich auf. Die Parenchymverteilung wird durch die Figur 1 angegeben. Es treten in regelmässiger Weise vier grosse und vier kleinere Gewebelücken auf. Die Parenchymzellen sind denen der Kotyledonarspreite ähnlich. Es treten drei vielfach anastomosierende Leitbündel auf, welche ebenso wie das Kotyledonarleitbündel schwach entwickelt sind. Nur das deutlicher hervortretende, von Lubbock allein wahrgenommene (I. Bd. II. S. 584) mittlere Leitbündel weist neben den

Siebstrangelementen Gefässe in etwas grösserer Zahl auf. In ihm tritt eine kleine Gewebelücke auf, was in dem Gefässstrang der Leitbündel der späteren Blattstiele allgemein vorkommt (vergl. Fietsch I S. 347). — Die Blattscheide zeigt einen ähnlichen Bau wie die Blattspreite, nur schliesst sich jederseits ein Flügel an, der nur aus den zwei Epidermen besteht. Sie unterscheidet sich also von der Kotyledonarscheide wesentlich durch den Besitz von drei Leitbündeln und andere Parenchymverteilung.

Das vierte und fünfte Laubblatt des älteren Stadiums haben löffelartige Gestalt angenommen.

Der Kotyledo inseriert da, wo die Achse in das Hypokotyl übergeht. Die Epidermis und Hypodermis des letzteren sind wie die der Achse gestaltet, das Leitbündel wie das der Hauptwurzel. In der Mitte des Leitbündels befindet sich nur ein Gefäss, um dasselbe herum liegen wenige Siebstrangelemente und eine Endodermis.

Im Stadium der Figur 1 ist das erste Laubblatt noch nicht ausgewachsen. Die Blattscheide besitzt zwar schon die charakteristische Ausbildung. In der Blattspreite sind die Gewebe aber noch ziemlich compact. Spaltöffnungen sind wohl ausgebildet. Das jugendliche zweite Laubblatt setzt sich aus einer sehr kurzen, aber den beschriebenen Bau schon darbietenden Blattscheide und einer meristematischen Blattspreite zusammen. In letzterer treten drei Leitbündelanlagen innerhalb dreier Parenchymschichten auf.

Der Embryo ist bereits von Hanstein seiner Entwickelungsgeschichte nach untersucht und abgebildet (I Tafel 8 und 9).

Der Kotyledo unterscheidet sich also vom ersten Laubblatt 1) dadurch, dass seine Spreite stielrund (nicht flächenartig ausgebreitet, dünnhäutig) ist, 2) durch etwas andere Ausbildung der Epidermis, 3) durch andere Parenchymverteilung (vergl. Figur 3 und 4) und 4) durch den Besitz nur eines Leitbündels (statt drei). Die ersten drei Laubblätter sind vollkommen gleich gebaut. Die Insertion des Kotyledos erfolgt da, wo die Achse in das lange Hypokotyl übergeht.

Triglochin Barrelieri, *T. maritimum* und *Alisma Plantago*, deren Kotyledo später Assimilationsfunction übernimmt, und deren Samen des Endosperms und Perisperms entbehren, sind nach der Art ihrer Keimung zum Klebs'schen Typus VI zu stellen (Klebs I S. 575), welcher nach Klebs für die Sumpf- und Wasserpflanzen charakteristisch ist. Da nun andererseits gerade die zu den Helobien gehörenden Potamogetonaceen, Najadaceen, Aponogetonaceen, Juncaginaceen, Alismaceen, Butomaceen und Hydrocharitaceen (neben einigen Araceen und den Orchidaceen) des Nährgewebes entbehren (vergl. Tschirch II S. 171), und da bei ihnen der Kotyledo später Assimilationsfunction übernimmt, dürfte wohl die Mehrzahl der hierhin gehörenden Formen, so z. B. *Alisma ranunculoides* (vergl. Lewin I S. 4), *Sagittaria sagittaefolia*, *Stratiotes aloides* (vergl. Lubbock I, Bd. II, S. 560 und 561), sich an die drei untersuchten Arten anschliessen. Charakteristisch für diese Gruppe ist, dass der Kotyledo den ersten Laubblättern ähnlich ist, im Aufbau aber keineswegs mit ihnen völlig übereinstimmt.

Bei denjenigen Monokotylen, deren Samen neben dem Embryo Nährgewebe enthalten, und deren Kotyledonen später Assimilationsfunction übernehmen, tritt eine Differenzierung der Kotyledonarspreite in einen nährstoffsaugenden Teil, den „Sauger", und einen freien, nährstoffleitenden Teil, den „Leiter", ein, und

die Gesamtheit von Leiter und Scheide verhält sich später physiologisch wie die ersten Laubblätter, ist ihnen bei den von mir untersuchten Keimlingen von *Asphodelus fistulosus* L., *Hyacinthus candicans* Baeck. und *Allium fistulosum* L. auch anatomisch ähnlich, wenngleich ebensowenig, wie bei der vorhergehenden Gruppe, gleich.

Die Keimung dieser drei Arten verläuft so, wie es Klebs (I S. 573) beschreibt, nur ist zu bemerken, dass meine Exemplare von *Asphodelus fistulosus* und *Hyacinthus candicans* den Samen stets mit aus der Erde herauszogen.

Asphodelus fistulosus L.

Verschieden alte Keimlinge werden durch die Figuren 16—19 wiedergegeben. Diejenigen des Stadiums der Figur 18 erhielt ich in der Zeit vom 5. März bis zum 1. April, die der Figur 19 bis zum 7. April, ferner ältere Keimlinge, bei denen das erste Laubblatt entwickelt (von der Länge des Kotyledos), ein zweites und drittes Blatt in Entwickelung waren, bis zum 18. April 1894. Figur 22 stellt den Embryo dar.

Der etwas keulenförmig angeschwollene Sauger (Figur 21) stirbt ab, wenn das Endosperm verbraucht ist, und der Kotyledo sich zum Assimilationsorgan umbildet, was die Ähnlichkeit eines völlig ausgewachsenen Kotyledos mit dem ersten Laubblatt noch vermehrt. Im Stadium der Figur 19 ist der Sauger bereits vertrocknet, wenn er mitsamt dem Samen auch noch dem saftgrünen Leiter anhaftet, was später nicht mehr der Fall ist. Der ausgewachsene Kotyledo besteht aus einem lang-cylindrischen Leiter und einer fast bis untenhin offenen Scheide (Figur 20). Der anatomische Bau (älteres Stadium) ist folgender:

Die Epidermiszellen des Leiters erscheinen im Querschnitt ungefähr quadratisch, mit dicker Aussenwand, im Flächenschnitt langgestreckt, mit geraden, nicht gewellten Wänden. Dadurch, dass in Intervallen von sechs bis acht, seltener mehr Epidermiszellenreihen eine Längsreihe etwas vorragt, und dadurch, dass deren Aussenwände in der Mitte besonders verdickt sind (ähnlich, wie es Figur 39 für das erste Blatt von *Allium fistulosum* darstellt), ist der Leiterquerschnitt nicht kreisrund, sondern zeigt kleine Rippen und breite, seichte Einbuchtungen (Figur 23). Spaltöffnungen sind vorhanden. Nach innen zu folgen auf die Epidermis zwei bis drei Kreise von Assimilationsparenchym mit kleineren und grösseren Intercellularräumen. Die Zellen der äussersten Schicht sind gegen die Oberfläche des Organs gestreckt, während die inneren Assimilationszellen ziemlich isodiametrisch, im oberen Leiterteil jedoch auch gegen die Oberfläche des Organs etwas gestreckt sind. Zwischen den Assimilationsparenchymzellen liegen einzelne Zellen, welche in der Längsrichtung des Organs gestreckt und mit Raphiden erfüllt sind. Weiter nach innen hin finden sich vier Kreise von chlorophyllfreien, im Querschnitt gross, polygonal, im Längsschnitt gestreckt erscheinenden, kleine Intercellularräume einschliessenden Parenchymzellen. Im peripherischen Teile dieser Gewebepartie verlaufen drei collaterale, nichts besonderes aufweisende Leitbündel (Figur 23).

Die Epidermiszellen der Unterseite der Scheide sind im offenen Teile denen des Leiters gleich (auch sind Leisten und Furchen vorhanden); diejenigen der Oberseite besitzen dünnere Aussenwände, bilden keine Rippen und sind weniger gestreckt, auch scheinen die Spaltöffnungen zu fehlen. Auf die Epidermiszellen der Unterseite folgen zwei Schichten von assimilierenden, rundlichen, in der Längs-

richtung kaum gestreckten, viele Intercellularräume umfassenden Parenchymzellen. Zwischen diesen und den Epidermiszellen der Oberseite liegen vier Schichten grosser, im Querschnitt polygonal, im Längsschnitt etwas gestreckt erscheinender, chlorophyllfreier, kleinere Intercellularräume umschliessender Parenchymzellen. In deren äusserer Partie verlaufen die drei collateralen Leitbündel. In den Flügeln liegt zwischen den zwei Epidermen keine oder eine Reihe farbloser Parenchymzellen. Allenthalben finden sich Raphidenzellen. — Im geschlossenen Scheidenteil bilden die Epidermiszellen der Unterseite keine Rippen. Die drei Leitbündel sind etwas auseinander gerückt, stehen immerhin aber noch alle auf dem Halbkreis, welcher als Centralpartie zu bezeichnen ist. Hier sind eine Schicht assimilierender, aber nicht chlorophyllreicher und zwei Schichten grosser, farbloser Parenchymzellen neben und zwischen den Leitbündeln vorhanden. Gegenüber liegen zwischen den Epidermen nur zwei Schichten farbloser Parenchymzellen.

Die ersten Laubblätter bestehen aus einer lang-cylindrischen Spreite und einer fast bis unten hin offenen Blattscheide.

Das ausgewachsene erste Laubblatt (älteres Stadium) schliesst sich im anatomischen Bau wesentlich dem Leiter und der Kotyledonarscheide an. Bezüglich der Blattspreite ist jedoch hervorzuheben, dass das Assimilationsparenchym insofern ausgebildeter ist, als auch im unteren Teile die Zellen der zwei Schichten gegen die Oberfläche gestreckt sind, und dass statt dreier Leitbündel deren sieben vorhanden sind, deren Gefässstränge die Siebstränge nicht, wie im Leiter, etwas umfassen, welche anastomosieren und verschieden hoch reichen, sodass im oberen Blattspreitenteil nur mehr drei Leitbündel vorhanden sind, wodurch die Blattspreitenspitze der Leiterspitze sehr ähnlich wird. In dieser Spitze treten die Epidermisrippen nur wenig hervor, auch ist die Zahl der farblosen inneren Parenchymzellen ähnlich, wie in der Leiterspitze, vermindert. — Die Blattscheide unterscheidet sich von der Kotyledonarscheide ferner dadurch, dass im Centralteil eine grössere Zahl von Parenchymschichten zusammen liegt, innerhalb deren sieben Leitbündel verlaufen, und zwar fünf in der Aussenpartie der farblosen Zellen und zwei kleinere neben der Epidermis der Oberseite. Im geschlossenen Teile der Blattscheide finden sich der Centralpartie gegenüber zwischen den Epidermen gar keine Parenchymzellen.

Das zweite Laubblatt des älteren Stadiums war noch nicht ausgewachsen (ungefähr 7 cm lang). Eine Blattscheide war noch nicht zur Ausbildung gelangt. Die Blattspreite war im unteren Teile noch unentwickelt. Im mittleren und oberen Teile zeigte sie aber im wesentlichen den Aufbau der ersten Blattspreite. Nur treten im mittleren Teile nur sechs Leitbündel auf, und das Assimilationsparenchym ist hier schon entwickelter, als im ersten Blatt, indem die Zellen mehr gegen die Oberfläche des Organs gestreckt erscheinen.

Das dritte Blatt, das erst eine Länge von 3 cm erreicht hat, erscheint noch ganz unentwickelt, schliesst sich dem Princip nach im Aufbau aber offenbar an das zweite Laubblatt an.

Der Kotyledo und das erste Laubblatt nehmen $^1/_2$-Stellung, die ersten Laubblätter untereinander nehmen $^2/_5$-Stellung ein. Die Insertion des Kotyledos erfolgt an einer Stelle, die noch Achsenstructur darbietet. Direct unterhalb findet aber der Übergang zur Hypokotylstructur statt. Hier bilden die Gefässe der Leitbündel ein nicht verfolgbares Gewirr. Weiter nach unten zeigt das Hypokotyl, das gut entwickelt, ungefähr 3 cm lang ist, ein Leitbündel, welches dem der Wurzel ähnlich ist, und eine Epidermis und Hypodermis, welche so wie die der Achse gestaltet sind. Schon im oberen Hypokotylteil brechen Neben-

wurzeln hervor. Die sich im oberen Teile bereits verzweigende Hauptwurzel wird von einem pentarchen Leitbündel durchlaufen.

An Keimlingen vom Stadium der Figur 19 untersuchte ich das jugendliche erste Laubblatt. Dasselbe schliesst sich im Bau im wesentlichen an die Jugendform des dritten Laubblattes des älteren Stadiums an. Eine Blattscheide ist noch nicht ausgebildet. Die Blattspreite zeigt im unteren Teile fünf Leitbündel, während das Assimilationsparenchym noch unentwickelt ist, und von den Epidermiszellen keine als rippenbildende ausgestaltet sind. Die Epidermis- und Parenchymzellen sind noch nicht gestreckt. Im oberen Teile sind die einzelnen Elemente der Blattspreite bereits ausgebildet. Epidermis und Assimilationsparenchym nähern sich der vollendeten Form. Die inneren, farblosen Parenchymzellen sind bereits gestreckt. Jedoch ist hier nur ein Leitbündel vorhanden.

Keimlinge, deren Kotyledo sich bereits gestreckt hat, bei denen ein erstes Laubblatt aber aussen noch nicht zu sehen ist, besitzen noch ihren Sauger (Figur 21), während das Endosperm grösstenteils verzehrt ist. Diejenigen Endospermzellen, welche noch intact sind, sind senkrecht zur Oberfläche des Saugers gestreckt und enthalten viel Proteinstoffe und (mit concentrierter Schwefelsäure braungrau werdendes) Öl. Die Epidermiszellen des Saugers sind im Querschnitt klein, quadratisch, im Flächenschnitt kurz-polygonal, an der Saugerspitze auch quadratisch. Eine Cuticula ist weder mit Chlorzinkjod noch mit Chromsäure nachweisbar, während dies für den oberen Leiterteil leicht gelingt. Die Epidermiszellen des Saugers, die demnach im Jugendzustande stehen gebliebene gewöhnliche Epidermiszellen sind, enthalten, ebenso wie die folgenden Parenchymzellen, viel Proteinstoffe. Mit dem Endosperm stehen sie in so innigem Zusammenhang, dass man dies kaum von ihnen entfernen kann. Nach innen zu liegen fernerhin im Sauger fünf bis sechs Kreise von Parenchymzellen, welche ziemlich gross, polygonal bis rundlich sowohl im Querschnitt wie im Längsschnitt erscheinen und Intercellularräume zwischen sich lassen. Innerhalb derselben verlaufen bis in die Saugerspitze hinein drei Leitbündel. Von den Parenchymzellen enthalten besonders die äusseren neben den reichlich vorhandenen Proteinstoffen Stärke und (mit concentrierter Schwefelsäure braungrau werdendes) Öl.

Bezüglich der in Rede stehenden Keimlinge ist noch zu bemerken, dass der obere Teil des Leiters bereits entwickelt ist, während der untere Leiterteil noch nicht ausgebildet ist, indem die Parenchymzellen, vornehmlich die inneren, noch sehr kurz sind. Eine Scheide ist in den ersten Anfängen vorhanden. Das Hypokotyl ist schon gut entwickelt.

Die einzelnen Zellen des Embryos (Figur 22) sind noch embryonal. Leitbündelinitialen sind vorhanden, was man besonders an Querschnitten erkennt. Die Radicula ist gut ausgebildet und verhältnismässig lang. Von einem ersten Laubblatt ist nur der erste Anfang sichtbar. Die Kotyledonarscheide ist kurz, offen; zwischen ihren Flügeln verläuft als kleiner, der Längsrichtung des Embryos folgender Schlitz die Keimspalte. Am unteren Teile des Embryos lässt sich mit Chlorzinkjod und concentrierter Schwefelsäure, weniger deutlich mit Chromsäure, eine äusserst feine Cuticula nachweisen. Die Parenchymzellen des Embryos enthalten keine Stärke, dagegen viel Öl, welches sich mit concentrierter Schwefelsäure bräunlich, mit Jodlösung gelbbraun färbt.

Das Endosperm erscheint vor Beginn der Keimung hornartig. Die Zellwände sind etwas verdickt. Im Innern findet sich reichlich Öl, welches mit concentrierter Schwefelsäure bräunlich wird, in Chloralhydrat sich langsam löst.

Der keulig verdickte, am ausgewachsenen Kotyledo aber bereits abgestorbene Sauger unterscheidet sich im Bau vom Leiter wesentlich dadurch, dass 1) seine Epidermiszellen aussen dünnwandiger sind und einer Cuticula entbehren, 2) dass Spaltöffnungen und ein Assimilationsparenchym fehlen, und dass 3) die Epidermis- und Parenchymzellen relativ kurz sind. Abgesehen vom Sauger unterscheidet sich der ausgewachsene Kotyledo vom ersten Laubblatt im wesentlichen 1) durch die geringere Ausbildung des Assimilationsparenchyms, 2) durch die geringere Leitbündelzahl (drei statt sieben verschieden hoch reichender) und 3) dadurch, dass die Kotyledonarscheide in der Centralpartie dünner ist, als die Blattscheide. Das erste und zweite Laubblatt unterscheiden sich kaum von einander. Der Kotyledo und das erste Laubblatt nehmen $^1/_2$-Stellung, die ersten Laubblätter untereinander nehmen $^2/_5$-Stellung ein. Die Insertionsregion des Kotyledos besitzt noch Achsenstructur, während direct unter ihr das Hypokotyl beginnt.

Hyacinthus candicans Back.

Die Keimlinge sind kräftiger, als die sonst ähnlichen von *Asphodelus fistulosus*. Der Figur 18 analoge Stadien erhielt ich in der Zeit vom 5. März bis zum 9. April, der Figur 19 analoge bis zum 7. Mai, solche der Figur 25 bis zum 18. Juni 1894. Figur 28 stellt den Embryo dar.

Der kaum keulenartig angeschwollene, kurz-cylindrische Sauger (Figur 26) stirbt nach Erfüllung seiner saugenden Function ab und ist am ausgewachsenen Kotyledo nicht mehr vorhanden. Dieser besteht aus einem lang-cylindrischen Leiter, welcher im unteren Teile auf der Oberseite nur etwas rinnenförmig vertieft ist, und einer geschlossenen Scheide (Figur 27). [Lewins Beschreibung (I S. 6 und 7) und Abbildungen (I Figur 4—9) zeigen klar, dass ihm nicht Material von *Hyacinthus candicans* Back., sondern irgend welches anderes zur Verfügung stand.] Der anatomische Aufbau des ausgewachsenen Kotyledos (Figur 25 und 27) ist folgender:

Die Epidermiszellen des Leiters erscheinen im Querschnitt so, wie es Figur 30 für jüngere Stadien angiebt, d. h. etwas gegen die Oberfläche des Organs gestreckt, aussen dickwandig, im Flächenschnitt langgestreckt, mit geraden Wänden. Spaltöffnungen sind wohl ausgebildet. An die Epidermis schliessen sich zwei bis drei Schichten von Assimilationsparenchym an, dessen Zellen im oberen Teil im Querschnitt rundlich sind und grössere Intercellularräume zwischen sich lassen, im Längsschnitt so erscheinen, wie es Figur 31 angiebt; im unteren Teil sind die Zellen mehr gegen die Oberfläche des Organs gestreckt. Darauf folgen ungefähr vier Kreise nicht assimilierender, im Querschnitt gross, unregelmässig rundlich, im Längsschnitt gestreckt erscheinender Parenchymzellen, welche in der Mitte besonders gross sind und leicht zerreissen. In der Peripherie dieser Gewebepartie laufen einander opponiert zwei collaterale Leitbündel (Figur 32).

Die Scheide ist zum Teil durch die heranwachsenden ersten Blätter gesprengt. Die nach aussen zu liegenden Epidermiszellen der Unterseite sind im Querschnitt mehr quadratisch, als die des Leiters, im Flächenschnitt weniger gestreckt; Spaltöffnungen sind in spärlicher Zahl vorhanden. Die nach dem Innern

gerichteten Epidermiszellen der Oberseite erscheinen im Querschnitt klein, etwa fünf- oder vierseitig, mit dünneren Aussenwänden, im Flächenschnitt kurz bis wenig gestreckt; Spaltöffnungen scheinen hier nicht vorzukommen. Zwischen den Epidermen liegen einerseits vier bis fünf, andererseits sieben bis neun Schichten von Parenchymzellen, welche im Querschnitt rundlich-polygonal, im Längsschnitt kurz-polygonal aussehen, viel Stärke enthalten und kleine Intercellularräume umschliessen. In der breiteren Centralpartie verlaufen die zwei Leitbündel so, wie es Figur 33 andeutet. Im unteren Kotyledonarteil kommen im peripherischen Teile zahlreiche Zellen mit Raphidenbündeln vor. Die Richtung der einzelnen Raphiden ist die Längsrichtung des Organs.

Die ersten Blätter bestehen aus einer lang-cylindrischen, jedoch etwas abgeflachten und, besonders im mittleren und unteren Teile, auf der Oberseite rinnenförmig vertieften Blattspreite und einer geschlossenen Blattscheide.

Das ausgewachsene erste Laubblatt (Figur 25) zeigt folgenden anatomischen Bau. Der obere und mittlere Blattspreitenteil hat Ähnlichkeit mit dem Leiter. Das Assimilationsparenchym ist aber weiter entwickelt, indem die Zellen der beiden ersten Schichten stark gegen die Oberfläche des Organs gestreckt sind. In der Peripherie des nicht assimilierenden Parenchyms, welches entsprechend dem grösseren Umfang eine grössere Zellenzahl aufweist, als das des Leiters, liegen sieben bis zehn verschieden starke Leitbündel (Figur 34). Der untere Blattspreitenteil ist zufolge der starken Rinne, welche die Oberseite darbietet, im Querschnitt halbmondförmig (Figur 35). Die Epidermis bietet nichts besonderes. Spaltöffnungen finden sich beiderseits. An die Epidermis schliessen sich eine bis zwei Schichten von Assimilationsparenchymzellen an, welche im Quer- und Längsschnitt rundlich sind. Zwischen denselben liegen die nicht assimilierenden Parenchymzellen, welche im Querschnitt kleiner, kreisrund, im Längsschnitt kaum gestreckt erscheinen. In der Centralpartie sind etwa neun Schichten, in den Flügeln schliesslich nur mehr eine Schicht solcher Zellen vorhanden. An der der Blattunterseite zugewendeten Peripherie dieser Gewebepartie verlaufen die zehn ungleich starken Leitbündel (Figur 35). — Die kurze Blattscheide ist rings fast gleich dick, dicker, als die Kotyledonarscheide; es ist eine Zwiebel im Entstehen begriffen. Die Epidermis der Oberseite und Unterseite gleicht der der Kotyledonarscheide, die Zellen sind nur etwas kleiner und kürzer. Dazwischen liegen zwölf bis vierzehn Schichten von Parenchymzellen, welche im Querschnitt ziemlich klein, rundlich bis polygonal, im Längsschnitt kurz-polygonal sind, ausserordentlich viel Stärke enthalten und kleine Intercellularräume umfassen. Innerhalb derselben verlaufen neun mehr oder minder gut ausgebildete Leitbündel und zahlreiche kleine, unentwickelte Leitbündel. Im peripherischen Teil der unteren Blattpartie befinden sich ebenfalls zahlreiche in der Längsrichtung des Organs etwas gestreckte Zellen mit Raphidenbündeln.

Das zweite Blatt schliesst sich im Bau im wesentlichen an das erste Laubblatt an. Der obere und mittlere Blattspreitenteil sind beim Stadium der Figur 25 entwickelt. Hier treten vier bezw. sieben anastomosierende Leitbündel auf. Der stark rinnenförmig vertiefte untere Blattspreitenteil ist noch nicht völlig ausgebildet, indem sämtliche Zellen noch kurz sind, wohingegen Spaltöffnungen wenigstens zum Teile bereits fertig sind. Im Querschnitt sieht man sieben mehr oder minder gut ausgebildete Leitbündel längs der Unterseite und drei unausgebildete Leitbündelchen längs der Oberseite verlaufen. Die Blattscheide ist ebenfalls kurz, dicklich, ausserordentlich stärkereich, im wesentlichen der des ersten Laubblattes ähnlich. Raphidenzellen sind ebenfalls in grösserer Zahl vorhanden.

Das dritte Blatt des Stadiums der Figur 25 ist noch ziemlich jung, schliesst sich im Bau aber dem zweiten ganz an. Der ausgebildete obere Blattspreitenteil zeigt sechs oder sieben Leitbündel. Der mittlere Blattspreitenteil, bei welchem vor allem das Assimilationsparenchym noch nicht entwickelt ist, zeigt deutlich das Princip des Aufbaues des zweiten Blattes. Der stark rinnenförmig vertiefte untere Blattspreitenteil und die Blattscheide sind noch sehr kurz. Letztere ist dicklich, stärkereich. Die Leitbündel sind meist noch nicht fertig.

Der Kotyledo und die ersten Blätter nehmen ½-Stellung ein.

Bei Keimlingen, welche denen der Figur 19 analog sind, ist zwar die Scheide und der Leiter noch unvollendet, der Sauger aber wohl erhalten; das erste Laubblatt ist jugendlich.

Die Epidermiszellen des Saugers (Figur 26) sind im Querschnitt klein, quadratisch, im Längsschnitt wenig gestreckt, an der Spitze ebenfalls quadratisch. Die Aussenwand ist mässig verdickt, wie es Figur 29 zeigt (vergl. Eichler I S. 193). Weder mit Chlorzinkjod noch mit Chromsäure lässt sich deutlich eine Cuticula nachweisen, während der obere Leiterteil (direct vor dem Samen) eine leicht zu erkennende starke Cuticula besitzt. Spaltöffnungen und ein Assimilationsparenchym sind nicht vorhanden. Die Epidermis umschliesst ungefähr sechs Kreise von Parenchymzellen, welche im Querschnitt ziemlich gross, rundlich-polygonal, im Längsschnitt etwas gestreckt erscheinen und kleine Intercellularräume umfassen, und die zwei bis in die Spitze reichenden Leitbündel.

Eine Vergleichung eines 1 cm langen ersten Laubblattes mit einem ebensolangen Kotyledo zeigt, dass abgesehen vom Sauger Kotyledo und Laubblatt sich wesentlich nur durch die Leitbündelzahl unterscheiden, indem ersterem stets zwei Leitbündel, letzterem im unteren Teile sieben, im oberen Teile noch drei Leitbündel zukommen. Assimilationsparenchym und Scheide sind beiderseits noch kaum entwickelt.

Die Insertion des Kotyledos untersuchte ich an Keimlingen, bei welchen das erste Laubblatt die Scheide noch nicht durchbrochen hat, bei denen noch keine Nebenwurzeln vorhanden sind. Rechts und links von der Knospe treten die zwei Leitbündel aus dem Kotyledo aus, neigen sich zusammen und vereinigen sich am verdickten Übergangsglied zur Wurzel derart, dass die einzelnen Gefässe jedes Leitbündels in den verschiedenen Gefässsträngen des nunmehr beginnenden Wurzelleitbündels ihre Fortsetzung finden. Ein Hypokotyl ist hier nicht unterscheidbar. Der obere Wurzelteil weist zahlreiche Wurzelhaare auf, während solche an dem Hauptteil der Wurzel nur spärlich auftreten. Das Wurzelleitbündel ist triarch, tetrarch oder pentarch.

Der gekrümmte Embryo (Figur 28), der in seltenen Fällen fast gerade ist, besteht aus meristematischen Zellen, welche alle sehr kurz sind. Leitbündelinitialen sind vorhanden. Die Radicula ist gut ausgebildet, wenn auch kurz. Ein erstes Laubblatt ist am Vegetationspunkt noch kaum differenziert. Die Kotyledonarscheide ist sehr kurz. Die Keimspalte bildet einen kleinen, in der Längsrichtung des Embryos verlaufenden Schlitz. Der Embryo besitzt wenigstens zum Teil eine äusserst feine Cuticula, welche sich mit Chlorzinkjod rotbraun färbt, gegen Chromsäure aber nicht widerstandsfähig ist. Er enthält keine Stärke, wohl aber Proteinsubstanzen und Öl, welche das Zellnetz sehr undeutlich machen, mit Alkohol und Chloralhydrat sich aber leicht herausziehen lassen. Das Öl färbt sich mit Jodlösung rotbraun.

Die Zellwände des Endosperms sind etwas verdickt und stark netzförmig getüpfelt (grosse Tüpfel). Die Zellen enthalten Proteinstoffe und Öl, nicht aber Stärke.

Der kaum keulenartig verdickte, nach Vollendung der Saugfunction absterbende Sauger steht also zum Leiter in einem ähnlichen Verhältnis, wie Sauger und Leiter von *Asphodelus fistulosus*. Abgesehen vom Sauger unterscheidet sich der ausgewachsene Kotyledo vom ersten Laubblatt im wesentlichen 1) dadurch, dass der Leiter stielrund, nur im untersten Teile auf der Oberseite etwas rinnenförmig vertieft ist, während die Blattspreite etwas abgeflacht, im mittleren und unteren Teile deutlich bis stark rinnenförmig vertieft ist, 2) durch die etwas unvollkommenere Ausbildung des Assimilationsparenchyms, 3) durch die geringere Zahl der Leitbündel (zwei statt zahlreicherer, anastomosierender, verschieden weit emporsteigender) und 4) dadurch, dass die Kotyledonarscheide dünn bleibt, die Blattscheide dagegen dicklich und überall gleich dick wird. Das erste und zweite Laubblatt unterscheiden sich kaum von einander. Der Kotyledo und die ersten Laubblätter nehmen $^1/_2$-Stellung ein. Ersterer inseriert an der Übergangsstelle von Achse zu Wurzel.

Allium fistulosum L.

Diese Art verhält sich im wesentlichen so, wie es Klotz (I S. 41—50) für *Allium Cepa* L. und *A. Porrum* L. beschreibt. Bemerken möchte ich nur, dass der Sauger, welcher gekrümmt im Endosperm liegt (Figur 36) und länger, als der Samen, aber nicht dicker, als das obere Leiterende ist, am untersten Ende eine deutlich nachweisbare, wenn auch dünne Cuticula besitzt, dass ich am übrigen Teile aber weder mit Chlorzinkjod, noch mit Chromsäure eine Cuticula nachweisen konnte, während andererseits die Leiterspitze bereits eine sehr dicke Cuticula aufweist. Am Knie des Leiters konnte ich bei meinen Keimlingen von *Allium fistulosum* ebensowenig, wie an denen von *Hyacinthus candicans*, einen Parenchymkegel wahrnehmen. Die Zellen, welche auf der convexen (oberen) Seite des Knies liegen, erscheinen etwas grösser, als diejenigen, welche auf der concaven (unteren) Seite sich befinden. (Vergl. Klotz I S. 47.) Die einen milchigen Inhalt führenden Schläuche (vergl. de Bary, Vergleichende Anatomie der Vegetationsorgane etc., S. 154) kommen nicht nur in den ersten Laubblättern, sondern auch im Kotyledo vor. Während die Aussenwände der Epidermiszellen des Kotyledos in der Mitte nur wenig dicker, als sonst sind, ist dies bei den ersten Laubblättern in stärkerem Masse der Fall, bei vielen Epidermiszellen finden sich sogar starke Längswandleisten in der Mitte, wie es Figur 39 im Querschnitt darstellt. Sowohl bei den Blattscheiden, wie bei der Kotyledonarscheide sind die Aussenwände der Epidermiszellen der Oberseite gleichmässig und nicht sehr stark verdickt.

Während der Kotyledo abgesehen vom Sauger äusserlich den ersten Laubblättern gleicht, indem der Leiter und die Blattspreiten lang-cylindrisch sind, die Kotyledonarscheide und die Blattscheiden ziemlich gross, geschlossen, nur oben offen sind, besitzen sie im ausgewachsenen Zustande auch eine ähnliche anatomische Zusammensetzung. Die Blattspreiten unterscheiden sich vom Leiter durch den Besitz von Wandleisten an vielen Zellen der Epidermis, dadurch, dass die erste Schicht des Assimilationsparenchyms mehr pallisadenartig ausgebildet ist, durch das Vorhandensein einer grösseren Zahl von gewöhnlichen Leit-

bündeln statt eines einzigen, das zwei Siebstränge und drei dazwischen liegende Gefässstränge aufweist (vergl. Klotz I S. 48 und 49), und dadurch, dass sich im Centrum (abgesehen von der Spitze) eine grosse Gewebelücke findet (vergl. Figur 40 und 41). Die Blattscheiden besitzen im Gegensatz zu der Kotyledonarscheide an der Epidermis der Unterseite ebenfalls viele Längswandleisten und eine grössere Leitbündelzahl. Es treten fünf Leitbündel in jedes Blatt ein, teilen sich und anastomosieren im weiteren Verlaufe, sodass man auf Querschnitten durch die Blattscheide fünf bis sieben, auf solchen durch die Blattspreite gewöhnlich sieben, in der Spitze aber nur mehr drei bis vier Leitbündel sieht.

Der Sauger, der am ausgewachsenen Kotyledo vertrocknet ist (vergl. Klotz I S. 49), jedoch an Keimlingen, welche etwas jünger sind, als die analogen der Figur 19, noch gut erhalten ist, unterscheidet sich vom Leiter dadurch, dass die Epidermiszellen (abgesehen vom unteren Saugerende) keine Cuticula besitzen, aussen dünnwandig (vergl. Eeeling I S. 192) und wenig gestreckt, an der Spitze sogar ziemlich würfelförmig sind, und dadurch, dass ein Assimilationsparenchym nicht differenziert ist, die Parenchymzellen der fünf Kreise vielmehr gleichartig gestaltet, isodiametrisch, überall gleich gross sind.

Klotz sagt in seiner Arbeit nichts über die Blattstellung und die Kotyledonarinsertion. Bei *Allium fistulosum* nehmen die ersten Laubblätter und der Kotyledo $^1/_2$-Stellung ein. Die Insertion des letzteren untersuchte ich an ziemlich jungen Keimlingen, da später die zahlreichen Nebenwurzeln die Beobachtung erschweren. Das Kotyledonarleitbündel setzt sich an das Hypokotylleitbündel da an, wo der Übergang zur Achsenstructur stattfindet. Das Hypokotyl ist wenigstens bei den jungen Stadien sehr kurz. Sein Leitbündel ist dem der Wurzel ähnlich; Epidermis und Hypodermis sind denen der Achse gleich. Das Wurzelleitbündel ist diarch.

Der Embryo (Figur 38) enthält ebenso, wie das hornartige Endosperm, viel Proteinstoffe und Öl, aber keine Stärke. Die Öltropfen färben sich mit Jodlösung gelbbraun, bleiben aber bei Behandlung mit concentrierter Schwefelsäure farblos. Der Embryo besitzt wenigstens teilweise eine feine Cuticula, welche sich mit Chlorzinkjod gelbbraun bis rotbraun färbt, gegen Chromsäure aber nicht widerstandsfähig ist.

Junge Keimlinge erhielt ich in der Zeit vom 19. April bis zum 30. April, ältere bis Mitte Mai, alte bis Anfang Juni 1894.

Der nicht keulenartig verdickte, aber relativ lange, am ausgewachsenen Kotyledo abgestorbene Sauger und der Leiter verhalten sich im Bau also ähnlich zu einander, wie die von *Asphodelus fistulosus*. Abgesehen vom Sauger unterscheidet sich der Kotyledo vom ersten Laubblatt im wesentlichen 1) durch den Mangel der Wandleisten an den Epidermiszellen, 2) durch die etwas unvollkommenere Ausbildung des Assimilationsparenchyms, 3) durch die geringere Zahl (eins statt fünf sich teilender) und andere Ausbildung der Leitbündel (vergl. Figur 40 und 41). Das erste und zweite Laubblatt stimmen im Aufbau im wesentlichen überein. Der an der Übergangsstelle von Achse zu Hypokotyl inserierende Kotyledo und die ersten Laubblätter nehmen $^1/_2$-Stellung ein.

Asphodelus fistulosus, *Hyacinthus candicans* und *Allium fistulosum*, deren Kotyledonen später Assimilationsfunction übernehmen, und deren Samen Endosperm enthalten, gehören nach der Art ihrer Keimung zum Klebs'schen Typus V (Klebs I S. 573 und 574). Wahrscheinlich schliesst sich die Mehrzahl der zu

diesem Typus gerechneten Formen an die drei untersuchten Arten an, so vor allem *Allium Cepa* L. und *A. Porrum* L. (Klotz I S. 41 etc.), ferner wohl *Agave americana* L. (vergl. Lewin I S. 5) und *Juncus* spec. (vergl. Lewin I S. 5), welch letztere Klebs zum Typus VI stellt. Charakteristisch für diese Gruppe ist also, dass die Kotyledonarspreite sich in einen Sauger und einen Leiter differenziert hat, von denen der erstere seiner Function entsprechend abweichend gebaut ist und abstirbt, bevor der Kotyledo ausgewachsen ist, wohingegen der Leiter in Verbindung mit der Scheide den ersten Laubblättern ähnlich, aber ebensowenig, wie bei der ersten Gruppe, gleich wird.

In den vorigen Abschnitten sind die Arten, deren Kotyledo über die Erde tritt und als solcher Assimilationsfunction übernimmt, beschrieben. Bei den folgenden Species bleibt der Kotyledo im ganzen unter der Erde und hat nur eine zweifache Aufgabe. Mittelst des im Samen stecken bleibenden Saugers werden die im Endosperm bezw. Perisperm aufgespeicherten Nährstoffe ausgesogen, und andererseits schützt eine mehr oder minder stark sich entwickelnde Scheide die jungen Blattanlagen. Sauger und Scheide werden entweder durch einen freien Leiter oder durch ein Hypokotylstück oder durch beides mit einander verbunden.

Von den von mir untersuchten Formen, deren Kotyledo hypogäisch bleibt, sind *Dioscorea bulbifera* L., *Asphodelus luteus* L. und *Iris Pseud-Acorus* L. diejenigen, bei denen der Kotyledo sich am engsten an diejenigen der vorherbesprochenen Gruppe anschliesst, indem ein Sauger, ein Leiter und eine Scheide sich in ähnlicher Weise aneinanderreihen, wie z. B. bei *Asphodelus fistulosus*.

Dioscorea bulbifera L.

Die Keimung verläuft ebenso, wie es Klebs (I S. 566) für *Dioscorea alata* im Anschluss an *Iris Pseud-Acorus* angiebt, und ähnlich, wie es Bucherer (I S. 3 und 4) für *Tamus communis* beschreibt.

Verschieden alte Keimlinge werden durch die Figuren 42—45 wiedergegeben. Solche vom Stadium der Figur 43 erhielt ich in der Zeit vom 5. März bis zum 26. April, die der Figur 44, zu welcher das ausgewachsene erste Laubblatt, die Nebenwurzeln und der Samen hinzuzudenken sind, bis zum 29. Mai, die der Figur 45 bis zum 25. Juni 1894. Figur 47 stellt den Embryo, Figur 48 dessen Lage im Samen dar.

Der ausgewachsene Kotyledo (Figur 44 und 46) besteht aus einem flachen, blattartig ausgebreiteten Sauger (vergl. Tschirch II S. 168), einem kurzen, cylindrischen Leiter und einer ebenfalls kurzen, offenen Scheide (vergl. Klebs I S. 566). Nach Solms-Laubach (I S. 85) tritt bei *Tamus communis* die Kotyledonaranlage als gleichmässiger, die Plumula umgebender Ringwall auf, dann erhebt sich aber gegenüber dem stärker sich entwickelnden, weiterhin zur Lamina werdenden oberen Teile in der Mediane ein kleiner Wulst, der von Dutrochet und Strasburger als rudimentärer zweiter Kotyledo gedeutet worden ist, nach Solms-Laubach aber zum einzigen Kotyledo gehört. Nach genanntem Autor soll die Entwickelung bei der Gattung *Dioscorea*, so vor allem bei *Dioscorea pyrenaica* Bur., ganz ähnlich der von *Tamus communis* sein (I S. 84 und 85). Der in Rede stehende Wulst bildet sich bei *Tamus communis* nach Bucherer (I S. 3)

zu einem bald vertrocknenden Häutchen um, während der gegenüberliegende Teil weiter heranwächst. Wahrscheinlich verläuft die Entwickelung des Kotyledos bei *Dioscorea bulbifera* ähnlich, wenigstens konnte ich die letzteren Angaben bestätigt finden. Durch das Absterben des genannten Wulstes wird die Scheide, die ursprünglich eine geschlossene war, zur offenen. Die Anatomie des ausgewachsenen Kotyledos ist folgende.

Der Sauger, welcher beim Embryo noch klein ist, nach Verbrauchung des Endosperms aber fast den ganzen (flachen) Samen ausfüllt, besitzt eine Epidermis, deren Zellen aussen dünnwandig, im Querschnitt ungefähr quadratisch, im Flächenschnitt etwas gestreckt, mit geraden, spitzwinkelig aufeinanderstossenden Wänden erscheinen. Eine Cuticula konnte ich nicht nachweisen. Spaltöffnungen sind nicht zu sehen. Zwischen den Epidermen liegen drei bis vier Schichten von farblosen Parenchymzellen (von mittlerer Grösse), welche ziemlich isodiametrisch sind und Intercellularräume umfassen. Das in den Sauger eintretende Leitbündel verzweigt sich in demselben so, wie es Figur 46 angiebt. Jeder Leitbündelzweig ist collateral, aber wenig entwickelt; der Siebstrang ist nach der Unterseite gerichtet.

Die Epidermiszellen des Leiters unterscheiden sich von denen des Saugers nur dadurch, dass sie aussen etwas dickwandiger sind und eine deutlich nachweisbare Cuticula besitzen. Kurze mehrzellige Haare finden sich hier und da. Spaltöffnungen konnte ich nicht wahrnehmen. Im Innern verläuft excentrisch ein Leitbündel von elliptischer Gestalt, das zwei Gefässstränge und zwei Siebstränge so enthält, wie es Figur 49 andeutet. Zur einen Seite dieses Leitbündels liegen etwa vier, zur anderen etwa acht Schichten farbloser Parenchymzellen, welche im Querschnitt rundlich, im Längsschnitt kaum gestreckt sind und Intercellularräume zwischen sich lassen. Vereinzelt treten im Parenchym langgestreckte, schleimige Secretzellen mit Raphiden auf.

Die Epidermiszellen der Scheide sind denen des Leiters gleich. Haare konnte ich nicht wahrnehmen. Auch das Leitbündel ist dem des Leiters ähnlich, nur macht es noch mehr den Eindruck zweier nebeneinander herlaufender, die Siebstränge nach der Unterseite richtender Leitbündel und ist mehr in die Mitte gerückt, indem ungefähr fünf bis sechs Parenchymschichten, die denen des Leiters ähnlich sind, beiderseits sich finden. Die Zahl der Schichten nimmt in den Flügeln natürlich bedeutend ab, um schliesslich = 0 zu werden. In der Scheide finden sich ebenfalls die schleimigen Secretzellen mit Raphiden.

Das ausgewachsene erste Laubblatt (Figur 45) besteht aus einer sehr kurzen Scheide, einem langen, cylindrischen Blattstiel und einer flach ausgebreiteten Blattspreite. Der anatomische Aufbau ist folgender.

Die Blattscheide ist im untersten Teile geschlossen, sonst offen. Die Epidermiszellen sind denen der Kotyledonarscheide ähnlich, allerdings aussen dickwandiger, mit feinen Längsrillen versehen. Die Schichtenzahl und die Form der Parenchymzellen sind denen des Kotyledonarparenchyms gleich. Im geschlossenen Teile setzen mehrere Parenchymschichten ganz durch. Auch treten die langgestreckten schleimigen Secretzellen mit Raphiden auf. Mit den Leitbündeln verhält es sich aber ganz anders, als bei der Kotyledonarscheide. In der Mitte und an den beiden Enden der breiten Centralpartie verläuft, der Epidermis der Unterseite mehr genähert, als der der Oberseite, je ein Leitbündel, von denen jedes einen Gefässstrang und zwei Siebstränge, wie es Figur 50 andeutet, enthält, während nach aussen hin langgestreckte Sklerenchymzellen vorgelagert sind.

Der Blattstiel, welcher ebenso, wie der Leiter, kurze mehrzellige Haare aufweist, und in dessen Peripherie auch langgestreckte schleimige Secretzellen mit Raphiden auftreten, zeigt in verschiedenen Höhen

einen verschiedenen Bau. Der untere Teil erscheint im Querschnitt ungefähr so, wie es Figur 51 angiebt. Die Epidermiszellen sind aussen stark verdickt, mit feinen Rillen versehen, im Querschnitt ungefähr quadratisch, im Flächenschnitt gestreckt, mit geraden, spitzwinkelig zusammenstossenden Wänden. Spaltöffnungen kommen vereinzelt vor. Darauf folgen drei Schichten von Parenchymzellen, die im Querschnitt grösser, rundlich, im Längsschnitt gestreckt sind und kein Chlorophyll enthalten. Zwischen ihnen finden sich reichlich Intercellularräume. Weiterhin schliesst sich ein typischer mechanischer Ring aus ziemlich grossen, langgestreckten Sklerenchymzellen (mit schräg gestellten Tüpfeln an den Seitenwänden) an. Solcher Zellen sind etwa zwei Schichten vorhanden. Da, wo sich die drei Leitbündel an diesen Ring anschliessen, sind die Sklerenchymzellen im Querschnitt etwas kleiner und dickwandiger. Die drei Leitbündel weisen auch je einen Gefässstrang und je zwei Siebstränge auf, wie es Figur 51 angiebt. Im Innern liegen schliesslich ungefähr fünf Kreise von farblosen Parenchymzellen. Zu bemerken ist, dass im untersten Blattstielteil die Parenchymzellen ziemlich viel Stärke (ebenso wie die Blattscheidenzellen) enthalten, und dass hier der Ring von Sklerenchymzellen durch Parenchym vertreten ist, während den drei Leitbündeln langgestreckte Sklerenchymzellen vorgelagert sind. — Der obere Teil des Blattstieles gestaltet sich allmählich ganz anders. Sieben mehr oder minder tiefe Furchen zeigen sich hier. An die Epidermis, an welcher die Rillen viel deutlicher zu sehen sind, deren Zellen aussen noch dickwandiger sind, als im unteren Teile, schliesst sich so, wie es Figur 52 andeutet, typisches Kollenchym an, wohingegen die lang gestreckten Sklerenchymzellen ganz fehlen, selbst vor den Leitbündeln. Durch Verzweigung sind im ganzen sechs an Grösse etwas verschiedene Leitbündel entstanden.

In der Blattspreite tritt eine beträchtliche weitere Leitbündelverzweigung ein. Die auf der Unterseite stark hervortretenden Hauptnerven sind an Figur 45 zu sehen. Ausserdem findet sich ein feines Netz von zahlreichen Nerven des zweiten und dritten etc. Grades. Die Secundärnerven gehen annähernd unter rechten Winkeln von den Primärnerven ab zu den benachbarten Primärnerven hin. An den Hauptnerven sind die Epidermiszellen, besonders die der Unterseite, ähnlich, wie beim Blattstiel. So, wie es Figur 53 andeutet, finden sich hier typisches Kollenchym und ein Leitbündel, welches nicht deutlich zwei Siebstränge erkennen lässt, und dem keine Sklerenchymzellen vorgelagert sind. Die Parenchymzellen sind hier denen des Blattstieles ähnlich, chlorophyllfrei. Im übrigen ist der Aufbau folgender. Die Epidermiszellen der Oberseite erscheinen im Querschnitt gross, quadratisch bis rechteckig (grösster Durchmesser in tangentialer Richtung), im Flächenschnitt unregelmässig gestaltet, mit kaum gewellten Wänden; Spaltöffnungen sind hier nicht zu sehen. Die Epidermiszellen der Unterseite sind im Querschnitt kleiner, auch quadratisch bis rechteckig, im Flächenschnitt unregelmässig, mit grob gewellten Wänden; Spaltöffnungen sind hier reichlich vorhanden. Die am jungen Blatt vielfach auftretenden mehrzelligen kurzen Haare sind hier spärlich. Zwischen den zwei Epidermen liegen ungefähr vier bis fünf assimilierende Parenchymschichten, deren oberste aus grösseren, kaum gegen die Oberfläche des Organs gestreckten, zahlreiche kleine Intercellularräume umfassenden Pallisadenzellen besteht, während die anderen sich aus unregelmässig kugeligen bis wurstförmigen, grössere Intercellularräume umschliessenden Schwammparenchymzellen zusammensetzen. Innerhalb des Assimilationsparenchyms finden sich reichlich Raphidenzellen, welche weniger lang gestreckt sind, als im Blattstiele.

Das ausgewachsene zweite Laubblatt (Figur 45) schliesst sich im Bau im wesentlichen an das erste an. Die Blattscheide ist allerdings etwas grösser, mit blossem Auge als solche erkennbar. Der untere Teil des

Blattstieles besitzt eine ziemlich tiefe Furche da, wo die Achse vorbeiläuft. Ausserdem ist im untersten Teile bereits der Sklerenchymring vorhanden, an welchen sich die drei anastomosierenden Leitbündel anschliessen. Im mittleren Teile, in welchem der Übergang vom Bau des unteren Teiles zu dem des oberen stattfindet, steigt der Sklerenchymring etwas höher empor, indem er sich noch da findet, wo bereits sechs Leitbündel auftreten, wo die Furchen aber noch nicht tief sind und wo das Kollenchym noch fehlt.

Das dritte Laubblatt (Figur 45) besitzt auch eine mit blossem Auge deutlich als solche erkennbare Blattscheide. Deren Epidermiszellen sind denen der Blattstiele des ersten und zweiten Blattes gleich (also aussen sehr dickwandig, mit deutlich hervortretenden Längsrillen). So, wie es Figur 54 andeutet, findet sich hier typisches Kollenchym. Durch Verzweigung der drei in das Blatt eintretenden Leitbündel treten bald fünf anastomosierende Leitbündel auf (vergl. Figur 54). Der untere Blattstielteil besitzt ebenfalls an der der Achse zugewendeten Seite eine grosse Furche (Figur 55). Auch hier finden sich fünf anastomosierende Leitbündel und typisches Kollenchym (Figur 55), während ein Sklerenchymring noch nicht da ist, auch den Leitbündeln keine Sklerenchymzellen vorgelagert sind. Im mittleren Blattstielteil tritt neben der Epidermis auch etwas Kollenchym auf, welches aber nicht typisch ist, während der Aufbau sonst völlig dem des mittleren Teiles des zweiten Blattstieles gleicht (vor allem findet sich der Sklerenchymring). Der obere Blattstielteil und die Lamina schliessen sich im Bau ganz an die des zweiten Blattes an.

Das vierte Blatt des älteren Stadiums (Figur 45) ist noch ganz jugendlich.

Der Kotyledo und das erste Laubblatt nehmen ungefähr $^1/_2$-Stellung ein, was wegen der knolligen Anschwellung an Keimlingen vom Stadium der Figur 44 weniger deutlich erkennbar ist, als an solchen vom Stadium der Figur 43. An den untersuchten Exemplaren des Stadiums der Figur 41 nahmen das erste und zweite Laubblatt auch ungefähr $^1/_2$-Stellung ein, während sie bei den untersuchten Exemplaren vom Stadium der Figur 43 ungefähr $^1/_3$-Stellung darboten. Die Stellung des zweiten, dritten, vierten etc. Blattes konnte ich nicht mit Sicherheit ermitteln. Einem Exemplar zufolge, welches noch älter war, als das der Figur 45, schienen sie mir ungefähr $^1/_3$-Stellung einzunehmen, oder vielleicht $^5/_{13}$-Stellung, wie es Becherer (1 S. 27) als allgemeinen Fall für *Tamus communis* angiebt.

Aus der Achsel des zweiten Laubblattes tritt das dünne, cylindrische, durch lange Internodien ausgezeichnete Achsenstück aus. In der Achsel dieses Blattes findet sich ferner, ebenso wie in den Achseln des dritten und vierten Blattes, eine jugendliche Knospe.

Die Knolle zeigt aussen Korkbildung, im Innern polygonale bis kugelige, äusserst stärkereiche Parenchymzellen mit Raphidenzellen und die zu den Wurzeln, dem Kotyledo, den zwei ersten Blättern und der Achse gehenden Leitbündel. Die Entwickelung derselben habe ich nicht genau verfolgt. Sie scheint eine ähnliche zu sein, wie Becherer (1) es für *Tamus communis* beschreibt. Das Internodium zwischen der Insertionsstelle des Kotyledonarleitbündels und der der Leitbündel des ersten Blattes ist kurz. Die Leitbündel des zweiten Blattes inserieren weiterhin kaum höher. Die Knolle besteht demnach wohl aus dem unregelmässig, einseitig stärker angeschwollenen ersten Internodium unter Beteiligung des zweiten und des untersten Teiles des dritten Internodiums, sowie des eventuell auch unregelmässig etwas angeschwollenen kurzen Hypokotyls. Dieses beginnt an der Insertionsstelle des Kotyledos. Sein Leitbündel wendet sich rasch nach auswärts, um in die bald absterbende Hauptwurzel einzutreten. Zur Seite der Knolle brechen zahlreiche Nebenwurzeln hervor (Figur 45). Die Hauptwurzel hat ein tetrarches Leitbündel und zahlreiche Wurzelhaare.

Das jugendliche erste Laubblatt des Stadiums der Figur 43 zeigt schon deutlich das Princip des späteren Aufbaues. Sklerenchymzellen und Kollenchym sind allerdings noch nicht vorhanden. Die Blattscheide und der untere Blattstielteil sind in der Entwickelung schon ziemlich vorgeschritten, während der obere Blattstielteil noch sehr unvollendet ist. In der Blattspreite sind die einzelnen Elemente in Differenzierung begriffen. Spaltöffnungen sind schon ausgebildet.

Bei einem ersten Laubblatt, welches noch kleiner ist, als das der Figur 42 (höchstens $^1/_2$ cm lang), sind Blattscheide und Blattstiel schon relativ entwickelt, die Blattspreite ist noch sehr kurz. Die Blattscheide ist im untersten Teile geschlossen. Die Epidermiszellen sind aussen schon dickwandig, mit feinen Rillen versehen. Die Zahl der Parenchymschichten ist dieselbe, wie später. Es treten bereits drei Leitbündel auf, in welchen deutlich die zwei Siebstränge und drei Gefässe entwickelt sind. Der Blattstiel ist im unteren Teile annähernd rundlich, im oberen stark gerippt. Die Epidermiszellen sind so, wie bei der Blattscheide. Die Zahl der Parenchymzellen ist bereits vollständig. Auch hier verlaufen drei Leitbündel, welche einige Gefässe und die zwei Siebstränge im unteren Teile deutlich, im oberen Teile weniger deutlich entwickelt zeigen. Im oberen Teile ist bereits die Anlage zum Kollenchym wahrnehmbar. Bei Beginn der sehr kurzen Blattspreite teilen sich die Leitbündel in fünf, welche in den stark hervortretenden fünf Hauptnerven verlaufen. Innerhalb letzterer sieht man schon die Anlage zu Kollenchym. Zwischen diesen Nerven treten nur die beiden Epidermen und drei Parenchymschichten auf. Über das Vorhandensein von Spaltöffnungen bin ich nicht ins Klare gekommen. Die kurzen Haare, welche sich hier als verschieden gestaltete Drüsenhaare erweisen, finden sich am Blattstiel, besonders aber an der Blattspreite reichlich. Raphidenzellen treten in allen Teilen des jugendlichen Blattes auf. (Vergl. Figur 56.)

Bei einem ersten Laubblättchen, welches ungefähr 1 mm gross ist, sind Blattscheide und Blattstiel deutlich differenziert, ähnlich gebaut, wie bei dem eben beschriebenen Stadium. Allerdings sind Kollenchymanlagen noch nicht zu sehen, und der obere Blattstielteil ist nicht sehr tief gefurcht. Anlagen der drei charakteristischen Leitbündel durchziehen das ganze. Die Blattspreite beginnt gerade, sich zu differenzieren. Im Querschnitt sieht man schon deutlich die Anlagen von fünf Hauptnerven auf der Unterseite vorspringen. Die erwähnten Drüsenhaare sind reichlich zu sehen.

Den Embryo konnte ich wegen Mangels an Material nicht genau untersuchen. Seine Gestalt und Lage im Samen werden durch die Figuren 47 und 48 wiedergegeben. Die Radicula scheint ähnlich entwickelt zu sein, wie es Bucherer (1) für *Tamus communis* abbildet. Die Plumula ist weit vorgeschritten. Vom Kotyledo ist hauptsächlich der zum Sauger werdende Teil ausgebildet. Die Zellen sind alle noch kurz. Leitbündelinitialen sind jedenfalls vorhanden, denn bald nach Beginn der Keimung, wenn der Sauger sich nur wenig vergrössert hat, der Embryo die Samenschale noch nicht durchbrochen hat, sind im Sauger entwickelte Leitbündel wahrnehmbar. Die Zellen enthalten viel Öl, das sich in Chloralhydrat löst. Bald nach Beginn der Keimung zeigt sich in ihnen auch viel Stärke.

Das hornige Endosperm hat die Gestalt des flachen Samens, birgt aber im Innern einen spaltförmigen Hohlraum, welcher ungefähr dem Raume entspricht, welchen später der heranwachsende Sauger einnimmt, nur dünner ist. Die Zellen des Endosperms sind sehr dickwandig und enthalten grosse Mengen eines Öles, welches sich in Chloralhydrat leicht löst, mit Jodlösung gelbbraun, mit concentrierter Schwefelsäure gelblich wird. Stärke ist nicht vorhanden.

Sauger, Leiter und Scheide stehen ihrer äusseren Form nach also in einem ähnlichen Verhältnis zu einander, wie Blattspreite, Blattstiel und Blattscheide. Der Unterschied zwischen dem Kotyledo und dem ersten Laubblatt ist folgender. Während im Sauger die Leitbündelverzweigung eine geringe, wenn auch relativ starke ist, findet innerhalb der Blattspreite eine äusserst weitgehende Leitbündelverzweigung statt, und die einen besonderen Bau aufweisenden Hauptnerven treten auf der Unterseite stark hervor. Ferner haben die Epidermiszellen des Saugers eine andere Gestalt und sind aussen dünnwandiger, als die der Blattfläche, und es fehlen dem Sauger Spaltöffnungen und assimilierende Zellen, während innerhalb der Blattspreite sogar eine Differenzierung in Pallisaden- und Schwammparenchym vor sich gegangen ist. Der Leiter und Blattstiel unterscheiden sich im wesentlichen dadurch, dass 1) ersterer sehr kurz und stielrund (nicht gefurcht) bleibt, 2) dass seine Epidermiszellen keine Längsrillen besitzen, 3) dass ihm sklerenchymatische und kollenchymatische Elemente ganz fehlen, und 4) dass er von einem grossen (vielleicht zwei neben einander herverlaufenden) Leitbündel durchzogen wird, während in den Blattstiel drei Leitbündel mit je zwei Siebsträngen eintreten, welche durch Verzweigung im oberen Teil sechs Leitbündel entstehen lassen. Die Kotyledonarscheide und Blattscheide zeigen schliesslich die wesentlichen Unterschiede, dass 1) die Epidermiszellen der ersteren der Längsrillen entbehren, und dass 2) auch in ihr ein grosses (vielleicht zwei nebeneinander verlaufende gewöhnliche) Leitbündel auftritt, während die Blattscheide von drei Leitbündeln durchzogen wird, von welchen jedes vorn vor einem Gefässstrang zwei Siebstränge und davor ein Bündel langgestreckter Sklerenchymzellen aufweist. Der Kotyledo unterscheidet sich von dem jugendlichen ersten Laubblatt (vergl. Figur 42) dadurch, dass in letzteres schon drei Leitbündel mit je zwei Siebsträngen eintreten, die Blattscheide und den Blattstiel durchlaufen und sich bei Beginn der Blattspreite in fünf Leitbündel teilen, ferner dadurch, dass im oberen Blattstielteil schon Kollenchymanlagen sich zeigen, und dass auf der Unterseite der äusserst kleinen Blattspreite bereits die fünf Hauptnerven, mit grösseren Leitbündelanlagen und Kollenchymanlagen versehen, stark hervortreten. Schon bei einer Gesamtgrösse von 1 mm unterscheidet sich das erste Laubblättchen wesentlich vom Kotyledo dadurch, dass die Blattscheide und der Blattstiel von drei getrennt liegenden Leitbündelanlagen durchsetzt wird, innerhalb deren je zwei Siebstranganlagen zu erkennen sind, dass der obere Blattstielteil gefurcht ist, und dass die in Differenzierung begriffene Blattspreite nicht gleich dick ist, sondern die Anlagen von fünf Hauptnerven auf der Unterseite vorspringen lässt. Schliesslich ist zu bemerken, dass bei den Dioscoreaceen nach Solms-Laubach (I S. 81, 85 und 86) die Kotyledonaranlage als Ringwall auftritt, während die Anlage des ersten Blattes als flacher Hufeisenwulst erscheint, dessen Mediane der des Kotyledos gegenüber liegt. Beide entstehen nach genanntem Autor (I) seitlich von dem ursprünglich gipfelständigen Vegetationspunkt. — Das erste und zweite Laubblatt unterscheiden sich andererseits nur dadurch, dass am unteren Blatt-

stielteil des letzteren eine Furche auftritt, und dass die Sklerenchymzellen hier in etwas grösserer Ausdehnung sich finden, als im ersten Blattstiel. Das dritte Laubblatt zeigt weiterhin nur die wesentlichen Besonderheiten, dass die drei Leitbündel sich schon innerhalb der Blattscheide zu fünf teilen, dass in der Blattscheide schon Kollenchym auftritt, während den Leitbündeln kein Sklerenchym vorgelagert ist, und dass auch der untere Blattstielteil durch den Besitz von Kollenchym und den Mangel von Sklerenchym ausgezeichnet ist. — Der an der Übergangsstelle von Achse zu Hypokotyl inserierende Kotyledo und das erste Laubblatt nehmen ungefähr $^1/_2$-Stellung ein. Die Stellung der ersten Laubblätter untereinander scheint nicht constant zu sein, im allgemeinen vielleicht der $^1/_3$- oder $^5/_{13}$-Stellung zu entsprechen.

Asphodelus luteus L.

Die Keimung verläuft ähnlich, wie die von *Iris Pseud-Acorus*. Das Hypokotyl bleibt aber kurz, wohingegen die Scheide längere Zeit nach oben hin sich vergrössert und so den Leiter nötigt, mitzuwachsen. Die Hauptwurzel, an welcher Seitenwurzeln entstehen, erreicht eine beträchtliche Länge, bevor Nebenwurzeln ausbrechen.

Figur 57 stellt einen Keimling dar, den ich in der Zeit vom 5. März bis zum 3. April erhielt, während Keimlinge, bei welchen das erste Laubblatt fast völlig ausgebildet, das zweite noch ganz jugendlich war, sich bis Ende April entwickelten, ältere ferner, bei welchen der Kotyledo zum Teile schon zerstört, das erste Laubblatt 12 cm, das zweite $9^1/_2$ cm, das dritte 5 cm lang war, Ende Mai 1895 vorhanden waren. Figur 59 giebt den Embryo wieder.

Der ausgewachsene Kotyledo (mittleres Stadium; vergl. Figur 58) besteht aus einem geraden, cylindrischen Sauger (von der Länge des Samens), einem ebenso dicken, cylindrischen Leiter und einer geschlossenen Scheide. Der anatomische Aufbau ist folgender.

Die Epidermiszellen des Saugers erscheinen im Querschnitt ziemlich klein, quadratisch oder wenig gegen die Oberfläche gestreckt, aussen mässig verdickt, im Flächenschnitt kurz rechteckig. Mit Chromsäure lässt sich keine, mit concentrierter Schwefelsäure lässt sich höchstens eine äusserst feine Cuticula nachweisen, während der Leiter eine leicht nachweisbare, ziemlich dicke Cuticula besitzt. Spaltöffnungen sind nicht zu sehen. Die in ungefähr zehn Kreise angeordneten Parenchymzellen sind im Querschnitt rundlich, im Längsschnitt ziemlich quadratisch, oder gar kürzer als breit, und umfassen zahlreiche relativ grosse Intercellularräume. Zwei deutlich ausgebildete collaterale Leitbündel laufen einander opponiert bis in die Spitze, während in der Nähe des einen ein kaum als solches zu erkennendes Leitbündel sich findet. Die äusseren Saugerschichten sind rötlich gefärbt; der Farbstoff verschwindet oder verändert sich wenigstens in Chloralhydratlösung.

Die Epidermiszellen des Leiters sind aussen ziemlich dickwandig, im Querschnitt etwas gegen die Oberfläche gestreckt, im Flächenschnitt langgestreckt, mit geraden Wänden. Spaltöffnungen sind vorhanden. Auch hier treten ungefähr zehn Kreise von Parenchymzellen auf. Die inneren Zellen sind aber zerrissen, wodurch eine centrale Gewebelücke entstanden ist, welche im oberen Leiterteil noch klein, im

unteren aber beträchtlich gross ist. Die Parenchymzellen sind im Querschnitt rundlich, im Längsschnitt gestreckt; die äusseren enthalten Chlorophyll; Intercellularräume sind reichlich vorhanden. Im oberen Leiterteil verlaufen vier grössere collaterale Leitbündel, im unteren ist ausser diesen noch ein kleines Leitbündel zu erkennen (vergl. Figur 61).

Die Scheide zeigt im obersten Teile ungefähr den Aufbau, den Figur 62 andeutet. Zu bemerken ist nur, dass im Centralteil die Parenchymzellen leicht zerreissen, wodurch unregelmässige, grosse Gewebelücken entstehen. — Im allgemeinen gilt für die Scheide folgendes. Die Epidermiszellen der Ober- und Unterseite sind ziemlich gleich gestaltet, im Querschnitt quadratisch, aussen mässig verdickt, im Flächenschnitt gestreckt. Die Epidermis der Unterseite besitzt Spaltöffnungen. Zwischen den Epidermen liegen drei bis vier, an zwei Stellen aber mehr Parenchymschichten. Deren Zellen sind im Querschnitt rundlich im Längsschnitt gestreckt, sind aber zum Teile zerrissen, sodass besonders in den dickeren Scheidenteilen unregelmässig Gewebelücken entstanden sind. Innerhalb dieser dickeren Partien verlaufen so, wie es Figur 63 angiebt, drei collaterale Leitbündel. — Im unteren Scheidenteil treten Zellen mit Raphidenbündeln auf. Ganz unten zeigt die Scheide in ziemlich gleichen Abständen drei verdickte Partien mit je einem Leitbündel.

Das ausgewachsene erste Laubblatt (älteres Stadium) besteht aus einer langen Blattspreite (in Form eines gebogenen, nach oben zu dünner werdenden dreiseitigen Prismas mit abgestumpften Kanten) und einer relativ langen, geschlossenen Blattscheide. Der anatomische Bau ist folgender.

Die Blattscheide hat eine gewisse Ähnlichkeit mit der Kotyledonarscheide. Die Epidermiszellen der Oberseite sind aber aussen viel dickwandiger. Diejenigen der Unterseite sind in eigentümlicher Weise, wie es Figur 60 angiebt, aussen verdickt, indem die Aussenwände schwächere und kräftigere Längsleisten aufweisen. An der Unterseite kommen Spaltöffnungen vor. In der Centralpartie finden sich zehn bis elf, gegenüber drei bis fünf Schichten von Parenchymzellen, welche im Querschnitt rundlich sind, deren innere farblos, im Längsschnitt gestreckt sind, während die an die beiderseitige Epidermis sich anschliessenden kürzer sind und Chlorophyll enthalten. Raphidenbündel führende Zellen finden sich in grösserer Zahl. Zwischen den Parenchymzellen treten kleinere Intercellularräume, in der Centralpartie auch einige grössere Gewebelücken auf, wie Figur 65 andeutet. In der Centralpartie verlaufen drei grössere und zwei kleinere Leitbündel (Figur 65). An der Insertionsstelle des Blattes sind die zwei kleineren Leitbündel noch nicht vorhanden, sie zweigen sich aber bald von den seitlichen grossen ab. Im oberen Blattscheidenteil tritt neben einem der Leitbündel noch ein weiteres Leitbündelchen auf. Die Leitbündel sind alle collateral.

Der Blattspreitenquerschnitt erscheint so, wie es Figur 66 angiebt. Die Epidermiszellen sind so gestaltet, wie die der Unterseite der Blattscheide; Spaltöffnungen sind reichlich vorhanden. Daran schliessen sich drei bis vier Schichten von Assimilationsparenchym an, dessen Zellen viele Lücken zwischen sich lassen und gegen die Oberfläche des Organs gestreckt, pallisadenartig sind; die inneren sind jedoch etwas unregelmässig gestaltet. Darauf folgen eine Schicht kleinerer und zwei Schichten grösserer Parenchymzellen, welche kein Chlorophyll enthalten, im Querschnitt rundlich, im Längsschnitt gestreckt sind und kleinere Intercellularräume umfassen. So wie es Figur 66 andeutet, verlaufen drei grosse und drei etwas kleinere collaterale, zuweilen anastomosierende Leitbündel. An die grossen Leitbündel schliesst sich nach innen zu etwas mehr Parenchym an. Im Centrum befindet sich eine grosse Gewebelücke. Innerhalb des Assimilationsparenchyms treten vereinzelt Raphidenzellen auf. — Der obere Blattspreitenteil zeigt die

Eigentümlichkeiten, dass die farblosen Parenchymzellen fast gänzlich zerstört sind, und dass die Wandleisten der Epidermiszellen nur schwach hervortreten.

Das zweite Laubblatt, welches bei den älteren Stadien noch nicht ausgewachsen ist, schliesst sich im Aufbau offenbar an das erste an. Die eigentliche Blattscheide ist noch kaum vorhanden. Ihre Zellen sind noch jugendlich; die Leitbündel verlaufen so, wie in der ersten Blattscheide. Der oberste Blattscheidenteil, welcher den Übergang zur Blattspreite bildet, ist schon vollständiger entwickelt, aber auch noch nicht fertig. Gewebelücken sind noch nicht vorhanden. Die Parenchym- und Epidermiszellen sind noch nicht oder kaum gestreckt, jugendlich. Es fehlen den Epidermiszellen der Unterseite auch noch die Längswandleisten, oder diese sind erst im Entstehen begriffen. Die Blattspreite ist im unteren Teile ebenfalls noch nicht ganz ausgewachsen, indem vor allem die centrale Gewebelücke noch nicht entstanden ist. Der obere Teil zeigt denselben Bau, wie die erste Blattspreite.

Das jugendliche dritte Laubblatt des älteren Stadiums ist nur in seinem oberen Blattspreitenteil der Vollendung nahe und zeigt hier offenbar das Princip des Baues der zwei ersten Laubblätter.

Der Kotyledo und das erste Laubblatt nehmen $^1/_2$-Stellung ein, wenn auch nicht so exact wie die ersten Laubblätter untereinander. Die Insertion des Kotyledos (bei mittleren Stadien untersucht) erfolgt da, wo die Achse in das Hypokotyl übergeht. Lezteres bleibt kurz. Es besitzt eine Epidermis wie die Achse. Sein Leitbündel unterscheidet sich von dem der Wurzel dadurch, dass die Gefässstränge und Siebstränge wenigstens im oberen Teile noch nicht ausgesprochen radial sind. Die Hauptwurzel besitzt ein hexarches Leitbündel und eine Endodermis mit stark verdickten Radialwänden. Wurzelhaare sind am oberen Teile nicht mehr vorhanden.

Bezüglich der Stadien der Figur 57 möchte ich folgendes bemerken. Das Endosperm ist noch nicht verbraucht und haftet dem Sauger fest an. Die Intercellularräume des letzteren sind noch klein. Innerhalb des Saugers sind nur zwei gut ausgebildete Leitbündel vorhanden. Die äusseren Schichten entbehren des rötlichen Farbstoffes. Beim Leiter ist die centrale Gewebelücke noch klein. Innerhalb des Parenchyms finden sich Raphidenzellen. Auch der Leiter wird nur von zwei grossen collateralen Leitbündeln durchzogen, ebenso wie die Scheide, in welcher diese sich da, wo die dickere Centralpartie sich zu verdünnen beginnt, etwas schief gestellt hinziehen. Der Scheidenquerschnitt ist in diesem Stadium dem des ersten Blattes (Figur 65) etwas ähnlich. In der Centralpartie finden sich ungefähr elf, im gegenüberliegenden Teile ungefähr drei Schichten von Parenchymzellen. Von Gewebelücken ist nur eine relativ kleine im Mittelteile nahe der Epidermis der Oberseite zu sehen. Allenthalben finden sich in der Scheide Raphidenzellen.

Das jugendliche erste Laubblatt desselben Stadiums besitzt nur eine äusserst kurze, unentwickelte Blattscheide, in welcher aber deutlich drei Leitbündel zu erkennen sind. Der untere Blattspreitenteil ist bereits vollkommener ausgebildet, indem eine Differenzierung der einzelnen Gewebeteile deutlich beginnt. Hier sind bereits sechs Leitbündel zu erkennen. Der obere Blattspreitenteil ist noch entwickelter, aber auch noch nicht fertig. — Das Hypokotyl ist ähnlich ausgebildet, wie beim mittleren Stadium.

An Keimlingen, bei welchen das erste Laubblättchen die Scheide noch nicht durchbrochen hat, durchlaufen die Scheide (so wie es Figur 64 andeutet), den Leiter und den Sauger (einander opponiert) zwei Leitbündel. Gewebelücken sind noch nicht vorhanden. Das ungefähr 2 mm lange erste Laubblättchen besteht aus einer kurzen, offenen Blattscheide, welche von drei Leitbündelanlagen durchzogen wird, und

einer Blattspreite, welche bereits die dreieckige Form darbietet, deren äussere, kleine Parenchymzellen bereits Chloroplasten enthalten, und deren drei Leitbündel bereits einige wohl entwickelte Gefässe besitzen.

Der Embryo (Figur 59) hat eine wohl ausgebildete, wenn auch kurze Radicula, eine Plumula mit einer weit vorgeschrittenen Blattanlage und einen oben gekrümmten Kotyledo. Die Scheide ist noch sehr kurz. Die Keimspalte bildet einen kleinen, der Längsrichtung des Embryos folgenden Schlitz. Die Epidermis- und Parenchymzellen sind noch kurz, letztere kürzer, als breit. Im unteren Teile ist eine äusserst feine Cuticula mit Chromsäure und Schwefelsäure nachweisbar, nicht aber am oberen, zum Sauger werdenden. Leitbündelinitialen sind vorhanden. Unterhalb der Plumula sieht man an Querschnitten die Anlage eines Leitbündels, oberhalb derselben jederseits eine solche. Der Embryo enthält keine Stärke, aber grosse Mengen eines Öls, welches sich in Chloralhydratlösung langsam löst, mit concentrierter Schwefelsäure bräunlich wird, mit Jodlösung farblos bleibt.

Das etwas hornartige Endosperm besteht aus rundlichen oder senkrecht zum Embryo wenig gestreckten Zellen, deren Wände etwas verdickt und stark netzförmig getüpfelt sind. Sie enthalten keine Stärke, aber grosse Mengen eines Öls, welches sich in Chloralhydratlösung leicht löst und mit concentrierter Schwefelsäure farblos bleibt.

Der Sauger und Leiter sind also dünncylindrisch. Die Epidermiszellen des ersteren sind aussen dünnwandiger, höchstens mit äusserst feiner Cuticula versehen und ebenso wie die Parenchymzellen kürzer, als die des Leiters. Dem Sauger fehlen die Spaltöffnungen und die centrale Gewebelücke des letzteren, und seine Zellen enthalten keine Chloroplasten. Die den Leiter durchziehenden Leitbündel reichen nur zum Teil bis in den Sauger hinein. Leiter und Scheide sind ganz verschiedenartig gebaut. Die Scheide besitzt andererseits eine gewisse Ähnlichkeit mit der ersten Laubblattscheide. Wesentliche Unterschiede sind aber folgende. 1) Die Epidermiszellen der letzteren sind aussen viel dickwandiger, die der Unterseite sind ausserdem durch den Besitz von Längswandleisten ausgezeichnet; 2) wie die Querschnittbilder zeigen, ist im ausgewachsenen Zustand, nicht allerdings früher, die Parenchymverteilung eine verschiedene; 3) die Blattscheide besitzt ein in den ersten Anfängen sich befindendes besonderes Assimilationsparenchym, das der Kotyledonarscheide fehlt; 4) während den nicht ganz ausgebildeten Kotyledo nur zwei Leitbündel durchlaufen, und während später die drei in den Kotyledo eintretenden Leitbündel durch Verzweigung im oberen Scheidenteil ein viertes und im Leiter noch ein fünftes, rudimentäres auftreten lassen, von denen aber nur ein Teil in den Sauger hineinragt, sieht man schon in das jugendliche erste Laubblatt drei Leitbündel eintreten, welche sich in der Blattspreite in sechs teilen, und späterhin lassen die drei Laubblattleitbündel sofort oberhalb der Insertionsstelle zwei weitere, im oberen Blattscheidenteil schon ein sechstes Leitbündel durch Verzweigung entstehen, welche sechs Leitbündel wohl entwickelt sind und bis in die Blattspreitenspitze reichen. Die erste Blattspreite unterscheidet sich vom Leiter sehr wesentlich 1) durch das verschiedene Aussehen des Querschnitt- und Gewebelückenbildes, 2) durch den Besitz aussen viel dickwandigerer, mit Längswandleisten versehener Epidermiszellen und 3) eines wohl

ausgebildeten Assimilationsparenchyms, und 4) durch eine etwas grössere Leitbündelverzweigung. Ein Vergleich eines nicht ausgewachsenen Kotyledos (Figur 57) mit einem nur 2 mm grossen ersten Laubblatt zeigt, dass ersterer nur von zwei Leitbündeln durchsetzt wird und einen stielrunden Leiter besitzt, während in letzteres bereits drei Leitbündel eintreten, und dessen Blattspreite schon die eigentümliche dreieckige Form und die Anlage zu einem Assimilationsparenchym darbietet, ferner dass der geschlossene Blattscheidenteil noch gar nicht oder höchstens äusserst schwach entwickelt ist, während man den geschlossenen Kotyledonarscheidenteil schon an Schnitten durch den Embryo deutlich erkennt. — Das erste und zweite Laubblatt zeigen andererseits im wesentlichen denselben Bau. — Der an der Übergangsstelle von Achse zu Hypokotyl inserierende Kotyledo und das erste Laubblatt nehmen ungefähr $^1/_2$-Stellung ein, während die ersten Laubblätter untereinander regelmässige $^1/_2$-Stellung einnehmen.

Iris Pseud-Acorus L.

Die Keimung verläuft so, wie es Klebs (I S. 565) angiebt. Nur muss ich bemerken, dass an den von mir beobachteten Keimlingen sich ein starkes Hypokotyl entwickelte (vergl. Lewin I S. 7), wodurch die Scheide mit der Plumula in die Höhe gehoben wurde, während andererseits der (freie) Leiter eine ziemlich beträchtliche Länge erreichte.

Verschieden alte Keimlinge werden durch die Figuren 67—70 wiedergegeben. Solche des Stadiums der Figur 70 erhielt ich in der Zeit vom 5. März bis zum 15. April, alte, bei welchen das erste Blatt $4^1/_2$ cm, das zweite 16 cm, das dritte $23^1/_2$ cm lang war, bis zum 30. April 1894. Figur 72 stellt den Embryo dar.

Der ausgewachsene Kotyledo (älteres Stadium) besteht aus einem stark keulenförmig angeschwollenen, etwas unregelmässig gestalteten Sauger (vergl. Tschirch II S. 168), einem ziemlich dünnen, cylindrischen Leiter und einer nur im untersten Teile geschlossenen, sonst offenen Scheide, an deren Spitze sich oberhalb der Ansatzstelle des Leiters ein Parenchymhöcker erhebt (vergl. Lewin I S. 7; Figur 71). Der anatomische Aufbau ist folgender.

Die Epidermiszellen des Saugers erscheinen im Querschnitt ziemlich klein, quadratisch, im Längsschnitt kaum gestreckt, an der Spitze ebenfalls quadratisch. Sie besitzen dünne Aussenwände und höchstens eine äusserst feine Cuticula, während der Leiter direct vor dem Samen bereits eine leicht nachweisbare, ziemlich dicke Cuticula aufweist. Spaltöffnungen sind nicht vorhanden (Lewin I S. 7). Im Innern liegen sieben Kreise von Parenchymzellen, welche ein collaterales, stark entwickeltes, bis in die Spitze reichendes Leitbündel umfassen. Die Parenchymzellen erscheinen im Querschnitt gross, rundlich oder etwas gegen die Oberfläche des Saugers gestreckt, im Längsschnitt ebenso. Dazwischen befinden sich kleine Intercellularräume.

Von den Epidermiszellen des Saugers unterscheiden sich diejenigen des Leiters dadurch, dass sie dicke Aussenwände besitzen, im Querschnitt in radialer Richtung etwas grösser, als in tangentialer, im Längsschnitt und Flächenschnitt gestreckt, mit ziemlich geraden Wänden sind. Spaltöffnungen sind hier wohl ausgebildet. Die in sieben Kreise angeordneten Parenchymzellen sind im Querschnitt klein, rundlich,

im Längsschnitt gestreckt. Zwischen ihnen liegen kleinere und grössere Intercellularräume. Das centrale Leitbündel sieht so aus, als seien zwei Leitbündel nebeneinander gelagert (vergl. Figur 73).

Die im Innern des Parenchymkegels liegenden Zellen sind gross, locker aneinander gelagert, gegen die Spitze des Kegels etwas gestreckt.

Die Epidermiszellen der Unterseite der Scheide sind denen des Leiters gleich. Diejenigen der Oberseite sind im Querschnitt kleiner, in tangentialer Richtung mehr gestreckt, als in radialer, mit dünneren Aussenwänden. Spaltöffnungen sind wenigstens an der Unterseite ausgebildet. Zwischen den Epidermen liegen im Centralteil sieben bis acht Schichten von Parenchymzellen, welche im Querschnitt rundlich, im Längsschnitt kaum oder wenig gestreckt sind und kleinere Intercellularräume umschliessen. Die der Unterseite zugewendeten enthalten zum Teile Chlorophyllkörner. Die Zahl der Parenchymschichten nimmt gegen die Flügel hin ab, um schliesslich auf 1 und 0 hinabzusinken. Innerhalb des Parenchyms treten durch Zerreissen der Zellen, so wie es Figur 74 andeutet, Gewebelücken auf. Ferner erkennt man viele im Querschnitt kreisrund, im Längsschnitt langgestreckt aussehende Secretzellen, deren Inhalt bei Alkoholmaterial schwärzlichbraun ist. In der Centralpartie verläuft nahe der Oberseite ein grosses collaterales Leitbündel. Beiderseits sind die vor demselben liegenden Zellen, so auch die Epidermiszellen der Oberseite, im Querschnitt durch Kleinheit und Dickwandigkeit auffallend. Sklerenchym oder Kollenchym ist aber nicht vorhanden. Ausserdem erkennt man im Querschnitt ein oder zwei oder drei kleine Leitbündelchen, welche sich vom Hauptleitbündel abgezweigt haben und die Scheide zum Teile durchlaufen (Lewin redet l. S. 7 nur von einem Leitbündel, nicht von Verzweigungen).

Der Kotyledo der Keimlinge der Figur 70 ist noch nicht ganz ausgebildet, wenn auch annähernd fertig. Das noch nicht verbrauchte Endosperm hängt mit dem Sauger so fest zusammen, dass man sie kaum trennen kann. Die Zellen, besonders die Parenchymzellen des Saugers, sind sehr inhaltreich, vor allem stärkereich.

Das ausgewachsene erste Blatt (älteres Stadium) ist eine offene Scheide und bietet in seinem unteren Teile im Bau manche Ähnlichkeit mit der Kotyledonarscheide dar. Abgesehen davon, dass die Epidermiszellen der Unterseite im Querschnitt ziemlich quadratisch sind, sind die zwei Epidermen so gestaltet, wie bei der Scheide. Zwischen denselben befinden sich in der Centralpartie sieben bis acht Schichten von Parenchymzellen, die denen der Scheide ähnlich sind. Ihre Zahl nimmt gegen die Flügel hin langsam ab, um schliesslich auf 1 und 0 hinabzusinken. Von den oben beschriebenen Secretzellen sind zahlreiche vorhanden. So, wie es Figur 75 angiebt, treten auch zahlreiche durch Zerreissen der Zellen entstandene Gewebelücken auf. Der untere Blattteil unterscheidet sich von der Kotyledonarscheide aber wesentlich durch die Zahl und die Gestalt der Leitbündel. Das in der Mitte verlaufende collaterale Leitbündel ist viel kleiner, als bei der Scheide, und stellt seinen grösseren Durchmesser nicht in tangentiale, sondern in radiale Richtung. Beiderseits sind kleinere und dickwandigere Zellen vorgelagert; die vor dem Siebstrang in grösserer Zahl, als bei der Scheide, herlaufenden Zellen sind typische Sklerenchymfasern. Ausserdem finden sich solche Sklerenchymfasern diesem Leitbündel gegenüber neben der Epidermis der Unterseite. In den Flügeln treten noch zwölf bis vierzehn anastomosierende Leitbündel auf, welche teils dem mittleren gleich, teils rudimentärer sind. — Der obere Blattteil gleicht im Bau keineswegs dem Leiter, sondern dem unteren Blattteil. Er ist scheidenartig, zeigt aber ein verändertes Querschnittbild (vergl. Figur 76). Die Anordnung der Leitbündel, deren Zahl eine geringere geworden ist (10—11), sowie der Gewebelücken

ist eine andere geworden, entsprechend dem Umstande, dass die Flügel kürzer, die Centralpartie umfangreicher geworden sind. Die Schneide des Kieles der Centralpartie füllt unter der Epidermis ein Strang dickwandiger Sklerenchymfasern aus.

Das ausgewachsene zweite Blatt (älteres Stadium) zeigt eine Differenzierung in eine Blattscheide und eine schwertförmige Blattspreite (vergl. Kleis I S. 565). Der untere Blattscheidenteil unterscheidet sich von demjengen des ersten Blattes nur dadurch, dass im Mittelteil der neben der Epidermis der Unterseite liegende Complex von Sklerenchymfasern grösser ist. Der obere Blattscheidenteil ist demjenigen des ersten Blattes auch ähnlich. Allerdings sind die Flügel auf Kosten der Centralpartie mehr verlängert, und der Kiel der letzteren ist bedeutender (vergl. Figur 77).

Die Blattspreite zeigt den Querschnitt, den Figur 78 skizzenhaft darstellt. Die Epidermiszellen sind so beschaffen, wie die der Unterseite der Blattscheide. Spaltöffnungen sind beiderseits vorhanden. Die Parenchymzellen, deren äussere ziemlich isodiametrisch sind und Chloroplasten enthalten, und zwischen welchen grosse Gewebelücken auftreten, sowie die Leitbündel, welche ebenso wie in der Blattscheide anastomosieren und mehr oder minder gross und ausgebildet sind, bieten nichts besonderes. Die Verteilung der Leitbündel und der Gewebelücken ist aus Figur 78 ersichtlich. Innerhalb des Parenchyms finden sich auch hier zahlreiche der oben beschriebenen Secretzellen. An der Spitze der zwei Kiele liegt je ein Sklerenchymstrang.

Das dritte Blatt (Laubblatt) des älteren Stadiums besitzt die Gestalt des zweiten, ist trotz der beträchtlichen Grösse noch nicht völlig ausgewachsen, zeigt aber im grossen und ganzen den Bau des zweiten Blattes.

Der Kotyledo und die ersten Blätter nehmen $^1/_2$-Stellung ein. Ersterer inseriert da, wo die Achse in das Hypokotyl übergeht. Deutlicher Achsenbau tritt etwas oberhalb dieser Stelle auf. Das Hypokotyl ist stark entwickelt. Sein Leitbündel gleicht dem der Hauptwurzel. Die Epidermis und Hypodermis sind denen der Achse gleich. Aus dem oberen und unteren Hypokotylende brechen Nebenwurzeln hervor. Die Hauptwurzel besitzt ein tetrarches Leitbündel und reichlich Wurzelhaare (während Kleis I S. 565 sagt, an der Hauptwurzel erschienen Wurzelhaare auch später spärlich).

Bei Keimlingen vom Stadium der Figur 69 besitzen der Leiter und die Scheide bereits Spaltöffnungen. Nur das grosse centrale Leitbündel ist in der Scheide vorhanden. Das kaum 1 cm grosse erste Blatt zeigt aber bereits neben dem centralen Leitbündel vier andere in jedem Flügel, während im oberen Teile fünf Leitbündel deutlich entwickelt sind. Die Sklerenchymfasern sind schon vorhanden. Gewebelücken fehlen sowohl dem ersten Blatt, wie der Kotyledonarscheide. Ausserdem findet sich ein ganz jugendliches zweites Blatt vor.

Keimlinge vom Stadium der Figur 67 haben einen wohl entwickelten Sauger, welchem eine Cuticula fehlt, und einen kurzen Leiter, kurze Scheide und kurzes Hypokotyl. Die drei letzteren sind ungefähr gleich lang. Der bei älteren Keimlingen in die Augen fallende Parenchymkegel an der Spitze der Scheide ist noch nicht zu erkennen. Zwei Blattanlagen sind vorhanden.

Die Lage des Embryos im Samen stellt Figur 1a auf Seite 565 von Kleis I dar. Der Embryo (Figur 72) weist eine gut entwickelte Radicula, eine ziemlich weit vorgeschrittene Plumula (mit einer Blattanlage) und einen Kotyledo mit sehr kurzem Leiter und ebensolcher Scheide auf. Die Zellen sind noch meristematisch, ungefähr würfelförmig. Leitbündelinitialen sind wahrnehmbar.

Das hornartige Endosperm setzt sich aus sehr dickwandigen Zellen zusammen, welche Proteinstoffe und Fett, nicht aber Stärke enthalten.

Der unregelmässig keulige Sauger und der cylindrische Leiter unterscheiden sich also im wesentlichen dadurch voneinander, dass die Epidermiszellen des ersteren aussen dünnwandiger sind und höchstens eine äusserst feine Cuticula besitzen, dass hier keine Spaltöffnungen vorkommen, und dass seine Epidermis- und Parenchymzellen kürzer sind, als die des Leiters. An der Übergangsstelle von Leiter zu Scheide findet sich ein Parenchymkegel. Leiter und Scheide sind sehr verschiedenartig gebaut. Die Scheide hat eine gewisse Ähnlichkeit mit dem vollständig entwickelten ersten Blatt. Beide unterscheiden sich im wesentlichen aber dadurch voneinander, dass 1) die Scheide ein auffallend grosses, den grösseren Durchmesser tangential stellendes centrales Leitbündel enthält, von welchem sich ein oder zwei oder drei Leitbündelchen abzweigen, während das erste Blatt eine grösere Zahl (13) gewöhnlicher, mehr oder minder gut ausgebildeter, anastomosierender, verschieden hoch reichender Leitbündel aufweist, dass 2) der gekielte obere Blattteil eine abweichende Anordnung der Elemente zeigt (vergl. Figur 76), und dass 3) der Scheide die Sklerenchymfasern fehlen. Ein Vergleich zwischen der Scheide im Stadium der Figur 69 und dem jugendlichen ersten Blatt desselben Stadiums zeigt, dass erstere nur ein Leitbündel von der oben beschriebenen Form, letzteres bereits neun gewöhnliche Leitbündel besitzt, welche anastomosieren und verschieden hoch reichen, dass letzteres bereits durch den Besitz von Sklerenchymfasern ausgezeichnet und im oberen, abweichend gebauten Teile gekielt ist. — Das erste und zweite Blatt besitzen andererseits sehr ähnliche Scheiden. Die Blattspreite des zweiten Blattes hat keine Ähnlichkeit mit dem Sauger und Leiter, auch nicht mit der Scheide, sondern schliesst sich im Bau am nächsten an den oberen Blattscheidenteil des zweiten Blattes an. Das zweite und dritte Blatt (Laubblätter) sind kaum verschieden. — Der an der Übergangsstelle von Achse zu Hypokotyl inserierende Kotyledo und die ersten Blätter nehmen $^1/_2$-Stellung ein.

Dioscorea bulbifera, *Asphodelus luteus* und *Iris Pseud-Acorus* sind nach der Art ihrer Keimung zum Klebs'schen Typus I und II zu stellen (Klebs I S. 565—568). Diese zwei Typen sind nicht auf durchgreifende Eigenschaften gegründet, da Keimlinge derselben Species unter verschiedenen Keimungsbedingungen so heranwachsen, dass sie bald der einen, bald der anderen Definition sich fügen. Zunächst zeigen meine Abbildungen von *Iris Pseud-Acorus* (in Übereinstimmung mit Lewins Beschreibung, I S. 7), dass hier der Leiter und das Hypokotyl recht lang werden können. Da Lewin nun sagt, dass *Tradescantia discolor* Herit. ein langes Hypokotyl, eine relativ kurze Scheide und einen langen Leiter habe, können also *Iris Pseud-Acorus*, die Klebs zum I. Typus stellt, und *Tradescantia discolor*, die Klebs zum II. Typus stellt, hierin ganz übereinstimmen. Andererseits besassen bei meinen Culturen die Keimlinge von *Commelina coelestis* Willd. und *Tradescantia virginica* L., welche zum Klebs'schen Typus II gestellt werden sollen, einen kurzen Leiter, während von zwei Keimlingsstadien von *Tinnantia erecta* Fenzl, das jüngere (Figur 79),

welches ich in der Zeit vom 5. März bis zum 14. April erhielt, mit langem Leiter und langer Scheide versehen war, dagegen das ältere (Figur 80), welches ich in der Zeit vom 5. März bis zum 7. Mai 1894 erhielt, nur einen kurzen Leiter und eine kurze Scheide darbot, was offenbar nur durch die mehr oder minder tiefe Lage des Samens im Erdboden bedingt war. Schliesslich berichtet Lewin (I S. 10) für eine nicht bestimmte *Tradescantia*-Art, dass sich Exemplare mit kurzem Leiter und kurzer Scheide neben solchen fanden, bei welchen beide lang waren. Wahrscheinlich schliessen sich zahlreiche Formen, welche Klebs zu den beiden genannten Typen stellt, ihrer Morphologie und Anatomie nach an *Dioscorea bulbifera*, *Asphodelus luteus* und *Iris Pseud-Acorus* an, so *Lapeyrousia juncea* Ker. (vergl. Lewin I S. 7), *Tamus communis* L. (vergl. Lewin I S. 8, Bucherer I und Solms-Laubach I), *Arum italicum* Mill. (vergl. Lewin I S. 12), sowie vor allem die von Sachs (II), Firtsch (I), Gehrke (I) und Lewin (I) untersuchten Palmen: *Phoenix dactylifera* L., *Latania Borbonica* Hort. (vergl. auch Godfrin I S. 41 etc.), *Chamaerops humilis* L., *Ch. excelsa*, *Corypha umbraculifera* L., *Caryota urens* L., *Chamaedorea Martiana* H. Wendl., *Cocos nucifera* L. u. a.

Charakteristisch für diese Gruppe ist also, dass der Kotyledo im Gegensatz zu dem der vorhergehenden Gruppe unterirdisch bleibt, dagegen in Übereinstimmung mit ihm aus einem Sauger, einem freien Leiter und einer Scheide besteht, von welchen jeder die directe Fortsetzung des benachbarten Teiles bildet, und dass entweder der ganze Kotyledo (so bei *Dioscorea bulbifera* und *Asphodelus luteus*) oder wenigstens die Scheide (so bei *Iris Pseud-Acorus*) noch eine geringe Ähnlichkeit mit dem ersten Blatt hat.

Während bei der zuletzt betrachteten Gruppe, wie bemerkt, der Leiter die directe Fortsetzung der Scheide bildet, sich also an deren Spitze ansetzt, hängt bei *Commelina coelestis* Willd., *Canna indica* L. und *Washingtonia robusta* der kurze freie Leiter mit der Scheide in deren Mitte oder an deren unterem Ende zusammen. *Iris Pseud-Acorus* bildet übrigens einen Übergang zu dieser neuen Gruppe, weil sich oberhalb des Leiteransatzes am Scheidenende die parenchymatische Wucherung findet.

Commelina coelestis Willd.

Klebs beschreibt (I S. 569) die Keimung der Commelinaceen. Für unsere Art ist nur zu bemerken, dass die Hauptwurzel an jungen Stadien ziemlich gross ist, und dass der Leiter im Gegensatz zur Angabe Klebs' im ganzen kurz bleibt.

Die Figuren 81—83 stellen verschieden alte Keimlinge dar. Diejenigen der Figur 82 erhielt ich in der Zeit vom 5. März bis zum 3. April, die der Figur 83 bis zum 11. April, solche, bei welchen ein zweites Blatt fast ausgewachsen war, bis zum 18. April 1894.

Der ausgewachsene Kotyledo (Figur 83 und 84) besteht aus einem kugelig angeschwollenen Sauger, einem kurzen cylindrischen Leiter und einer geschlossenen Scheide, an deren mittleren Teil sich der Leiter ansetzt. Die Bemerkung Lewins, der im Samen steckende Kotyledonarteil sei nicht angeschwollen, ist mir

unverständlich; Tschirch (II S. 179) und Ebeling (I S. 192) sagen richtig, bei den Commelinaceen vergrössere sich der Sauger beim Keimen des Samens stark und dringe tief in das Endosperm ein, den Samen fast ausfüllend. Der anatomische Aufbau ist folgender.

Die Epidermis des Saugers besteht aus plasmareichen, papillenartigen, gegen die Oberfläche des Organs gestreckten Zellen, welche ringsum dünnwandig sind (vergl. Ebeling I S. 192 und Lewin I S. 10), und welche einer Cuticula entbehren. Spaltöffnungen sind nicht vorhanden (Lewin I S. 10). Im Innern zeigt der Querschnitt ungefähr zehn Kreise von plasmaärmeren Parenchymzellen, welche meist ziemlich gross und entweder isodiametrisch oder unregelmässig gegen die Oberfläche oder in der Längsrichtung des Organs etwas gestreckt sind. Die zwei collateralen Leitbündel, welche in den Sauger eintreten, senden einige kleine Abzweigungen aus, welche zur Peripherie hin und dann der Oberfläche entlang verlaufen, wobei die Gefässe gewöhnlich die Peripherie nicht erreichen. Am oberen Ende des Saugers verzweigen sich die Leitbündel vielfach und bilden ein Leitbündelnetz, von welchem aus sich eine Reihe von Leitbündeln parallel der Saugeroberfläche wieder nach abwärts windet, wobei die Gefässe die Siebstränge mehr oder minder weit begleiten; (vergl. Figur 86). Auf Querschnitten durch den Sauger sieht man in der Nähe der Epidermis deshalb rings im Umkreis vielfach Siebstrangquerschnitte, wie es Figur 89 für einen Fall darstellt. Dass Lewin (I S. 10) nur von zwei den Sauger durchziehenden Leitbündeln, nicht von diesen Verzweigungen spricht, hat seinen Grund wohl darin, dass er zu junges Material untersuchte. Die Parenchymzellen enthalten stellenweise Secrettropfen. Bei dem älteren Stadium treten diese Tropfen besonders in den Zellen vielfach auf, welche unter der Epidermis liegen. Weiterhin findet man dann in vielen Parenchymzellen grössere, gestreckte Calciumoxalatkrystalle.

Der Leiter besitzt gewöhnliche Epidermiszellen, welche ziemlich gross, aussen dickwandig sind, eine leicht nachweisbare Cuticula darbieten, im Querschnitt ungefähr quadratisch, im Flächenschnitt gestreckt, mit ziemlich geraden Wänden sind, also von den Epidermiszellen des Saugers sehr verschieden sind. Lewins entgegengesetzte Angabe ist nur für ganz junges Material richtig. Spaltöffnungen sind vorhanden (Lewin I S. 10). Die Atemhöhle ist gross. Neun bis zehn Kreise von relativ kleinen, im Querschnitt rundlich, im Längsschnitt langgestreckt erscheinenden, Intercellularräume umfassenden Parenchymzellen finden sich. Zwei collaterale Leitbündel verlaufen einander gegenüber durch den Leiter (vergl. Figur 93).

Die Epidermiszellen der Scheide sind denen des Leiters ähnlich. Diejenigen der Unterseite erscheinen allerdings im Querschnitt mehr fünfeckig bis gerundet-quadratisch, die der Oberseite mehr rechteckig (kleinster Durchmesser in radialer Richtung). Erstere sind auch aussen etwas dickwandiger, als die letzteren. Spaltöffnungen kommen wenigstens an der Unterseite vor. Zwischen den Epidermen befinden sich drei bis sechs Schichten von Parenchymzellen, welche im Querschnitt grösser oder kleiner, rundlich-polygonal, im Längsschnitt gestreckt sind. Die Intercellularräume sind zum Teile ziemlich gross. Die Leitbündel verlaufen so, wie es Figur 85 für eine aufgeschlitzte und in einer Ebene ausgebreitete Scheide darstellt (vergl. van Tieghem I S. 272). Beide Leitbündel biegen also schliesslich in den Leiter ein, während sie im unteren Scheidenteil einander opponiert verlaufen (vergl. Figur 94). Im unteren Scheidenteil finden sich Raphidenzellen. Bei dem älteren Stadium, bei dem die Scheide durch die heranwachsenden Blätter bereits gesprengt ist, sind die Zellen dieser Scheide alle langgestreckt. Hier finden sich, ebenso wie im Leiter, neben Raphidenzellen Parenchymzellen mit grösseren, gestreckten Calciumoxalatkrystallen.

Das ausgewachsene erste Laubblatt (älteres Stadium; vergl. Figur 83, wo es beinahe völlig ausgebildet ist) besteht aus einer langen, geschlossenen Blattscheide und einer flächenförmig ausgebreiteten Blattspreite. Der anatomische Aufbau ist folgender.

Die Epidermiszellen der Unter- und Oberseite der Blattscheide sind den entsprechenden der Kotyledonarscheide ähnlich. Nur sind die ersteren im Querschnitt auch mehr rechteckig (kleinster Durchmesser in radialer Richtung). Hier finden sich ausser den Spaltöffnungen stellenweise kurze, mehrzellige Haare. Zwischen den Epidermen liegen fünf bis sechs Schichten von Parenchymzellen, welche denen der Kotyledonarscheide ähnlich sind. Die Intercellularräume werden auch hier zum Teile ziemlich gross. Die Blattscheide wird von fünf grösseren und zwei oder drei kleineren collateralen Leitbündeln durchzogen, welche ebensowenig, wie die des Kotyledos, besonderes darbieten; nur sind sie etwas grösser und entwickelter. Da, wo die Leitbündel herlaufen, findet sich im Anschluss an die Epidermis der Unterseite etwas Kollenchym (vergl. Figur 95). Die Blattscheide enthält ebenfalls Raphidenzellen.

In der Blattspreite anastomosieren die Leitbündel vielfach. An den Hauptnerven sind die Epidermiszellen der Unterseite dadurch ausgezeichnet, dass sie im Querschnitt relativ klein, im Längsschnitt gestreckt erscheinen und dickwandig sind. Im Anschluss an sie findet sich etwas Kollenchym. Im allgemeinen zeigt die Blattspreite folgenden Bau. Die Epidermiszellen sind beiderseits im Querschnitt gross, ungefähr quadratisch, im Flächenschnitt polygonal, auf der Oberseite mit ziemlich geraden, auf der Unterseite mit grob gewellten Wänden. Auf der Oberseite sind relativ viele, auf der Unterseite sehr viele Spaltöffnungen vorhanden. Die Nebenzellen fallen sowohl im Flächenschnitt, wie im Querschnitt durch ihre Kleinheit auf. Im Querschnitt und Längsschnitt erscheint die grosse Atemhöhle wie mit einer gewölbten Brücke aus kleinen Epidermiszellen überzogen. Im Anschluss an die Epidermis der Oberseite findet sich eine Schicht wohl entwickelter Pallisadenparenchymzellen, welche locker neben einander stehen. Nach unten zu folgen drei bis vier Schichten ebenfalls gut ausgebildeter Schwammparenchymzellen. An der Blattspreite finden sich vereinzelt kurze Haare, besonders so lange das Blatt noch jung ist.

Das zweite Laubblatt des älteren Stadiums besteht ebenfalls aus einer langen, geschlossenen Blattscheide und einer flächenförmig ausgebreiteten Blattspreite. Im anatomischen Bau schliesst es sich im wesentlichen an das erste Laubblatt an. Bei den untersuchten Exemplaren hatte es die Ausbildung des ersten Laubblattes des Stadiums der Figur 83 erreicht, war also beinahe ausgewachsen.

Das jugendliche dritte Laubblatt des älteren Stadiums zeigt auch das Princip des Aufbaues der früheren Laubblätter. Ein ganz junges viertes Laubblatt ist weiterhin vorhanden.

Die relative Stellung des Kotyledos und des ersten Laubblattes ist eine unregelmässige, wie die Diagramme (Figur 90, 91 und 92) darthun. Die ersten Laubblätter nehmen untereinander $^1/_3$-Stellung ein. Bei Keimlingen des älteren Stadiums sind die Internodien zwischen dem zweiten und ersten Laubblatt, sowie zwischen dem ersten Laubblatt und dem Kotyledo ziemlich lang. Über der Insertionsstelle des letzteren brechen bereits Nebenwurzeln hervor. Bei den Stadien der Figur 83 ist das letztere Internodium auch schon gestreckt. Die zu den Laubblättern und der Achse gehenden Leitbündel vereinigen sich kurz über der Insertionsstelle des Kotyledos nach unten zu zu einem Leitbündelgewirr, in welches einander gegenüber die zwei Kotyledonarleitbündel eintreten. Sofort unter der Insertionsstelle treten vier collaterale, in einen Kreis angeordnete, von einer Scheide umschlossene Leitbündel auf, welche eine kurze Strecke weit abwärts verlaufen und dann von neuem ein Leitbündelgewirr entstehen lassen, weil zahlreiche Nebenwurzeln dort

austreten. Nachdem nochmals vier collaterale Leitbündel deutlich sichtbar wurden, findet dann rasch der Übergang zur Wurzelstructur statt. Ein Hypokotyl ist also kaum vorhanden (vergl. Lewin I S. 9). Das obere Wurzelende ist so, wie es Lewin (I S. 9) beschreibt und (Figur 18) abbildet, angeschwollen und mit vielen Wurzelhaaren versehen. Das Wurzelleitbündel ist tetrarch. Der untere Achsenteil enthält reichlich Raphidenzellen.

Bei Keimlingen vom Stadium der Figur 82, bei welchen das Endosperm als locker körnige Masse zum Teile noch vorhanden ist, hat der Sauger bereits die Grösse und Ausbildung erlangt, wie später. Nach Eeeling (I S. 192) wird der Sauger bei den Commelinaceen bei Beginn der Keimung fast fertig gebildet. Der Leiter und die Scheide sind aber noch nicht ganz vollendet, indem die Zellen sich später mehr strecken. Das jugendliche erste Laubblatt besitzt eine kaum entwickelte Blattscheide. Die Blattspreite ist weiter vorgeschritten, besonders im oberen Teile, in welchem die Differenzierung in Pallisaden- und Schwammparenchym schon beginnt. Im allgemeinen sind die Zellen noch alle kurz. Spaltöffnungen sind aber bereits vollendet oder in Ausbildung begriffen. Fünf Leitbündel und zwei Leitbündelanlagen sind ebenso, wie beim jugendlichen dritten Blatt des älteren Stadiums, zu sehen. Ein ganz jugendliches zweites Blatt ist vorhanden. Die Internodien sind alle noch kurz. Das Achsenstück unter der Insertionsstelle des Kotyledos ist aber schon ziemlich entwickelt. Die Gefässstränge aller vier Leitbündel geben Gefässe für die zwei Kotyledonarleitbündel ab.

Die Keimlinge des Stadiums der Figur 81 sind bereits älter, als die von Lewin untersuchten; denn die Plumula ist hier viel kräftiger entwickelt. Die Anschwellung des obersten Wurzelteiles und die dort sich befindenden Wurzelhaare sind deutlich auf Längsschnitten zu erkennen. An denselben erkennt man ferner das Achsenstück, welches zwischen dem Wurzelende und der Kotyledonarinsertionsstelle liegt. An letzterer herrscht deutlich Achsenstructur. Das erste Laubblättchen, welches 3 mm lang ist, ist im oberen Teile schon entwickelter. Eine geschlossene Blattscheide ist aber noch nicht zu sehen, vielmehr zeigt der erste Querschnitt, welchen man durch das Blättchen machen kann, Hufeisenform (mit sieben Leitbündelanlagen). Im zweiten Laubblättchen dieses Stadiums, welches im Querschnitt Hufeisenform zeigt, sind Leitbündelanlagen schwer als solche zu erkennen; es scheinen fünf vorhanden zu sein.

Den kleinen Embryo und seine Lage im Samen stellen die Figuren 88 und 87 dar. Ob die Samenschale vor dem Embryo einen Pfropf aufweist, wie es Tschirch (II S. 157) allgemein für die Commelinaceen vermutet, habe ich nicht untersucht. Die Zellen des Embryos sind embryonal und sehr ölreich, weshalb ich über die Ausbildung der Radicula und das Vorhandensein von Prokambiumsträngen mir kein Urteil bilden konnte. Das stark entwickelte erste Blatt und die Keimspalte sind an Figur 88 zu sehen.

Das Endosperm ist ausserordentlich stärkereich.

Der kugelig angeschwollene Sauger und der kurze, cylindrische Leiter unterscheiden sich also im wesentlichen dadurch, dass ersterer eine epithelartige, der Cuticula und Spaltöffnungen entbehrende Epidermis, grössere und anders gestaltete Parenchymzellen und eine starke Leitbündelverzweigung aufweist. Der Leiter und die geschlossene Scheide sind mannigfach verschieden gebaut. Die Scheide hat eine gewisse Ähnlichkeit mit der geschlossenen ersten Blattscheide. Letztere unterscheidet sich von ersterer aber 1) durch den Besitz kurzer, mehrzelliger Haare, 2) durch

die vermehrte Leitbündelzahl (fünf grössere und zwei kleinere statt zwei) und 3) durch den Besitz von etwas Kollenchym. Ein Vergleich der Scheide mit der unentwickelten Scheide eines 3 mm langen ersten Laubblattes zeigt, dass in letzterer schon sieben Leitbündelanlagen wahrnehmbar sind, während erstere zwei Leitbündel aufweist. Die erste Blattspreite lässt sich mit dem Leiter und Sauger gar nicht vergleichen. Andererseits stimmen das erste und zweite Laubblatt im wesentlichen völlig überein. Die relative Stellung des am unteren Achsenteil inserierenden Kotyledos und des ersten Laubblattes ist eine unbestimmte. Die ersten Laubblätter nehmen $\frac{1}{3}$-Stellung ein.

Nach Solms-Laubach (I S. 68—72) entwickelt sich bei *Commelina Karwinskyi*, *Tinnantia erecta* und *Heterachtia pulchella* der Kotyledo ebenso, wie die ersten Blätter, seitlich des ursprünglich gipfelständigen Vegetationspunktes, indem zunächst ein leichter Wulst an der der Mediane des späteren Organs entsprechenden Stelle auftritt, woraufhin sich in kürzester Zeit ein flacher, geschlossener Ringwall ausbildet. *Commelina coelestis* verhält sich wohl ähnlich.

Canna indica L.

Die Art der Keimung giebt Klebs (I S. 567) an. Verschieden alte Keimlinge werden durch die Figuren 96—98 wiedergegeben. Diejenigen der Figur 97 erhielt ich in der Zeit vom 5. März bis zum 11. April, die der Figur 98 in der Zeit vom 22. Januar bis zum 8. März 1894. Später erhielt ich noch ältere Keimlinge, an welchen vier Laubblätter entfaltet waren, der Kotyledo im Absterben begriffen war.

Der ausgewachsene Kotyledo (Figur 98 und 99) besteht aus einem keulenförmigen Sauger (Tschirch II S. 163), einem kurzen, dickcylindrischen Leiter und einer geschlossenen, bei den in Rede stehenden Stadien allerdings aufgeplatzten Scheide. Am Grunde der letzteren setzt sich der Leiter an (vergl. van Tieghem I S. 271 und Tschirch II S. 163 und 164). Der anatomische Aufbau ist folgender.

Die Epidermiszellen des Saugers sind ein wenig gegen die Oberfläche des Organs gestreckt. Tschirch sagt (II S. 163), die Epidermiszellen des Saugers der Cannaceen seien pallisadenartig gestreckt, ähnlich wie bei *Musa*. Mit seiner Figur 17 (von *Musa Ensete*) stimmen meine Beobachtungen an *Canna indica* (besonders an jüngeren Keimlingen) überein. Die Radialstreckung ist aber als unbedeutende zu bezeichnen und keineswegs so beträchtlich, wie es Lewin (I S. 12) für *Canna* spec. angiebt. Die Aussenwände sind relativ dünn und besitzen höchstens eine äusserst feine Cuticula. Spaltöffnungen fehlen. Die Epidermiszellen sind ebenso, wie die nächsten Parenchymzellen, durch grossen Protoplasmareichtum ausgezeichnet. Die äusseren Parenchymzellen enthalten auch Stärke. Im ganzen ist eine grosse Zahl von Kreisen isodiametrischer, kleine Intercellularräume zwischen sich lassender Parenchymzellen vorhanden. In den Sauger treten zwölf collaterale, den Siebstrang nach aussen wendende Leitbündel ein, welche sich alsbald weiter verzweigen und ungefähr zwanzig Leitbündel entstehen lassen. Diese verlaufen in der Peripherie des Saugers seiner Oberfläche parallel bis zur Spitze hin.

Die Epidermis- und Parenchymzellen des Leiters sind denen des Saugers ähnlich. Nur sind die ersteren kaum gegen die Oberfläche gestreckt, aussen dickwandiger, und besitzen nahe beim Sauger eine schwächere, sonst eine dicke, leicht nachweisbare Cuticula. Die Parenchymzellen enthalten viel Stärke.

Die zwölf Leitbündel, die am Ende des Leiters auftreten, vereinigen sich gegen den Anfang hin zu fünf grossen Leitbündeln, von welchen einige wie je zwei nebeneinander verlaufende aussehen.

Den Leitbündelverlauf innerhalb der Scheide verdeutlicht Figur 100. Es findet also stellenweise eine Verzweigung der in den Kotyledo eintretenden Leitbündel, stellenweise eine Vereinigung der Zweige statt. Die Leitbündel gehen alle entweder direct oder unter Beschreibung eines mehr oder minder grossen Bogens von der Insertionsstelle durch die Scheide zum Leiter hin (VAN TIEGHEM I S. 272; vergl. auch LEWIN I S 12). Ursprünglich treten in den Kotyledo fünf Leitbündel ein, welche sich sofort oberhalb der Insertionsstelle zu verzweigen beginnen und teilweise mit Leitbündeln des ersten Laubblattes in Verbindung stehen. Man sieht auf beliebigen Querschnitten durch die Scheide eine wechselnde Zahl von Leitbündeln. Jedes Leitbündel ist collateral, im Querschnitt ungefähr kreisrund. Der der Unterseite zugewendete Siebstrang umfasst den Gefässstrang etwas. Die (grossen) Leitbündel des unteren Leiterteiles sehen im Querschnitt ähnlich aus; diejenigen des oberen Leiterteiles, vor allem aber die des Saugers, sind im Querschnitt mehr elliptisch. Um die Leitbündel herum und zwischen ihnen ziehen sich in der Scheide im ganzen neun bis zehn Schichten ziemlich isodiametrischer Parenchymzellen her. Im Querschnitt sind die (aussen liegenden) Epidermiszellen der Unterseite klein, quadratisch bis fünfeckig, die (innen liegenden) der Oberseite etwas grösser, mehr rechteckig (grösserer Durchmesser in tangentialer Richtung). Die Aussenwände der letzteren sind etwas dünner. Im Flächen- und Längsschnitt sind alle Epidermiszellen kurz, mit ziemlich geraden Wänden. Spaltöffnungen treten an dem Leiter und an der Scheide vereinzelt auf.

Das ausgewachsene erste Laubblatt besteht aus einer ungefähr $2^1/_2$ cm langen offenen Blattscheide, deren Flügel im unteren Teile etwas übereinander geschlagen sind, und einer ungefähr $3^1/_2$ cm langen und 2—$2^1/_2$ cm breiten, flachen Blattspreite (älteres Stadium). Der anatomische Aufbau ist folgender.

Die Epidermiszellen der Blattscheide sind im Querschnitt denen der Kotyledonarscheide ähnlich, haben jedoch etwas dickere Aussenwände. Im Flächenschnitt sind die der Unterseite etwas gestreckt-polygonal, die der Oberseite kurz-polygonal. Spaltöffnungen kommen beiderseits vor, auf der Unterseite häufiger, als an der Scheide. Zwischen den Epidermen liegen ungefähr zehn Schichten von Parenchymzellen, welche etwas grösser sind, als die der Kotyledonarscheide, aber ebenso, wie diese, im Längsschnitt kurz erscheinen. Deren Zahl nimmt gegen die Flügel hin ab, um schliesslich = 0 zu werden. Ausser den kleinen Intercellularräumen finden sich, wie es Figur 102 andeutet, Gewebelücken, innerhalb deren verzweigte Fäden aus unregelmässig gestalteten Parenchymzellen hier und da gegenüberliegende, der Hohlraumungrenzung angehörende Zellen mit einander verbinden. In die Blattscheide treten mehrere Leitbündel ein, welche sich alsbald verzweigen. Bald oberhalb der Insertionsstelle erkennt man schon neun bis zehn Leitbündel im Querschnitt, während der Hauptteil der Blattscheide von etwa dreizehn vielfach anastomosierenden Leitbündeln durchzogen wird. Diese unterscheiden sich im Bau sehr von denen der Kotyledonarscheide. Wie Figur 102 und 102′ andeuten, ist der nach der Unterseite gerichtete Siebstrang mit dem nach der Oberseite gewendeten Gefässstrang nur in schmaler Region verbunden; letzterem sind einige, ersterem viele Sklerenchymfasern vorgelagert. Vor dem grösseren Sklerenchymstrang finden sich Stegmatareihen (vergl. KOHL, Anatomisch-physiologische Untersuchung der Kalksalze und Kieselsäure in der Pflanze, Marburg 1889).

In die Blattspreite treten ungefähr vierzehn grössere Leitbündel ein, welche sich weiter verzweigen und reichlich anastomosieren. Die grösseren Leitbündel zeigen denselben Bau, wie die der Blattscheide,

vor allem treten auch hier Stegmatareihen an dem grösseren Sklerenchymstrang auf, welcher dem Siebstrang vorgelagert ist. Die kleineren Leitbündel besitzen beiderseits nur wenige Sklerenchymfasern. Im allgemeinen ist der Bau der Blattfläche folgender. Die Epidermiszellen sind so gestaltet, wie die der Blattscheide, nur sind sie im Flächenschnitt beiderseits ungefähr gleich, unregelmässig polygonal. Spaltöffnungen finden sich beiderseits reichlich. Ihre Nebenzellen sind denen von *Commelina coelestis* ähnlich, nur sind sie im Querschnitt ebenso gross, wie die anderen Epidermiszellen. Auch ist die Atemhöhle, ähnlich wie dort, auffallend gross. An die Epidermiszellen schliessen sich beiderseits eine bis zwei Schichten von nicht assimilierenden, durch ihre Grösse auffallenden Parenchymzellen an, welche isodiametrisch oder in der Längsrichtung wenig gestreckt sind. Dazwischen liegen sechs bis acht Schichten kleinerer, assimilierender Parenchymzellen, welche an der Oberseite ungefähr isodiametrisch sind und kleinere Intercellularräume umschliessen, gegen die Unterseite hin aber mehr schwammparenchymatisch werden (mit grösseren Intercellularräumen). In der Mittelpartie der Blattspreite, wo das grösste Leitbündel herläuft, findet sich etwas mehr Parenchym, und es treten hier zwei von den früher beschriebenen Gewebelücken auf.

Das ausgewachsene zweite Laubblatt (älteres Stadium) besteht aus einer ungefähr 6 cm langen offenen Blattscheide, deren Flügel im unteren Teile etwas übereinander geschlagen sind, und einer etwa 6 cm langen und 3 cm breiten, flachen Blattspreite. Der anatomische Bau schliesst sich dem des ersten Laubblattes an. In der Mittelpartie der Blattscheide liegen allerdings etwa elf Schichten von Parenchymzellen. Ungefähr sechzehn Leitbündel durchziehen die Blattscheide, und ausser den den Gefäss- und Siebsträngen vorgelagerten Sklerenchymsträngen finden sich solche (mit Stegmatareihen) noch isoliert zwischen den Leitbündeln, wie es Figur 103 angiebt. Die genannten sechzehn Leitbündel verzweigen sich gleich am Anfang der Blattspreite noch weiter. Die grösseren behalten denselben Bau, wie die der Blattscheide. Den kleineren sind weniger viele Sklerenchymfasern vorgelagert. Von den grossen, nicht assimilierenden Zellen findet sich im Anschluss an die Epidermis beiderseits eine Schicht. Auch die Zahl der assimilierenden Parenchymzellen ist eine etwas geringere, als in der ersten Blattspreite. Dafür ist aber deutlich eine Differenzierung in Pallisaden- und Schwammparenchym eingetreten.

Das ausgewachsene dritte Laubblatt (älteres Stadium) besteht aus einer etwa 10 cm langen offenen Blattscheide, deren Flügel im unteren Teile etwas übereinander geschlagen sind, und einer ungefähr 10 cm langen und $4\frac{1}{3}$ cm breiten, flachen Blattspreite. Der anatomische Bau ist im wesentlichen dem des zweiten Laubblattes ähnlich. Allerdings ist die Zahl der Parenchymschichten in der Mittelpartie der Blattscheide ebenso, wie die der Leitbündel, noch etwas gestiegen. Ferner treten im Mittelteile der Blattscheide nahe der Epidermis der Unterseite statt einfacher Sklerenchymfaserbündel auch einige kleinere Leitbündel (mit solchen) auf. Die Leitbündelzahl ist auch in der Blattspreite eine etwas grössere geworden.

Das vierte Laubblatt des ältereren Stadiums hatte bereits eine Gesamtlänge von 32 cm erlangt, das fünfte eine solche von 26 cm. Das letztere war noch nicht ausgewachsen, seine Blattspreite war noch zusammengerollt.

Der Kotyledo und die ersten Laubblätter nehmen $\frac{1}{2}$-Stellung ein. Bei Stadien, die etwas jünger sind, als die der Figur 98, herrscht dort, wo der Kotyledo inseriert, wohl noch Achsenstructur. Die Leitbündel haben aber bereits angefangen, ein Gewirr zu bilden, das nach unten zu, wo sofort allenthalben Nebenwurzeln ausbrechen, immer dichter wird, bis schliesslich nur mehr Nebenwurzelquerschnitte sichtbar werden. Bei Stadien der Figur 97 verhält sich an der Insertionsstelle des Kotyledos und darunter die

Sache ähnlich. Weiter nach unten hin ist aber ein deutliches Hypokotyl zu erkennen. Das Leitbündel ist dem der Hauptwurzel, die allerdings abgestorben ist, ähnlich; nur finden sich in der Mitte keine Gefässe. Epidermis und Hypodermis sind achsenartig. Bei noch jüngeren Stadien schliesst sich an das Hypokotyl die Hauptwurzel noch an. Deren Leitbündel besitzt in der Mitte einige grosse Gefässe, von welchen acht Gefässstränge und acht Siebstränge in abwechselnden Radien ausgehen. Die Leitbündel der einzelnen Nebenwurzeln sind viel kleiner und pentarch. Sie besitzen im Centrum nur ein grosses Gefäss.

Bezüglich der jüngeren Stadien ist noch folgendes zu sagen. Bei Keimlingen vom Stadium der Figur 97 sind die Epidermiszellen des Saugers deutlich gegen die Oberfläche gestreckt, wie es Tschirch (II S. 163) angiebt. Die Kotyledonarscheide ist noch nicht gesprengt und lässt den Leitbündelverlauf, wie ihn Figur 100 darstellt, gut erkennen. Das jugendliche erste Laubblatt zeigt schon das Princip des späteren Aufbaues. Die Sklerenchymfaserbündel sind der Anlage nach wahrnehmbar. Gewebelücken sind noch nicht vorhanden. Spaltöffnungen sind schon ausgebildet. Die Blattscheide ist noch sehr kurz. Das zweite, noch ganz zusammengerollte Laubblatt besitzt schon entwickelte Spaltöffnungen.

Bei Keimlingen vom Stadium der Figur 96 sind Sauger und Leiter bereits entwickelt, nicht aber die Scheide. Dieselbe vergrössert sich später in dem Masse, wie die ersten Laubblätter wachsen. Der Höcker *(sa)* ist die Anlage der Scheide und der darunter befindlichen Knospe.

Den Embryo der Cannaceen beschreibt Tschirch (II S. 163). Denjenigen von *Canna spectabilis* bildet er ab (II Figur 18). Die Embryonen von *Canna indica* sind demselben ähnlich, nur liegen Radicula und Kotyledo mehr in gerader Linie. Vom Kotyledo ist nur der Sauger in der Entwickelung vorgeschritten. Die Plumula ist relativ gut ausgebildet. Anlagen von Nebenwurzeln sind bereits vorhanden. Leitbündelinitialen sind wahrnehmbar.

Endosperm ist nicht vorhanden, bekanntlich aber Perisperm. Dasselbe ist hornig. Seine Zellen sind klein, polygonal und dickwandig. Sie enthalten viel Stärke.

Der keulenartige Sauger unterscheidet sich also im Bau von dem kurzen, dickcylindrischen Leiter dadurch, dass die Epidermiszellen etwas mehr gegen die Oberfläche des Organs gestreckt, aussen etwas dünnwandiger sind und höchstens eine äusserst feine Cuticula besitzen, dass ihm Spaltöffnungen ganz fehlen, und dass sich in ihm die Leitbündel weiter verzweigen, dabei im Querschnitt mehr elliptisch werden. Leiter und Scheide sind mannigfach von einander verschieden. Die Scheide besitzt eine gewisse Ähnlichkeit mit der ersten Blattscheide. Wesentliche Unterschiede sind aber: 1) die Scheide ist geschlossen, die Blattscheide offen und etwas dicker; 2) die Epidermiszellen der Unterseite der Blattscheide sind mehr gestreckt und besitzen zahlreichere Spaltöffnungen, als die entsprechenden der Scheide; 3) der Scheide fehlen die eigentümlichen Gewebelücken; 4) der Leitbündelverlauf ist in der Scheide ein eigentümlicher (vergl. Figur 100), während er in der Blattscheide nichts besonderes darbietet, indem anastomosierende Leitbündel in grösserer Zahl von unten nach oben hin verlaufen, ohne Bogen zu beschreiben, und ohne eine teilweise Vereinigung ihrer Zweige darzubieten; 5) die Blattscheidenleitbündel sind anders gestaltet, als die der Scheide, und zeichnen sich vor diesen ausserdem dadurch aus, dass dem Gefässstrang, vor allem aber dem Siebstrang ein Complex von Sklerenchymfasern mit Stegmata-

reihen vorgelagert ist. Bei einem jugendlichen ersten Laubblättchen, welches die Scheide gerade durchbricht, zeigen die Leitbündel schon die charakteristische Gestalt und die Anlage von Sklerenchymfasersträngen auf beiden Seiten. Die erste Blattspreite hat gar keine Ähnlichkeit mit dem Leiter und Sauger. — Das erste und zweite Laubblatt unterscheiden sich andererseits nur dadurch, dass letzteres eine etwas stärkere Leitbündelverzweigung (schon in der Blattscheide) aufweist, dass in seiner dickeren Blattscheide zahlreiche isolierte Sklerenchymfaserbündel (mit Stegmatareihen) auftreten, und dass in seiner Blattspreite die in etwas geringerer Zahl vorhandenen assimilierenden Zellen deutlich in ein Pallisaden- und Schwammparenchym differenziert sind. Das dritte Laubblatt hat nur die Besonderheiten, dass in ihm die Leitbündelverzweigung noch etwas stärker geworden ist, dass seine Blattscheide noch etwas dicker ist, als beim zweiten Blatt, und dass in ihr ausser zahlreichen isolierten Sklerenchymfaserbündeln an entsprechenden Stellen im Mittelteil einige Leitbündel sich zeigen, sodass hier zwei Reihen von Leitbündeln vorhanden sind. Die Zunahme an Leitbündeln und Festigungselementen entspricht dem beträchtlichen Zunehmen an Grösse seitens des dritten Blattes dem zweiten gegenüber, und seitens des zweiten Blattes dem ersten gegenüber. — Der Kotyledo und die ersten Laubblätter nehmen $^1/_2$-Stellung ein. Ersterer inseriert wohl am unteren Achsenende. Die Leitbündel haben allerdings hier bereits begonnen, ein Gewirr zu bilden, das nach unten zu immer dichter wird. Hypokotyl und Hauptwurzel sterben relativ früh ab.

Washingtonia robusta.

Die Keimung verläuft wohl ähnlich, wie bei *Canna indica*. Die jüngsten Stadien habe ich allerdings nicht gesehen. Verschieden alte Keimlinge stellen die Figuren 104 und 105 dar. Diejenigen der Figur 104 erhielt ich in der Zeit vom 1. März bis Ende März, die der Figur 105 bis zum 7. Mai, solche, bei welchen das dritte Blatt ungefähr die Ausbildung des zweiten Blattes der Figur 105 erlangt hatte, waren im Juni 1894 vorhanden. Figur 108 giebt den Embryo im Längsschnitt wieder.

Der ausgewachsene Kotyledo (Stadium, das etwas jünger ist, als das der Figur 105; Figur 106) besteht aus dem im Laufe der Keimung stark angeschwollenen, fast das ganze Sameninnere ausfüllenden, eiförmigen Sauger (von Fritsch [I] und Gehrke [I] „Haustorium" genannt), einem kurzen, cylindrischen Leiter und einer geschlossenen Scheide, an deren Basis der Leiter sich ansetzt. Der anatomische Bau ist folgender.

Die Epidermiszellen des Saugers sind klein, ungefähr so, wie bei *Canna indica*, gegen die Oberfläche des Organs gestreckt, mit kaum vorgewölbten, dünnen, der Cuticula entbehrenden Aussenwänden. Im Flächenschnitt erscheinen sie, wie bei *Canna indica*, klein-polygonal. An der Spitze sind sie im Längsschnitt fast quadratisch. Sie sind also im ganzen nicht so sehr gegen die Oberfläche gestreckt, wie dies Ereling (I S. 189) für die von ihm untersuchten Palmen angiebt, und keineswegs stark radial gestreckt, wie es Gehrke (I S. 10) bei seinen Species gefunden hat. Spaltöffnungen sind nicht vorhanden. Im Anschluss an

die Epidermis findet sich eine Schicht ebenfalls kleiner, isodiametrischer Parenchymzellen, welche ziemlich dicht sich aneinander anschliessen und ebenso, wie die Epidermiszellen, sehr inhaltreich (protoplasma- und stärkereich) sind. Weiter nach innen zu liegen meist weniger inhaltreiche, gestreckte, unregelmässig gestaltete Parenchymzellen (Schwammparenchymzellen) mit grossen Intercellularräumen. Betreffs des Saugerparenchyms der Palmen redet nach Ebeling (I S. 186) schon Hugo von Mohl von einem schwammigen Gewebe. Dasselbe thun Sachs (II S. 249), Gehrke (I S. 11) und Lewin (I S. 13) betreffs der von ihnen untersuchten Palmen. Dass diese Schwammparenchymzellen in den inneren Partien als „gestreckte Leitparenchymzellen" gegen das untere Saugerende (den „Haustoriumhals") convergieren, wie es Firtsch (I S. 344) für die Dattelpalme angiebt, kann ich nicht constatieren. Sie sind im allgemeinen vielmehr unregelmässig gelagert. Allerdings verbinden „gestreckte Leitparenchymzellen" so, wie es Firtsch (I S. 344) und Gehrke (I S. 11) beschreiben, die Epidermiszellen mit den die Leitbündel umgebenden einschichtigen Parenchymscheiden, indem sie meist bogig gegen diese hin verlaufen. Etwa dreizehn Leitbündel durchsetzen, nur durch einige Schichten von der Epidermis getrennt, der Oberfläche parallel den Sauger bis in die Spitze hin. Sie sind collateral. Die nach aussen gerichteten Siebstränge sind relativ gross, die Gefässstränge kleiner; (vergl. Gehrke I S. 11 und 12 und Firtsch I S. 345). Mechanische Verstärkungen kommen nicht vor, wie es auch Gehrke und Firtsch für ihre Palmen angeben.

Die Epidermiszellen des Leiters sind an der Übergangsstelle zum Sauger (*a* der Figur 106) im Querschnitt auch ein wenig gegen die Oberfläche gestreckt, im Flächenschnitt kurz oder etwas gestreckt. Ihre radialen Wände sind ebenso, wie die Aussenwände, verdickt (vergl. Gehrke I S. 12), nicht aber dicker, als die letzteren, wie dies Firtsch (I S. 345) bei der Dattelpalme fand. Ausserhalb des Samens sind die Epidermiszellen des Leiters in gewöhnlicher Weise im Querschnitt ungefähr quadratisch, klein, im Flächenschnitt kurz oder etwas gestreckt, unregelmässig polygonal. Die Aussenwände sind stark, die Radialwände wände etwas verdickt. Erstere besitzen eine leicht nachweisbare, dicke Cuticula. Eine teilweise Ablösung der Epidermis und eine Entstehung wurzelhaarähnlicher Gebilde, von denen Firtsch (I S. 345 und 346) und Gehrke (I S. 12 und 13) reden, konnte ich nicht wahrnehmen. Spaltöffnungen finden sich relativ reichlich. Sie sind wenig oder nicht über das Niveau der Epidermis erhoben. Innerhalb der Epidermis liegen zahlreiche Kreise von Parenchymzellen, welche im Querschnitt klein, rundlich, im Längsschnitt gestreckt erscheinen und nur kleine Intercellularräume umfassen. An der Übergangsstelle zum Sauger sind sie meist kürzer. Die Parenchymzellen enthalten ziemlich viel Stärke. Ein mechanischer Hohlcylinder, wie ihn Firtsch (I S. 346) und Gehrke (I S. 13 und 14) bei den von ihnen untersuchten Arten da, wo die Epidermiszellen aufhören, ein zusammenhängendes Gewebe zu bilden, unter den äussersten Parenchymschichten fanden, ist nicht vorhanden. In den Leiter treten sechs Leitbündel ein, welche sich verzweigen und zuerst acht, an der Übergangsstelle zum Sauger schliesslich zwölf in einen Kreis angeordnete Leitbündel entstehen lassen. Diese wenden sich, noch um eins vermehrt, im Sauger ganz nach der Peripherie hin, um längs derselben, wie beschrieben, weiter zu verlaufen. Der Durchmesser des Leitbündelkreises ist, wie es auch Firtsch (I S. 347) und Gehrke (I S. 14) für ihre Formen angeben, im oberen Leiterteil grösser, als im unteren. Jedes Leitbündel ist collateral gebaut. Der nach innen gerichtete Gefässstrang ist klein und enthält keinen Intercellulargang (vergl. Gehrke I S. 14 und andererseits Firtsch I S. 347); der nach aussen gerichtete Siebstrang ist gross. Dem ersteren sind wenige, schwächer verdickte, dem letzteren sind zahlreichere, stärker verdickte Sklerenchymfasern vorgelagert (vergl. Gehrke I S. 14 und Firtsch I S. 347 und

348). Weiterhin liegen um die Leitbündel wenigstens stellenweise C-förmig verdickte, gestreckte Sklerenchymzellen, wie sie Fritsch in Figur 10 für die Dattelpalme abbildet (vergl. I S. 317), wohingegen Gehrke (I S. 15) sagt, nach seinen Untersuchungen stehe diesbezüglich die Dattelpalme unter den bekannten Palmen isoliert da. Der gesamte Leitbündelquerschnitt ist ungefähr kreisrund.

In der Scheide verlaufen die Leitbündel so, wie es Figur 107 andeutet. Von den fünf Leitbündeln, welche in die Scheide eintreten, wenden sich also zwei direct dem Leiter zu und teilen sich kurz vor oder bei dem Eintritt in denselben in je zwei Leitbündel. Zwei andere Leitbündel durchlaufen in grossem Bogen die Scheide und biegen dann auch in den Leiter ein. Das fünfte, kleinere Leitbündel steigt schliesslich in der Scheide empor und endigt in deren oberem Teile. Die Leitbündel zeigen dieselbe Ausbildung, wie im Leiter, nur ist der Gefässstrang ungefähr ebensogross, wie der Siebstrang. Die (aussen liegenden) Epidermiszellen der Unterseite sind denen des Leiters ähnlich. Die (innen liegenden) der Oberseite sind im Querschnitt rechteckig (kleinster Durchmesser in radialer Richtung), im Flächenschnitt zum Teile mehr gestreckt, aussen dünnwandiger. Spaltöffnungen treten beiderseits vereinzelt auf. Zwischen den Epidermen liegen nur acht bis vierzehn Schichten von Parenchymzellen, welche denen des Leiters ähnlich sind. Die der Epidermis der Unterseite anliegenden Schichten sind jedoch dadurch ausgezeichnet, dass ihre Zellen kleiner, mehr isodiametrisch und dickwandiger sind und lückenlos aneinanderschliessen. Andererseits sind die der Epidermis der Oberseite anliegenden Schichten dadurch bemerkenswert, dass ihre Zellen im Querschnitt tangential gestreckt sind; (vergl. Gehrke I S. 15 und 16). Vielfach finden sich mehr oder minder langgestreckte Secretzellen mit Raphidenbündeln.

Das ausgewachsene erste Blatt (Stadium, das etwas jünger ist, als das der Figur 105.) ist ebenso, wie bei den anderen Palmen (vergl. Gehrke I S. 8), nur als geschlossene Scheide mit kurzer, starker Spitze ausgebildet und chlorophyllarm, ist also als Niederblatt zu bezeichnen. Der anatomische Aufbau ist folgender.

Die Epidermiszellen der Unterseite sind im Querschnitt klein, quadratisch, zuletzt jedoch mehr rechteckig, wie an der Oberseite, im Flächenschnitt kurz oder etwas gestreckt, ziemlich regelmässig polygonal, mit stark verdickten Aussenwänden und etwas verdickten Radialwänden; Spaltöffnungen finden sich reichlich. Die Epidermiszellen der Oberseite sind im Querschnitt klein, rechteckig (kleinster Durchmesser in radialer Richtung), im Flächenschnitt gestreckt, mit etwas weniger stark verdickten Aussenwänden und unregelmässig verdickten Radialwänden; Spaltöffnungen treten vereinzelt auf. Zwischen den Epidermen liegen zehn bis vierzehn Schichten von Parenchymzellen, welche im Querschnitt anfangs rundlich, schliesslich tangential etwas gestreckt, im Längsschnitt kurz erscheinen und kleine Intercellularräume umschliessen. Reichlich finden sich mehr oder minder langgestreckte Secretzellen mit Raphidenbündeln. Stellenweise treten ferner Zellen mit Aggregationen von Calciumoxalatsphäriten auf. Eine grössere Zahl von Leitbündeln tritt in das erste Blatt ein. Auf einem Querschnitt durch dessen mittleren Teil erkennt man neun grössere und etwas mehr kleinere Leitbündel, sowie zahlreiche, mehr oder minder grosse isolierte Sklerenchymfaserbündel, wie es Figur 111 andeutet. Die grösseren Leitbündel besitzen einen nach der Oberseite gerichteten Gefässstrang und einen nach der Unterseite gewendeten Siebstrang. Ersterem ist ein kleineres, letzterem ein grosses Bündel von Sklerenchymfasern vorgelagert. Die kleinen Leitbündel enthalten nur einen sehr kleinen Gefässstrang und Siebstrang, aber ein starkes Sklerenchymfaserbündel vor letzterem. Sie liegen der Unterseite mehr genähert, während die grösseren Leitbündel näher an der Oberseite oder

central verlaufen. Alle besitzen einen elliptischen Querschnitt. Sämtliche Sklerenchymfaserbündel stehen mit Reihen von Stegmata in Verbindung. Letztere enthalten Körper, welche sich in Chloralhydratlösung allmählich lösen, also keine Kieselkörper sind, wie dies Kohl (a. a. O. S. 288 etc.) für die Stegmata der Palmen im allgemeinen angiebt.

Gegen die beim Durchbrechen des Bodens wichtige, aber bald nach Erfüllung ihrer Function absterbende, kurze, starke Spitze hin hören die isolierten Sklerenchymfasern auf, während die mit den Leitbündeln in Verbindung stehenden in geringerer Zahl auftreten. Schliesslich vereinigen sich die Leitbündel im mittleren Teile der kegelförmigen Spitze. Einen Querschnitt durch deren unteren Teil stellt die Figur 112 dar. Die Epidermiszellen haben hier rings verdickte, nach aussen zu ganz besonders starke Wände. Die zunächst sich anschliessenden Parenchymzellen sind ebenfalls etwas dickwandig. Spaltöffnungen und, wie es scheint, einzelne Wasserspalten kommen hier vor. Nach Fritsch (I S. 350 und 351) und Gehrke (I S. 23 und 24) hat das erste Blatt anderer Palmen einen ähnlichen Bau.

Das ausgewachsene zweite Blatt (älteres Stadium, vergl. Figur 105) besteht aus einer langen, geschlossenen Blattscheide und einer linealen Blattspreite mit starker kegelförmiger Spitze, ist also, wie bei den meisten Palmen (vergl. Gehrke I S. 8), ein typisches Laubblatt. Der anatomische Aufbau ist folgender.

Die Epidermiszellen der Unterseite der Blattscheide sind etwas länger gestreckt, als die entsprechenden des Niederblattes. Im übrigen sind die Epidermen denen des Niederblattes ähnlich. Zwischen denselben liegen im mittleren Blattscheidenteil vierzehn bis zweiundzwanzig, im oberen fünf bis zwölf Schichten von Parenchymzellen, welche denen des Niederblattes ähnlich sind und im unteren Teile viel Stärke enthalten. Gestreckte oder langgestreckte Secretzellen mit Raphidenbündeln treten reichlich auf. Ausserdem finden sich häufig Zellen mit Aggregationen von Calciumoxalatsphäriten. Die Zahl der Leitbündel ist ungefähr dieselbe, wie im Niederblatt. Unter denselben fallen fünf, central verlaufende durch bedeutende Grösse auf; den Gefässsträngen sind mittelgrosse, den Siebsträngen grosse Sklerenchymfaserbündel von sichelförmigem Querschnitt vorgelagert, welche einander nicht berühren. Mehr der Unterseite genähert verlaufen vier oder fünf mittelgrosse Leitbündel von ähnlichem (elliptischem) Querschnitt und ungefähr dreizehn kleinere Leitbündel, welche einen kleinen Gefäss- und Siebstrang, aber ein starkes Sklerenchymfaserbündel vor letzterem besitzen. Ausserdem treten in der Nähe der Unterseite etwa sechzig mehr oder minder grosse isolierte Sklerenchymfaserbündel auf, also weit mehr, als im Niederblatt. Den Sklerenchymfaserbündeln sind allenthalben Reihen von Stegmata vorgelagert. — Im oberen Blattscheidenteil sind nur mehr zwölf Leitbündel und wenige isolierte Sklerenchymfaserbündelchen vorhanden. Von ersteren sind fünf durch ihre Grösse auffallend und insofern abweichend gebaut, als vor dem Gefässstrang zwei Siebstränge liegen, indem zwischen dieselben das Sklerenchymfaserbündel einen mittleren Fortsatz bis zum Gefässstrang hin sendet (vergl. Gehrke I S. 14 und 15, sowie 24 und 25).

In der Blattspreite verlaufen fünf grosse Leitbündel der eben beschriebenen Art und sieben oder acht kleinere Leitbündel (mit einem einfachen Siebstrang), welche anastomosieren, sowie einzelne isolierte Sklerenchymfaserbündel, wie es Figur 114 andeutet. Die Sklerenchymfaserbündel stehen meist mit Stegmatareihen in Verbindung. Diejenigen der grossen Leitbündel sind auch vor dem Gefässstrang kräftig entwickelt. Die Epidermiszellen der Oberseite sind im Querschnitt klein, ungefähr quadratisch, im Flächenschnitt mehr oder minder gestreckt. Die Wände sind rings, besonders aussen, verdickt. Die Epidermiszellen der Unter-

seite sind ähnlich, aber teilweise im Flächenschnitt unregelmässiger polygonal und kürzer. Spaltöffnungen sind beiderseits reichlich vorhanden. Vielfach finden sich, wie es Figur 105 andeutet, Schüppchen aus spiralig verdickten, vorn zugespitzten, gestreckten Zellen. An die Epidermis schliesst sich beiderseits (abgesehen von den Stellen, wo Sklerenchymfaserbündelchen direct folgen.) eine Schicht von chlorophyllfreien Parenchymzellen an, welche im Querschnitt rundlich-polygonal, teils ziemlich gross, im Längsschnitt kurz erscheinen und lückenlos sich aneinander und an die Epidermis anschliessen, höchstens ganz kleine Intercellularräume auftreten lassen; ausgenommen sind die Stellen, wo Spaltöffnungen sind. Da, wo die Blattspreite gefaltet ist, treten auf der concaven Seite stets mehrere solcher Schichten auf. Das Innere wird von einer wechselnden Zahl von Schichten isodiametrischer, assimilierender, Intercellularräume zwischen sich lassender Parenchymzellen ausgefüllt. Reichlich finden sich gestreckte oder langgestreckte Secretzellen mit Raphidenbündeln.

Die starke, kegelförmige Blattspitze (vergl. Gehrke I S. 25 und Fritsch I S. 351) zeigt den Aufbau, den Figur 113 andeutet. Die Epidermiszellen sind, besonders aussen, sehr dickwandig. Die nächsten Parenchymzellen sind ebenfalls etwas dickwandig. Die Sklerenchymbündel der Leitbündel sowohl, wie die isolierten, sind noch gut entwickelt, wenn auch an Zahl geringer geworden. Spaltöffnungen und, wie es scheint, Wasserspalten sind vorhanden.

Das dritte Blatt des älteren Stadiums ist trotz seiner Grösse noch nicht ausgewachsen, indem vor allem die Blattscheide noch recht kurz und unentwickelt ist. Letztere zeigt der Anlage nach den Aufbau der zweiten Blattscheide. Die Blattspreite ist wohl entwickelt. Der Aufbau ist im wesentlichen der der Spreite des zweiten Blattes. Die Falten sind allerdings schärfer ausgeprägt, als dort. Ausserdem ist die Zahl der kleinen Leitbündelchen und Sklerenchymfaserbündel eine grössere geworden. Die Spitze ist nicht so kräftig gebaut, wie bei den früheren Blättern, nicht kegelförmig, sondern einer gewöhnlichen Blattspitze ähnlich.

Der Kotyledo und die ersten Blätter nehmen $^1/_2$-Stellung ein. Die Insertionsregion der Kotyledonarleitbündel besitzt noch Achsenstructur, wenn auch die Leitbündel bereits angefangen haben, ein Gewirr zu bilden. Diejenigen Leitbündel, welche sich direct in den Leiter wenden, inserieren etwas höher, als die, welche in grossen Bogen die Scheide durchlaufen. Unterhalb der Insertionsstelle der letzteren wird das Leitbündelgewirr sogleich dichter, es findet der Übergang zum Hypokotylbau statt. Die Epidermis und Hypodermis, sowie das Rindenparenchym des Hypokotyls sind denen der Achse ähnlich. Das Leitbündel ist ein radiäres (hex- oder heptarch). An seine Scheide lagern sich unten die Sklerenchymfaserbündel an, welche später in die ersten Blätter eintreten. Das Hypokotyl ist kurz. Die Hauptwurzel, welche ein hexarches, heptarches oder oktarches Leitbündel besitzt, zeigt ungefähr den Bau, welchen Gehrke (I S. 16—21) für andere Palmenwurzeln beschreibt, ist also sehr verschieden vom Hypokotyl gebaut, wenn auch der Übergang ein allmählicher ist.

Bezüglich der jüngeren Stadien ist folgendes zu erwähnen. Der Kotyledo der Keimlinge der Figur 104 zeigt schon im wesentlichen den Aufbau, wie später. Bei Keimlingen, welche gerade die Samenschale durchbrochen haben, sind die Parenchymzellen des ungefähr $2^1/_2$ mm grossen Saugers schon unregelmässig gestaltet, aber kurz und umfassen nur relativ kleine Intercellularräume. Der Sauger des völlig in das dichte, harte Endosperm eingebetteten Embryos wächst, wie bei den anderen Palmen, in dem Masse heran, wie das Endosperm verzehrt wird. Dass bei dem langandauernden Wachstum fortgesetzte

Teilungen der Zellen der hypodermalen Zellschicht des Saugers erfolgen, wie es Sachs (II S. 249) für die Dattelpalme, Gehrke (I S. 11) für andere Palmen fand, und dass die Epidermiszellen zufolge immer wiederkehrender Teilungen durch senkrecht zur Oberfläche des Organs gestellte Wände, wie sie ebenfalls Sachs (II S. 249) zuerst bei der Dattelpalme fand, in einem jugendlichen Zustand verbleiben, unterliegt wohl keinem Zweifel.

Das erste Blatt des Stadiums der Figur 104 ist schon ziemlich in der Entwickelung vorgeschritten. Es sind ungefähr zehn Schichten von Parenchymzellen vorhanden. Von Leitbündeln sind neun grosse und mittelgrosse wohl ausgebildet, sieben kleinere nebst einigen isolierten Sklerenchymfaserbündeln bereits zu sehen. Stegmatareihen sind schon vorhanden. Im oberen Blattteil sind sowohl die Sklerenchymfaserbündel der Leitbündel, wie die isolierten noch nicht völlig entwickelt. Die Blattspitze zeigt die früher beschriebene Ausbildung. Das jugendliche zweite Blatt desselben Stadiums hat nur eine äusserst kurze, unentwickelte Blattscheide. Die Blattspreite ist noch ganz zusammengefaltet. Ihr Bau ist aber offenbar dem späteren entsprechend. Die Leitbündel und isolierten Sklerenchymfaserbündel sind schon fertig oder wenigstens der Anlage nach zu erkennen. Die Spitze des zweiten Blattes ist wohl ausgebildet.

Der Embryo hat, wie bei anderen Palmen, eine kegelförmige Gestalt und sitzt am Grunde des Samens so, dass seine breite Basis, nur von der Samenschale bedeckt, der Stelle zugewendet ist, wo die nicht mehr wahrnehmbare Mikropyle sich befand. Die Basis ist etwas ausgehöhlt, zeigt aber in der Mitte eine kleine Vorragung (die Radicula). Äusserlich sieht man ferner am unteren Embryoteil in Gestalt eines kleinen, in der Längsrichtung verlaufenden Schlitzes die Keimspalte. Figur 108 stellt einen Längsschnitt durch den Embryo dar. Die Radicula ist sehr unentwickelt und kurz. Ihre Längsrichtung bildet mit der der wohl ausgebildeten Plumula fast einen rechten Winkel, während der zum Sauger werdende Kotyledonarteil in der directen Verlängerung der Radicula und des kurzen Hypokotyls liegt. Die Zellen sind noch embryonal. Die Parenchymzellen sind im Längsschnitt meist kürzer, als breit, dicht zusammenliegend. Leitbündelinitialen laufen vom Hypokotylende teils direct, teils unter Beschreibung eines Bogens durch die Scheidenanlage zur Kotyledonar-, d. h. Saugerspitze hin; andererseits wendet sich ein kurzes und undeutliches Initial zur Radicula hin. Die Zellen enthalten keine Stärke, aber viel Öl, welches sich mit Jodlösung und concentrierter Schwefelsäure nicht färbt.*)

Das Endosperm bildet eine dichte, äusserst harte, den Embryo dicht umschliessende, weissliche Masse aus Zellen, welche äusserst dicke, grob getüpfelte Membranen besitzen und reichlich Öl enthalten, welches bei Behandlung mit concentrierter Schwefelsäure farblos bleibt. Letzteres wird ebenso, wie die Membranen, vom heranwachsenden Sauger absorbiert, wie bei den anderen Palmen.

Der stark angeschwollene, eiförmige Sauger unterscheidet sich also vom kurzen, cylindrischen Leiter durch die schwach epithelartige Ausbildung der Epidermis, durch das Fehlen einer Cuticula und von Spaltöffnungen, durch die ganz andere Gestaltung des Parenchyms und durch den Mangel an Festigungselementen

*) Hier möchte ich hinzufügen, dass auch bei den Embryonen der Palmen *Areca Catechu* L., *A. glandiformis* Rb. und *Calyptrocalyx spicatus* Bl., die Längsrichtung der Knospe und die der Radicula einen mehr oder minder starken Winkel mit einander bilden, während in der Verlängerung der letzteren die Hauptmasse des Kotyledos (Sauger) liegt. Vergleiche hierüber Osenberg, „Über die Entwickelung des Samens der *Areca Catechu* L.“ etc., Inaug.-Dissert., Marburg 1894, S. 37 und Tafel III, Figur 21 und 24

um die Leitbündel herum. Der Leiter und die Scheide sind mannigfach von einander verschieden. Die Scheide und das Niederblatt besitzen zwar eine gewisse Ähnlichkeit, unterscheiden sich aber wesentlich durch folgendes: 1) Die Epidermiszellen des Blattes sind im Flächenschnitt nicht so unregelmässig polygonal, wie die der Scheide, und auf der Oberseite viel gestreckter; 2) Spaltöffnungen kommen auf der Blattunterseite viel reichlicher vor, als auf der Scheidenunterseite; 3) die Parenchymzellen des Blattes sind nicht, wie die der Scheide, verschiedenartig ausgebildet; 4) Zellen mit Aggregationen von Calciumoxalatsphäriten konnte ich in der Scheide nicht wahrnehmen; 5) die Leitbündel, welche im Blatt in weit grösserer Zahl, als in der Scheide, vorhanden sind, beschreiben in ersterem keine Bogen und besitzen vor den Siebsträngen weit grössere Sklerenchymfaserbündel, sind im Querschnitt überhaupt elliptisch, nicht kreisrund, wie in der Scheide; 6) im Blatt treten ausserdem zahlreiche isolierte Sklerenchymfaserbündel auf; 7) Stegmatareihen konnte ich nur im Blatt wahrnehmen. Der Vergleich einer nicht ganz ausgewachsenen Scheide mit einem jungen Niederblatt (Figur 104) zeigt, dass letzteres vor allem bereits durch den Besitz einer weit grösseren Zahl zudem anders gestalteter Leitbündel, sowie von isolierten Sklerenchymfaserbündeln und Stegmatareihen ausgezeichnet ist. Die kurze, kegelförmige Niederblattspitze und der am unteren Scheidenende sich ansetzende Leiter sind einander nicht ähnlich. Noch viel weniger stimmt die Niederblattspitze im Bau mit dem Sauger überein. — Demgegenüber unterscheiden sich das Niederblatt und die Scheide des ersten Laubblattes nur dadurch, dass letztere dicker, parenchymreicher geworden ist und dementsprechend eine weit grössere Zahl isolierter Sklerenchymfaserbündel aufweist, als ersteres. An der Übergangsstelle zur Blattspreite treten allerdings die für letztere charakteristischen Leitbündel mit zwei Siebsträngen schon auf. Die Blattspreite kann weder mit dem Leiter, noch mit dem Sauger verglichen werden. Ihre Spitze ist der des Niederblattes ähnlich. — Ich mache besonders darauf aufmerksam, dass hier der bei *Oryza sativa* wiederkehrende Fall vorliegt, dass die Kotyledonarscheide und das Niederblatt grosse Differenzen im Bau aufweisen, obgleich sie biologisch eine ziemlich gleichwertige Bedeutung haben, nämlich die des Schutzes der Knospe, dass aber andererseits grosse Ähnlichkeit zwischen dem Niederblatt und der ersten Laubblattscheide hervortritt, sodass man völlig berechtigt ist, dieses Niederblatt als reduciertes Laubblatt aufzufassen, während der Bau der Kotyledonarscheide keinen Anlass giebt, diese Beziehung zum Laubblatt anzunehmen. Der am unteren Achsenende inserierende Kotyledo und die ersten Blätter nehmen $^1/_2$-Stellung ein.

Commelina coelestis, *Canna indica* und *Washingtonia robusta* sind zu den Klebs'schen Typen I und II zu stellen, und wahrscheinlich schliessen sich viele Formen, welche Klebs zu diesen Typen rechnet, an die von mir untersuchten Arten an, so z. B. *Iris bohemica* Schmidt (vergl. Lewin I S. 7), *I. Monieri* (vergl.

van Tieghem I S. 271 und 272) *Asparagus officinalis* (van Tieghem I S. 272), *A. verticillata* L. (vergl. Lewin I S. 7 und 8), *Dracaena Draco* L. (vergl. Lewin I S. 9; die ersten Blätter scheinen Niederblätter zu sein), *Tradescantia virginica* (vergl. van Tieghem I S. 272), *Musa Ensete* (vergl. Lewin I S. 11 und 12; Tschirch II S. 176), *Elettaria speciosa* (vergl. Tschirch II S. 160, 176 und Figur 10; Lubbock I, Bd. II, S. 567), *Canna flaveseens* (vergl. Tschirch II S. 164 und 176 und Figur 20), *Canna patens* (vergl. Lewin I S. 12), vor allem aber die von Gehrke (I) und Lewin (I) untersuchten Palmen: *Sabal Havanensis* Lodd., *Pritchardia filamentosa* H. Wendl., und *Brahea filamentosa*.

Für meine eben besprochene Gruppe ist also charakteristisch, dass der Kotyledo, wie bei der vorhergehenden, unterirdisch bleibt und in einen Sauger, einen freien Leiter und eine Scheide differenziert ist, dass aber im Gegensatz zu jener Gruppe der den Sauger tragende Leiter nicht an der Spitze, sondern am Mittelteil oder an der Basis der Scheide sich ansetzt, und dass nur die Kotyledonarscheide mit der ersten Blattscheide (so bei *Commelina coelestis* und *Canna indica*) oder dem scheidenartig ausgebildeten ersten Blatt (so bei *Washingtonia robusta*) eine geringe Ähnlichkeit besitzt.

Nach Micheels („Recherches sur les jeunes Palmiers", Mém. cour. et Mém. des savants étrangers, publiés par l'Académie des sciences, des lettres et des beaux-arts de Belgique, T. LI, Liége 1889; referiert in den Beiheften zum Botan. Centralblatt, Jahrg. 1891) schliesst sich hier noch eine Gruppe von Palmen an, bei welchen der Kotyledo nur aus einer Scheide und einem am unteren Teile sich direct ansetzenden Sauger besteht, bei welchen also der Leiter verschwunden ist, oder vielleicht nur äusserst kurz geworden ist.

Bei den nunmehr zu besprechenden Formen besteht der unterirdisch bleibende Kotyledo noch aus einer Scheide, einem kurzen, freien Leiter und einem Sauger, der den Sauger tragende Leiter steht aber mit der Scheide gar nicht mehr in directem Zusammenhang, sondern die Verbindung beider erfolgt durch ein mehr oder minder langes Hypokotylstück, welches somit die Rolle des freien Leiters der vorhergehenden Gruppen hauptsächlich übernimmt, d. h. die Nährstoffe weiterleitet und durch mehr oder minder grosse Streckung die Lage der Knospe und des Samens im Boden reguliert. Solcher Art ist der Kotyledo der von mir untersuchten Keimlinge von *Tigridia Pavonia* Pers., *Carex folliculata* L. und *C. Pseudo-Cyperus* L.

Tigridia Pavonia Pers.

Die Art der Keimung giebt Klebs (I S. 567) an. Ich möchte nur hinzufügen, dass die Länge der Scheide und des Zwischenstückes zwischen ihr und dem Leiter eine sehr verschiedene sein kann, jenachdem der Samen mehr oder minder tief im Boden gelegen hat, wie dies die Figuren 116 und 117, und noch besser die vergrösserten Figuren 120 und 119 darthun.

Verschieden alte Keimlinge stellen die Figuren 115 bis 118 dar. Solche der Figur 115 erhielt ich in der Zeit vom 5. März bis zum 2. Mai, die der Figuren 116 und 117 bis zum 7. Mai, die der Figur 118 bis zum 29. Mai, und schliesslich solche, bei welchen das erste Blatt etwa 7 cm, das zweite etwa

11 cm, das dritte etwa 14 cm lang war, bis Ende Juni 1894. Figur 121 giebt den Embryo, Figur 122 dessen Lage im Samen wieder.

Der ausgewachsene Kotyledo (Figur 116 und 117, oder besser Figur 120 und 119) besteht aus einem keulenförmig angeschwollenen Sauger (vergl. Tschirch II S. 168 und Figur 82), einem kurzen cylindrischen Leiter und andererseits aus einer fast bis oben hin geschlossenen Scheide.

Die Epidermiszellen der Scheide sind auf beiden Seiten annähernd gleich, im Querschnitt ziemlich gross, quadratisch, im Flächenschnitt gestreckt, mit dickerer, in Chloralhydratlösung aufquellender Aussenwand. Allerdings sind die Epidermiszellen der Oberseite aussen weniger verdickt und erscheinen im Flächenschnitt mehr rechteckig, während die der Unterseite spitz- oder stumpfwinkelig ineinandergreifen. Spaltöffnungen kommen beiderseits vereinzelt vor. Viele Epidermiszellen der Oberseite und vereinzelte der Unterseite enthalten, ebenso wie manche gestreckte Parenchymzellen, einen gelbbraunen Inhalt, welcher sich mit Eisenchlorid sofort blauschwarz färbt. Zwischen den zwei Epidermen liegen im allgemeinen drei bis vier, im Centralteil zahlreichere Schichten von Parenchymzellen, welche im Querschnitt rundlich, im Längsschnitt kaum oder wenig gestreckt sind, ziemlich reichlich Stärke enthalten und viele Intercellularräume umfassen. Einzelne Zellen enthalten kleinere, gestreckte, prismatische Einzelkrystalle von Calciumoxalat. In die Scheide tritt ein grosses Leitbündel ein, welches im Centralteile nahe der Epidermis der Oberseite so verläuft, dass der Gefässstrang dieser zugewendet, der Siebstrang abgewendet ist. Der Querschnitt des Leitbündels ist elliptisch (kleinster Durchmesser in radialer Richtung). Ungefähr in der Mitte der Scheide setzt sich an dieses Leitbündel ein etwas kleineres an, welches so, wie es Figur 124 andeutet, nach unten verläuft. Der Gefässstrang ist also der Epidermis der Unterseite zugewendet; der grössere Durchmesser liegt in tangentialer Richtung. Vergleiche hierzu auch Figur 119 und 120. Im oberen Teil der Scheide ist die Anordnung der Gefässstrangelemente des einzigen Leitbündels eine etwas unregelmässige. Neben diesem Leitbündel tritt hier je eine Gewebelücke auf. Im obersten, offenen Scheidenteil sind die Flügel scharf zugespitzt.

Das kleinere der vorhin genannten Leitbündel durchläuft das Zwischenstück zwischen Scheide und Leiter, um dann in letzteren einzubiegen und ihn, sowie den Sauger zu durchlaufen (vergl. die Figuren 119 und 120). Die Epidermiszellen des kurzen freien Leiters sind im Querschnitt auch ziemlich quadratisch, mit dickeren Aussenwänden, im Flächenschnitt aber kurz. Spaltöffnungen treten vereinzelt auf. Zellen mit gelbbraunem Inhalt finden sich hier und da. Im Innern liegen etwa sieben Kreise von Parenchymzellen um das einzige Leitbündel. Erstere sind im Querschnitt rundlich, im Längsschnitt kurz und umfassen viele ziemlich grosse Intercellularräume. Das Leitbündel ist im Querschnitt rundlich, mit kleinem Gefässstrang und grossem Siebstrang, vergl. Figur 123.

Das Saugerleitbündel zeigt nichts bemerkenswertes. Um dasselbe liegen sechs bis sieben Kreise von Parenchymzellen, welche denen des Leiters ähnlich sind, aber viel grösser und fast isodiametrisch sind. Die Epidermiszellen sind ziemlich klein, im Querschnitt annähernd quadratisch, mit dünnen Aussenwänden, ohne Cuticula und Spaltöffnungen, im Flächenschnitt kurz. An der Spitze sind sie deutlich gegen die Oberfläche des Organs gestreckt.

Das ausgewachsene erste Laubblatt (älteres Stadium; vergl. Figur 118) besteht aus einer offenen Blattscheide, deren Flügel so übereinandergeschlagen sind, dass sie äusserlich geschlossen aussieht, und einer linealen Blattspreite.

Die Epidermiszellen der Blattscheide sind denen der Kotyledonarscheide ähnlich. Allerdings sind die der Unterseite aussen sehr dickwandig, die der Oberseite kleiner, rechteckig (kleinster Durchmesser in radialer Richtung). Spaltöffnungen kommen beiderseits vor. Auch hier enthalten viele Epidermiszellen der Unterseite, einzelne der Oberseite und manche gestreckte Parenchymzellen gelbbraunen Inhalt. Zwischen den Epidermen liegen 10 bis 11 Schichten von Parenchymzellen, die denen der Kotyledonarscheide ähnlich sind, allerdings weit mehr Stärke enthalten. Einzelne enthalten auch relativ grosse, langgestreckte, prismatische Einzelkrystalle von Calciumoxalat. In den Flügeln nimmt die Zahl der Parenchymschichten natürlich ab, um schliesslich = 0 zu werden. Die Blattscheide wird von sechs grösseren Leitbündeln und sieben sehr kleinen Leitbündelchen durchzogen (vergl. Figur 125). Die ersteren, deren Querschnitt rundlich ist, bieten nichts besonderes.

Der Querschnitt durch die etwa 4 mm breite Blattspreite wird durch Figur 126 veranschaulicht. Es treten drei grössere Leitbündel innerhalb dreier Vorsprünge auf. Deren Siebstrang, dem einzelne Sklerenchymfasern vorgelagert sind, ist der Lage des Vorsprungs entsprechend bald nach der Oberseite, bald nach der Unterseite gerichtet. An den Blatträndern ist ferner je ein kleineres Leitbündel vorhanden, dessen Siebstrang der Schärfe derselben zugewendet ist. Ausserdem treten einige sehr kleine Leitbündelchen auf. Alle Leitbündel anastomosieren reichlich. Die Epidermiszellen sind beiderseits gleich gestaltet, im Querschnitt gross, quadratisch, allseits ziemlich dünnwandig, im Flächenschnitt kurz bis gestreckt, mit etwas bogenläufigen Wänden. Die zahlreich auftretenden Spaltöffnungen liegen vertieft und besitzen kleine Schliesszellen. Die Atemhöhlen sind ziemlich gross. An den Vorsprüngen und in der Nähe derselben sind die Epidermiszellen ebenso, wie an den Blatträndern, kleiner und (besonders aussen) dickwandiger, im Flächenschnitt langgestreckt, mit stumpfwinkelig in einander greifenden Wänden. An den Kanten der Vorsprünge und Blattränder sind die Epidermiszellen besonders dickwandig. Zwischen den Epidermen liegen im allgemeinen zwei oder drei Schichten isodiametrischer, assimilierender Parenchymzellen mit gewöhnlichen Intercellularräumen. An zahlreichen Orten treten aber langgestreckte Zellen mit grossen Einzelkrystallen von Calciumoxalat auf.

Das ausgewachsene zweite Laubblatt (älteres Stadium) zeigt im wesentlichen denselben Bau, wie das vorhergehende. Die Zahl der Schichten der Parenchymzellen der Blattscheide beträgt allerdings 13 bis 14. Die grösseren Leitbündel derselben sind etwas kräftiger, während die kleinen Leitbündelchen in etwas grösserer Zahl vorhanden sind. Die randlichen Leitbündel der etwa 8 mm breiten Blattspreite sind, ebenso wie die drei grossen, in den Vorsprüngen liegenden, stärker entwickelt, als die entsprechenden der ersten Blattspreite, und dadurch wird bei ihnen eine Vermehrung der Querschnittdicke hervorgerufen. Die Zahl der kleinen Leitbündelchen ist auch in der Blattspreite etwas vermehrt.

Das dritte Laubblatt des älteren Stadiums ist trotz seiner beträchtlichen Grösse noch nicht ausgewachsen. Die Blattscheide ist noch kurz und unvollendet, zeigt aber im Princip denselben Aufbau, wie die des zweiten Blattes. Die Blattspreite, welche 7 mm breit geworden ist, schliesst sich im Bau ganz an die des vorhergehenden Blattes an.

Das vierte Laubblatt des älteren Stadiums besitzt eine kaum nachweisbare Blattscheide und eine noch zusammengefaltete Blattspreite.

Der Kotyledo und die ersten Laubblätter nehmen $^1/_2$-Stellung ein. Das in die Scheide eintretende Leitbündel inseriert da, wo die Achse in das Hypokotyl übergeht. Hier findet sich ein Leitbündelgewirr,

welches bei den Stadien der Figur 118 sich noch etwas weiter nach unten fortsetzt, weil hier mehrere Nebenwurzeln ausbrechen. Das zwischen der Scheide und dem Leiter liegende Zwischenstück besitzt im allgemeinen den Querschnitt, welchen Figur 127 angiebt. Die Epidermis und Hypodermis sind denen der Achse ähnlich. Das die Fortsetzung der Achsenleitbündel bildende Hauptleitbündel *(H)* gleicht aber demjenigen der Wurzel, besitzt auch eine Endodermis. Demselben parallel verläuft das Leitbündel *L*, welches aus der Scheide, wie oben beschrieben, kommt und später in den freien Leiter eintritt. Dasselbe ist collateral, sein Gefässstrang ist, wie in der Scheide, nach aussen gerichtet. Unterhalb des Leiteransatzes erscheint das Hypokotyl im Querschnitt kreisrund, sonst dem linken Teil der Figur 127 entsprechend gebaut. Das Hypokotyl ist im ganzen lang (vergl. Figur 119 und 120), was auch VAN TIEGHEM (I. S. 270 und 271) angiebt. Die Hauptwurzel besitzt ein diarches Leitbündel.

Bezüglich der Stadien, welche etwas älter sind, als die der Figur 115, bei welchen das erste Laubblatt die Scheide aber noch nicht durchbrochen hat, ist folgendes zu bemerken. Das Endosperm umgiebt den Sauger noch fest, wenn seine Zellen auch ziemlich inhaltarm und dünnwandig geworden sind. Sauger und Leiter sind ziemlich ausgebildet, ihre Zellen inhaltreich. Die Epidermiszellen des Leiters besitzen eine Cuticula, welche sich mit Chlorzinkjod deutlich rotbraun färbt, gegen Chromsäure aber nicht besonders widerstandsfähig ist, immerhin aber mit ihr nachgewiesen werden kann. Das Hypokotyl, vor allem auch das Zwischenstück zwischen Scheide und Leiter ist bereits relativ lang. Die Scheide ist noch unvollendet, bietet aber nichts besonderes. Nur sind die Gewebelücken im oberen Teile noch nicht vorhanden. Der Spalt, durch welchen das erste Blatt später austritt, liegt etwas unterhalb der Spitze, ist aber äusserlich kaum zu sehen, da die Scheidenflügel sich gegenseitig berühren. Der oberste Scheidenteil bildet einen soliden Parenchymkegel, dessen Zellen gegen die äusserste Spitze etwas gestreckt sind und von einer gewöhnlichen Epidermis überkleidet werden. Innerhalb dieses Kegels enthalten viele Zellen gelbbraunen Inhalt, und bis in seinen unteren Teil dringt das Scheidenleitbündel vor.

Das jugendliche erste Laubblatt des genannten Stadiums ist noch ganz zusammengefaltet. Die Blattspreite ist am besten entwickelt (Spaltöffnungen sind schon ausgebildet). Die Blattscheide ist noch äusserst kurz. Trotzdem erkennt man schon die Anlagen von mehreren (mindestens drei) Leitbündeln in ihr.

Die Radicula des Embryos (Figur 121) ist wohl entwickelt, wenn auch kurz. Die Anlage eines ersten Laubblattes ist leicht zu erkennen. Die Scheide ist noch äusserst kurz. Die Keimspalte verläuft in der Längsrichtung des Embryos. Der Sauger ist besser entwickelt. Die Zellen sind alle meristematisch, kurz. Die Epidermiszellen sind an der Spitze des Saugers gegen die Oberfläche gestreckt. Ein Leitbündelinitial durchzieht die Radicula und den Kotyledo. Die Parenchymzellen sind sehr inhaltreich. Sie enthalten neben viel Proteinstoffen, welche sich mit Jodlösung rotbraun färben, Öl, welches sich in Chloralhydratlösung löst, bei Behandlung mit concentrierter Schwefelsäure farblos bleibt.

Das Endosperm ist hornartig, besteht aus äusserst dickwandigen, grob getüpfelten Zellen, in welchen viel Öl von den eben genannten Eigenschaften auftritt. Das Öl färbt sich auch mit Jodlösung nicht. Die Membranen werden durch Jodlösung hellbraun gefärbt und lösen sich in concentrierter Schwefelsäure leicht auf.

Der keulenförmig angeschwollene Sauger unterscheidet sich also von dem kurzen, cylindrischen Leiter dadurch, dass seine Epidermis aussen dünnwandig ist und der Cuticula und Spaltöffnungen entbehrt, dass Zellen mit gelbbraunem Inhalt

fehlen, und dass die Parenchymzellen grösser sind. Der Leiter und die Scheide sind mannigfach verschieden. Die Scheide besitzt zwar eine gewisse Ähnlichkeit mit der ersten Blattscheide, wesentliche Unterschiede sind aber folgende: 1) die Scheide ist geschlossen, die Blattscheide offen; 2) die Epidermiszellen der Blattscheidenunterseite sind aussen dickwandiger, die der Oberseite sind kleiner und im Querschnitt mehr rechteckig, als die entsprechenden der Scheide; 3) die Zahl der Parenchymschichten ist durchgängig eine viel grössere in der Blattscheide, als in der Scheide; 4) die Zahl, die Gestaltung und der Verlauf der Leitbündel sind beiderseits ganz verschieden, wie dies die Figuren 120, 124, 125 darthun. In der äusserst kurzen, hufeisenförmigen Scheide des jugendlichen ersten Laubblattes sind schon die rundlichen Anlagen mehrerer Leitbündel (mindestens von drei) rings im Umkreis des Querschnitts zu erkennen. Die Blattspreite ist dem Leiter und Sauger nicht ähnlich. — Das erste und zweite Laubblatt sind andererseits einander sehr ähnlich. Ihre Blattscheiden sind im wesentlichen nur dadurch verschieden, dass die Zahl der Parenchymschichten und der kleinen Leitbündelchen der letzteren etwas grösser geworden ist. Ihre Blattspreiten unterscheiden sich nur insofern, als die des zweiten Blattes in der randlichen Partie der kräftigeren Ausbildung der hier verlaufenden Leitbündel entsprechend etwas verdickt ist, und dass auch in ihr die Zahl der kleinen Leitbündelchen etwas grösser geworden ist. Das zweite und dritte Laubblatt sind einander auch sehr ähnlich. — Der Kotyledo und die ersten Laubblätter nehmen $^1/_2$-Stellung ein. Die Insertion des in die Scheide eintretenden Leitbündels erfolgt da, wo die Achse in das Hypokotyl übergeht. Von diesem Leitbündel zweigt sich ein anderes ab, welches das Zwischenstück zwischen Scheide und Leiter durchläuft und dann in letzteren eintritt. Leiter und Sauger erhalten also ihr Leitbündel nicht vom Hypokotylleitbündel aus, wenn sie sich auch an das Hypokotyl ansetzen.

Carex folliculata L.

Die Keimung verläuft, wie es Klebs (I S. 571 und 572) für die Cyperaceen im allgemeinen angiebt. Nur möchte ich bemerken, dass die Hauptwurzel früh zu wachsen beginnt. Die Länge des Zwischenstückes zwischen Scheide und Leiter kann eine verschiedene sein.

Verschieden alte Keimlinge geben die Figuren 130 bis 132 wieder. Diejenigen der Figur 130 erhielt ich in der Zeit vom 9. April bis zum 11. Mai, die der Figur 132 bis zum 29. Mai 1894. Figur 135 stellt den Embryo dar.

Der ausgewachsene Kotyledo (Figur 132; vergl. Figur 133) besteht aus einer fast bis oben hin geschlossenen Scheide, welche allerdings bei den Keimlingen der Figur 132 durch die heranwachsenden ersten Blätter grossenteils gesprengt ist, und andererseits aus einem kurzen, prismatischen Leiter und einem besonders im mittleren Teile angeschwollenen Sauger. Wenn Pax (Engler und Prantl, Die natürlichen Pflanzenfamilien, II. Teil, 2. Abt., S. 103) sagt: „Ein Teil des Kotyledos bleibt nicht, wie bei den Gräsern,

als „Scutellum" im Samen stecken", so ist hierzu zu bemerken, dass der Sauger allerdings nicht Scutellum-ähnlich ist. Dass aber ein Sauger vorhanden ist, darauf machen schon Eeeling (I S. 190) und Tschirch (II S. 165 und 166) mit Recht aufmerksam.

Die Epidermiszellen der Scheide sind beiderseits im Querschnitt ziemlich gross, quadratisch, mit etwas dickerer Aussenwand; im Flächenschnitt erscheinen die der Oberseite fast quadratisch, die der Unterseite gestreckt, mit ziemlich geraden Wänden. Spaltöffnungen konnte ich nicht wahrnehmen. Zwischen den Epidermen liegen im allgemeinen zwei bis vier Schichten von Parenchymzellen, welche im Querschnitt rundlich oder tangential etwas gestreckt, im Längsschnitt kaum oder deutlich gestreckt sind und kleine Intercellularräume umschliessen. In die Scheide tritt ein Leitbündel ein, welches von einer mehrschichtigen Parenchymscheide umgeben den Centralteil bis zur Spitze hin durchläuft. Im Querschnitt sieht dasselbe ungefähr so aus, wie es Figur 136 und 137 andeuten, besitzt also zwei sich fast berührende Siebstränge und vier Gefässstränge. Neben diesem Leitbündel tritt jederseits eine grössere Gewebelücke auf. Die solide, kegelförmige Spitze der Scheide (Figur 133) besteht aus Parenchymzellen, welche gegen den Gipfel etwas gestreckt sind, und einer Epidermis, deren Zellen kurz und aussen sehr dickwandig sind.

Das in die Scheide eintretende Leitbündel sendet sofort an der Insertionsstelle einen Zweig ab, welcher das Zwischenstück zwischen Scheide und Leiter durchläuft und dann in letzteren eintritt, wie es Figur 133 darstellt. Der sehr kurze Leiter hat einen etwas dreieckigen Querschnitt (Figur 138). Die Epidermiszellen sind im Querschnitt auch quadratisch, mit etwas dickerer Aussenwand, im Flächenschnitt kaum gestreckt. Mit Chromsäure ist eine Cuticula deutlich nachweisbar. Acht bis zehn Kreise von Parenchymzellen umgeben das Leitbündel. Diese sind im Querschnitt rundlich, im Längsschnitt etwas gestreckt und umfassen zahlreiche kleinere Intercellularräume. Das Leitbündel (vergl. Figur 138) besitzt kreuzweise zwei Gefässstränge und zwei Siebstränge.

Die Epidermiszellen des Saugers erscheinen im Querschnitt klein, rechteckig (kleinster Durchmesser in tangentialer Richtung), im Flächenschnitt wenig gestreckt (vergl. Eeeling I S. 191). An der Spitze sind sie ungefähr würfelförmig. Die Aussenwände sind dünn. Eine Cuticula lässt sich mit concentrierter Schwefelsäure und Chromsäure nicht nachweisen. Spaltöffnungen sind nicht vorhanden. Die Epidermiszellen sind ebenso, wie die zunächst sich anschliessenden Parenchymzellen, sehr inhaltreich. Der Inhalt (Proteinstoffe und etwas Öl) färbt sich mit Jodlösung rotbraun. Wenigstens im unteren und mittleren Teile sind etwa zehn Kreise von Parenchymzellen vorhanden, welche im Querschnitt rundlich, im Längsschnitt gestreckt sind (vergl. Eeeling I S. 191) und zahlreiche Intercellularräume umfassen. Einzelne enthalten auch Stärke. Im Centrum liegt das einzige Leitbündel, das bis in die Spitze reicht (vergl. Eeeling I S. 191) und im Querschnitt dem des Leiters ähnlich ist. Der Sauger füllt das Innere der Frucht nicht aus und ist umgeben von den Resten des mehlig-körnigen Endosperms.

Das ausgewachsene erste Laubblatt (Figur 132) besteht aus einer geschlossenen Blattscheide und einer linealen Blattspreite. Der anatomische Bau ist folgender:

Die Epidermiszellen der Blattscheide sind im Querschnitt beiderseits ziemlich gross (besonders an der Oberseite), quadratisch oder fünfeckig, im Flächenschnitt gestreckt, rechteckig, mit fein gewellten Wänden. Die Aussenwände sind etwas verdickt. Spaltöffnungen kommen an der Unterseite vereinzelt vor. Wie Figur 139 andeutet, ist der Blattscheidenquerschnitt dreieckig; an den einzelnen Seiten ist die Dicke eine verschiedene. An der einen Seite liegt zwischen den Epidermen nur eine Schicht von Parenchym-

zellen, innerhalb deren etwa zehn Sklerenchymfaserbündelchen auftreten. An den beiden anderen Seiten befinden sich zwischen den Epidermen vier oder fünf Schichten von Parenchymzellen, zwischen denen im ganzen sieben Leitbündel und mehrere isolierte Sklerenchymfaserbündel, sowie vier grössere Gewebelücken vorhanden sind. Die Parenchymzellen erscheinen im Querschnitt rundlich-polygonal, im Längsschnitt wenig gestreckt und umschliessen zahlreiche Intercellularräume. Die Leitbündel sind collateral. Dem nach der Oberseite gerichteten Gefässstrang sind einzelne Sklerenchymfasern, dem nach der Unterseite gewendeten Siebstrang ist ein grösseres Bündel von Sklerenchymfasern vorgelagert. Die Leitbündel sind nicht alle gleich gross. Der Gefässstrang der grösseren enthält eine kleine Gewebelücke, was auch bei anderen monokotylen Wasser- und Sumpfpflanzen vielfach der Fall ist (vergl. nach Firtsch I S. 247: Westermaier, Untersuchungen über die Bedeutung toter Röhren etc., Sitzber. der Berl. Akad. 1884, S. 1107). Vergleiche hierzu Figur 140.

Die Blattspreite wird von sieben anastomosierenden Leitbündeln durchzogen, welche dieselbe Ausbildung zeigen, wie die der Blattscheide. Da, wo die grösseren Leitbündel verlaufen, tritt neben den (hier kleinen) Epidermiszellen der Oberseite ein Sklerenchymfaserbündel auf. Die Epidermiszellen der Oberseite sind im Querschnitt auffallend gross, quadratisch, mit dickerer Aussenwand, im Flächenschnitt gestreckt, rechteckig, mit gewellten Wänden. Diejenigen der Unterseite sind ähnlich, aber im Querschnitt bei weitem nicht so gross. An der Unterseite treten zahlreiche Spaltöffnungen auf; die Schliesszellen sind ebenso wie die Nebenzellen klein. An die Epidermis der Oberseite schliessen sich zwei Schichten, an die der Unterseite schliesst sich eine Schicht von kleinen, assimilierenden, ziemlich isodiametrischen oder unregelmässig etwas gestreckten, locker zusammenstehenden Parenchymzellen an. Die Mitte wird eingenommen von einer oder zwei Schichten grösserer, farbloser, äusserst zartwandiger Parenchymzellen, welche allerdings da, wo die Leitbündel verlaufen, fehlen.

Das zweite Laubblatt, welches bei den Exemplaren der Figur 132 trotz der beträchtlichen Grösse noch nicht ganz ausgewachsen ist, besteht ebenfalls aus einer geschlossenen Blattscheide und einer linealen Blattspreite. Die erstere ist noch kaum entwickelt. Die letztere ist im unteren Teile noch unvollendet, im mittleren und oberen aber völlig ausgebildet. Der Bau schliesst sich an den des ersten Laubblattes an.

Das dritte Laubblatt des Stadiums der Figur 132 zeigt auch schon im Princip den Aufbau der früheren Laubblätter.

In den Achseln der ersten Laubblätter treten sehr jugendliche Knospen auf.

Der Kotyledo und das erste Laubblatt nehmen $^1/_2$-Stellung ein, die ersten Laubblätter untereinander $^1/_3$-Stellung. Da, wo dasjenige Leitbündel inseriert, das alsbald einen Zweig zur Scheide und einen anderen durch das Hypokotyl hindurch zum Leiter hin sendet, findet der Übergang von der Achse zum Hypokotyl statt. Das hier herrschende Leitbündelgewirr wird bei den Stadien der Figur 132 noch dadurch vermehrt, dass etwas unterhalb mehrere Nebenwurzeln ausbrechen. Das als Hypokotyl zu bezeichnende Zwischenstück zwischen Scheiden- und Leiteranfang besitzt im allgemeinen folgenden Aufbau. Die Epidermis und Hypodermis sind denen der Achse ähnlich. Das die Fortsetzung der Achsenleitbündel bildende Hauptleitbündel (*H* der Figur 141) ist eigentümlich gestaltet; um einen Siebstrang herum liegen Gefässstrangelemente so, wie es die Figur 142 andeutet; ausserhalb treten teils Parenchymzellen, teils Siebstrangelemente auf, und um das Ganze lagert sich eine Endodermis, deren Zellen denen der Wurzelendodermis völlig gleichen (die Wände sind nach innen zu C-förmig besonders verdickt). Diesem Leitbündel parallel verläuft das Leitbündel *L*, welches später in den Leiter eintritt und dem Leiterleitbündel

sehr ähnlich ist. Da, wo der Leiter sich ansetzt, erfolgt der Übergang vom Hypokotyl zur Hauptwurzel. Das Leitbündel der letzteren ist pentarch.

Bei Stadien der Figur 130 ist Endosperm noch reichlich vorhanden. Tschirch rechnet die Cyperaceen zu den Formen, bei denen, wie bei den Palmen, der Sauger sich beim Keimen des Samens stark vergrössert und tief in das Endosperm eindringt (II S. 179), während Ebeling (I S. 191) sagt, der Sauger sei zu Anfang der Keimung bei den Cyperaceen schon fast fertig entwickelt und habe annähernd dieselbe Länge, wie der Samen. Bei *Carex folliculata* ist im Stadium der Figur 130 der Sauger wesentlich kleiner, als später, was Wilczek (I S. 26) auch für *Carex paniculata* und *C. paradoxa* bestätigt. Der Aufbau des Saugers ist ein ähnlicher, wie später; nur sind die Zellen weniger gestreckt, im ganzen kleiner und enthalten viel Stärke. Der Leiter ist schon gut entwickelt. Die Parenchymzellen der Scheide sind im Querschnitt noch alle kreisrund, Gewebelücken sind hier noch nicht vorhanden. Im unteren Teile finden sich im allgemeinen vier, im oberen zwei Schichten zwischen den Epidermen; im Centralteil beträgt die Zahl der Schichten ungefähr sieben bis zehn. Das Hypokotyl ist noch kurz. Sein Leitbündel *H* ist noch unvollendet, indem erst wenige Gefässe deutlich als solche zu erkennen sind. Das erste und zweite Blatt des fraglichen Stadiums sind noch jugendlich. Die Blattscheiden sind noch kaum zur Ausbildung gekommen, während die Blattspreiten in der Entwickelung weiter vorgeschritten sind. In der äusserst kurzen ersten Blattscheide, deren Zellen noch meristematisch sind, ist die Zahl der Parenchymschichten dieselbe, wie später. Innerhalb derselben sind die Anlagen von mindestens fünf Leitbündeln zu sehen. Sklerenchymfasern sind noch nicht zur Entwickelung gelangt. Die Leitbündel und Sklerenchymfasern sind auch in der Blattspreite noch nicht deutlich ausgebildet. Spaltöffnungen sind noch nicht zu sehen, wohl aber bei einem jugendlichen Blättchen, dessen Spitze etwas weiter aus der Kotyledonarscheide hervorsieht.

Den Embryo giebt Figur 135 von der Fläche, Figur 134 im Längsschnitt wieder. Die Radicula ist wohl entwickelt, wenn auch kurz. Die Plumula ist sehr kräftig ausgebildet. Die Scheidenanlage fällt deutlich in die Augen. Die Keimspalte bildet einen kurzen, in der Längsrichtung des Embryos verlaufenden Schlitz an deren Spitze. Der Leiter und das Hypokotyl sind noch nicht als solche zu erkennen. Der Sauger ist dagegen sehr gross (vergl. Wilczek I S. 27 und 28, sowie Figur 23, Tafel III). Die Zellen sind im allgemeinen ziemlich isodiametrisch oder im Längsschnitt kürzer, als breit. Leitbündelinitialen sind leicht zu erkennen. Es werden, wie Figur 134 andeutet, bereits Zweige in die Scheidenanlage und in die Plumula gesandt. Eine Cuticula ist wenigstens am Sauger weder mit Chlorzinkjod, noch mit Chromsäure nachweisbar. Die Zellen enthalten keine Stärke, dagegen sehr viel Öl, welches sich in absolutem Alkohol löst.

Das Endosperm ist mehlig-körnig. Seine Zellen besitzen sehr dünne Wände, welche leicht zerreissen. Nur in der Nähe der Samen- und Fruchtschale ist der Zusammenhang der Zellen ein etwas festerer. Die Parenchymzellen enthalten ausserordentlich viel Stärke (vergl. Wilczek I S. 22). In der der Kleberschicht der Gramineen entsprechenden Schicht findet sich andererseits viel Öl (vergl. Wilczek I S. 20 etc.).

Der in der Mitte besonders angeschwollene Sauger und der prismatische Leiter unterscheiden sich also durch die verschiedene Ausbildung der Epidermiszellen, deren Aussenwände bei ersterem vor allem viel dünner sind und einer Cuticula entbehren, sowie dadurch, dass die Parenchymzellen des ersteren mehr gestreckt sind. Der Leiter und die Scheide sind mannigfach verschieden gebaut. Die Scheide hat zwar eine ge-

wisse Ähnlichkeit mit der ersten Blattscheide, wesentliche Unterschiede sind aber folgende: 1) die Epidermiszellen der Blattscheide sind anders gestaltet, als die der Scheide, vor allem erscheinen sie im Flächenschnitt beiderseits rechteckig, mit fein gewellten Wänden; 2) die Unterseite der Blattscheide besitzt im Gegensatz zu der der Scheide Spaltöffnungen; 3) die Parenchymverteilung und das Auftreten von Gewebelücken sind in der Blattscheide ganz andere, als in der Scheide; 4) während in der Scheide nur **ein** eigentümlich gebautes Leitbündel (Figur 137) verläuft, treten in der Blattscheide sieben collaterale, verschieden grosse Leitbündel auf, welche dadurch ausgezeichnet sind, dass dem Gefässstrang einzelne Sklerenchymfasern, dem Siebstrang ein grösseres Bündel von solchen vorgelagert sind, sowie dadurch, dass in dem Gefässstrang der grösseren Leitbündel eine Gewebelücke sich findet (Figur 140); 5) ausserdem treten in der Blattscheide noch isolierte Sklerenchymfaserbündel (in grösserer Zahl) auf. Schon die äusserst kurze Blattscheide des jugendlichen ersten Laubblättchens zeigt die charakteristische Parenchymverteilung und eine grössere Zahl von Leitbündelanlagen (mindestens fünf). Die Blattspreite hat keine Ähnlichkeit mit dem Sauger und Leiter. — Das erste und zweite Laubblatt zeigen denselben Bau, höchstens könnte die zweite Blattscheide im ausgewachsenen Zustande geringfügige Abweichungen zeigen, welche bei dem von mir untersuchten Stadium noch nicht auftreten. — Der Kotyledo und das erste Laubblatt nehmen $^1/_2$-Stellung, die ersten Laubblätter untereinander $^1/_3$-Stellung ein. Da, wo die Achse in das Hypokotyl übergeht, inseriert das Leitbündel, welches einen Zweig in die Scheide und einen anderen durch das Hypokotyl durch in den Leiter und Sauger sendet.

Carex Pseudo-Cyperus L.

Die Figuren 128 und 129 stellen zwei Keimlinge dar, bei welchen nach der verschieden tiefen Lage der Frucht im Boden das Hypokotyl eine sehr verschiedene Länge angenommen hat. Beide erhielt ich in der Zeit vom 5. März bis zum 23. April 1894. Die Keimlinge habe ich zwar nicht genau untersucht, es gilt für sie aber folgendes. Der Leitbündelverlauf in Scheide, Hypokotyl, Leiter und Sauger, sowie die Art der Insertion sind ebenso, wie bei der vorigen Art. Die Scheide und das erste Laubblatt besitzen einen ähnlichen Bau, wie die von *Carex folliculata*. Allerdings sind in der Blattscheide nur fünf Leitbündel und ungefähr sechs isolierte Sklerenchymfaserbündel vorhanden, was in der Blattspreite analoge Abweichungen bedingt. *Carex Pseudo-Cyperus* schliesst sich also im wesentlichen an *Carex folliculata* an.

Nach van Tieghem (I S. 269) kommt bei der Gattung *Carex* vielleicht allgemein zwischen Scheide und Leiter ein Zwischenstück vor (vergl. Mirbel, Elements, 1815, Tafel 59, Figur 5 und die Abbildung, welche Tschirch [II Figur 68] nach Mirbel von *Carex maxima* giebt). Wahrscheinlich verhalten sich die meisten, wenn nicht gar alle *Carex*-Arten, überhaupt ähnlich, wie *C. folliculata*.

Auch ***Cyperus reflexus*** schliesst sich nach van Tieghems Beschreibung (I S. 269) an *Carex folliculata* an. Ein wesentlicher Unterschied besteht nur darin, dass bei dieser Form am unteren Ende des Zwischenstückes zwischen Scheide und dem kurzen Leiter ein Leitbündel inseriert, welches einen Zweig direct in den Leiter und Sauger und einen anderen durch das Zwischenstück durch in die Scheide sendet. Das letztere Leitbündel (das einzige der Scheide) wendet den Gefässstrang nach der Unterseite, den Siebstrang nach der Oberseite. In das erste Blatt treten ebenso, wie in die folgenden Blätter, drei Leitbündel ein, welche wie gewöhnlich gelagert zu sein scheinen. Inwieweit das Zwischenstück Achsen- oder Hypokotylstructur besitzt, giebt van Tieghem nicht an. Der Ausdruck „tige" (Stengel) für Zwischenstück darf nicht irre leiten, da van Tieghem denselben Ausdruck für das Zwischenstück der Gramineen anwendet, welch letzteres offenbar nicht Achsenstructur darbietet.

Nach Klebs (I S. 572) und Wilczek (I S. 25 etc.) besteht auch bei den *Scirpus*-Arten der Kotyledo aus einem Sauger, einem kurzen Leiter und einer Scheide. Ob bei *S. lacustris* zwischen Leiter und Scheide später ein Zwischenstück auftritt, bleibt zu untersuchen. Hier möchte ich nur darauf aufmerksam machen, dass nach den genannten Autoren der Embryo eine eigentümliche Gestalt hat, indem die Scheide mit der Plumula neben der Radicula gelagert ist, und dass nach dem letzteren Autor das erste Blatt dem Kotyledo superponiert ist (vergl. Figur 143), was auffallend wäre, wenn man die Scheide als Blatt auffasste, aber in der eigentümlich gekrümmten Gestalt des Embryos seine Erklärung findet, da sich dem ersten Blatt am besten Platz zur Entwickelung darbot, wenn es an der der Radicula abgewendeten Seite des Vegetationspunktes sich bildete, was in der That der Fall ist.

Tigridia Pavonia, *Carex folliculata*, *C. Pseudo-Cyperus* und *Cyperus reflexus* rechnet Klebs zu seinen Typen I und IV. Vielleicht schliessen sich noch andere Arten, welche zum Typus I gestellt werden, hier an. Wahrscheinlich gilt letzteres für zahlreiche Cyperaceen, welche zum Typus IV gestellt werden, so namentlich für die *Carex*- und *Cyperus*-Arten.

Charakteristisch für die letztbesprochene Gruppe ist also, dass der Kotyledo, ebenso wie bei den vorhergehenden Gruppen, unterirdisch bleibt und in einen Sauger, einen freien (wenn auch kurzen) Leiter und eine Scheide differenziert ist, dass aber im Gegensatz zu denselben der den Sauger tragende Leiter mit der Scheide gar nicht mehr in directem Zusammenhang steht, sondern dass sich zwischen ihnen ein Zwischenstück findet. Der Leitbündelverlauf ist aber ein derartiger, dass das den Sauger und Leiter durchlaufende Leitbündel sich in seiner Fortsetzung (bezw. direct) mit dem die Scheide durchziehenden (bezw. mit dessen Fortsetzung; wenn auch an verschiedenen Stellen) vereinigt, dass also in letzter Linie sowohl die Scheide, wie der Leiter und Sauger ihr Leitbündel von einem Punkte des Centralcylinders des Keimlings aus erhalten. Von den Teilen des Kotyledos besitzt nur die Scheide eine geringe Ähnlichkeit mit der ersten Blattscheide.

Die Gramineen.

Zu den beiden letzten Gruppen sind nach meiner Auffassung eigentlich die Gramineen zu stellen. Da hier der Sauger aber eine eigentümliche Ausbildung erfahren hat, indem er die unter dem Namen „Schildchen" oder „Scutellum" bekannte Form besitzt, und da Bruns in neuerer Zeit die Teile des Grasembryos in ganz abweichender Art gedeutet hat, will ich die Gramineen gemeinsam besprechen. Ich bediene mich zunächst kurzweg der meiner Auffassung entsprechenden Nomenclatur und werde später auf eine Rechtfertigung derselben näher eingehen. Bei den Graskeimlingen ist ein Leiter, welcher ja schon bei den zuletzt besprochenen Arten sehr kurz geworden ist bezw. bei den erwähnten Palmen ganz verschwunden ist, nicht mehr vorhanden oder wenigstens äusserst kurz, wie bei *Panicum miliaceum*. Nach der Stellung von Scheide und Sauger unterscheiden van Tieghem (I. S. 284 etc.) und Lewin (I. S. 20 etc.) zunächst zwei Untergruppen.

Bei der ersten Untergruppe setzt sich die Scheide unmittelbar über dem Sauger an. Vom Centralcylinder des Keimlings geht ein Leitbündel aus, welches sich teilt und einen später unter Umständen sich weiter teilenden Zweig in den Sauger und zwei Zweige in die Scheide sendet. Das erste Laubblatt erhält eine grössere Zahl von Leitbündeln. Hierhin gehören *Stipa pennata* (van Tieghem I. S. 248 etc.), *Triticum sativum* (van Tieghem I. S. 250 etc.), *T. vulgare* (Lewin I. S. 21), *Secale cereale* (van Tieghem I. S. 251), *Hordeum vulgare* (van Tieghem I. S. 251 und Lewin I. S. 21 und 22) etc. Diese Untergruppe schliesst sich an die oben erwähnten Palmen und weiterhin an *Washingtonia robusta* an.

Die zweite Untergruppe, bei welcher zwischen Scheide und Sauger ein Zwischenstück vorhanden ist, steht in engerem Zusammenhang mit den *Carex*-Arten. Je nach dem verschiedenen Leitbündelverlauf sind, wie es auch Lewin (I. S. 22 und 23) thut, hier zwei Abteilungen zu unterscheiden.

Bei der ersten Abteilung geht vom Centralcylinder des Keimlings am oberen Ende des Zwischenstückes ein Leitbündel aus, welches sich sofort teilt und zwei Zweige in die Scheide und einen Zweig durch das als Hypokotyl zu bezeichnende Zwischenstück (dessen Hauptleitbündel parallel) zum Sauger hin sendet. Das erste Blatt erhält eine grössere Zahl von Leitbündeln. Hierhin gehören *Oryza sativa* (siehe unten und Lewin I. S. 23 und 24), *Zizania aquatica* (siehe unten und Bruns I Figur 22 B), *Leersia clandestina* (nach Bruns I Figur 24 B), *Phalaris canariensis*, *Melica Caffrorum* (nach Dieriksen I Figur 72 und 73), *Festuca elatior* (Lewin I. S. 24), *Lolium italicum* und wahrscheinlich alle anderen Arten, welche nach van Tieghem (I. S. 255 etc.) folgenden Leitbündelverlauf darbieten sollen. Am unteren Ende des Zwischenstückes soll ein Leitbündel aus dem Centralcylinder austreten, welches sich teilt und einen Zweig direct in den Sauger sendet, während der andere dem Hauptleitbündel des Zwischenstückes parallel aufwärts verläuft, an der Scheidenbasis plötzlich mit dem Centralcylinder in Verbindung tritt, um sich sofort wieder loszutrennen und zwei Zweige in die Scheide eintreten zu lassen. Bei den genannten Arten, von welchen ich *Oryza sativa*, *Phalaris canariensis* und vor allem das von van Tieghem genau beschriebene *Lolium italicum* daraufhin selbst untersuchte, herrscht am unteren Ende des Zwischenstückes keine Verbindung zwischen dem in den Sauger eintretenden Leitbündel und dem Centralcylinder. Für die Richtigkeit der van Tieghem'schen Darstellung sprechen seine Abbildungen auch nicht, und Lewin redet gar nicht von einem Leitbündelverlauf, wie er nach van Tieghem vorkommen soll. Dass ein solcher bei einer der Arten, welche van Tieghem (I. S. 255 etc.) angiebt, überhaupt sich findet, erscheint mir völlig unwahrscheinlich. Deshalb teile

ich die Formen, welche mit einem Zwischenstück versehen sind, ebenso wie Lewin nur in zwei Abteilungen, deren erstere soeben besprochen wurde. Während diese sich offenbar an die *Carex*-Arten anschliesst, liegt bei einer relativ kleinen Zahl von Gräsern, welche die zweite Abteilung der zweiten Untergruppe ausmachen, die Sache anders.

Bei den Vertretern der in Frage stehenden zweiten Abteilung tritt am unteren Ende des Zwischenstücks aus dem Centralcylinder ein Leitbündel aus, welches in den Sauger eintritt, wo es sich unter Umständen weiter teilt. Andererseits gehen am oberen Ende des Zwischenstückes zwei Leitbündel aus, welche sich in die Scheide wenden. Zwischen den Leitbündeln der Scheide und dem des Saugers herrscht also keine in die Augen fallende directe Verbindung. Das Leitbündel des Zwischenstückes ist eigentümlich gebaut, im allgemeinen vom Achsenbau abweichend. Das erste Blatt erhält eine grössere Zahl von Leitbündeln. Hierhin gehören *Zea Mays* (van Tieghem I S. 259 etc., Lewin I S. 23; vergl. auch Kumm I S. 34 bis 36 und Sachs I), *Sorghum vulgare* (van Tieghem I S. 262, Lewin I S. 23), *Panicum miliaceum* (siehe unten und van Tieghem I S. 262), *Eleusine Coracana* (van Tieghem I S. 262), *Coix Lacryma* (van Tieghem I S. 262 und 263, Kumm I S. 36) und *Bromus secalinus* (Lewin I S. 23).

Von den Gramineen untersuchte ich je eine Form der beiden Abteilungen der zweiten Untergruppe, nämlich *Oryza sativa* L. und *Panicum miliaceum* L., ferner den Embryo von *Zizania aquatica* L. genauer. Keimlinge letzterer Art habe ich leider nicht erhalten können, da alle mir zu Gebote stehenden Früchte, selbst aus Amerika direct bezogene, bis jetzt nicht keimten.

Die Art der Keimung der Gräser wird von Klebs (I S. 570 und 571) angegeben. Für *Oryza sativa* und *Panicum miliaceum* habe ich nichts besonderes zu bemerken.

Oryza sativa L.

Verschieden alte Keimlinge stellen die Figuren 145 und 146 dar. Die der Figur 145 erhielt ich in der Zeit vom 28. Juli bis zum 1. August, solche, welche etwas älter waren, als die der Figur 146, bis zum 9. August 1894. Die Figuren 149 und 150 stellen den Embryo dar.

Der ausgewachsene Kotyledo (Figur 146; vergl. Figur 147) besteht aus einer geschlossenen, allerdings gesprengten Scheide (vergl. Haberlandt I S. 67) und andererseits aus dem Sauger (Schildchen). Der anatomische Aufbau ist folgender.

Die Epidermiszellen der Unterseite der Scheide erscheinen im Querschnitt ziemlich quadratisch und dickwandig; besonders sind die Radialwände (und zwar ungleichmässig) verdickt. Im Flächenschnitt sind sie gestreckt, mit ziemlich geraden, spitzwinkelig zusammenstossenden Wänden. Spaltöffnungen sind reichlich vorhanden. Die Epidermiszellen der Oberseite sind im Querschnitt rechteckig (kleinster Durchmesser in radialer Richtung), nicht dickwandig, im Flächenschnitt fast quadratisch, mit grob gebuchteten Wänden. Auch hier kommen Spaltöffnungen vor. Zwischen den Epidermen liegen ungefähr acht Schichten von Parenchymzellen, welche im Querschnitt rundlich, beim älteren Stadium jedoch teilweise zusammengedrückt und tangential gestreckt, im Längsschnitt fast quadratisch erscheinen und Intercellularräume umschliessen. Die Scheide wird von zwei Leitbündeln durchlaufen, deren grosser Gefässstrang nach der Oberseite, deren grosser Siebstrang nach der Unterseite gerichtet ist. Letzterem sind einige langgestreckte

Sklerenchymzellen vorgelagert. In ersterem liegen die ziemlich zahlreichen Gefässe zerstreut. Der Leitbündelquerschnitt erscheint kreisrund. Vergl. Figur 154. — Die Scheidenspitze bildet ein einfacher, mit einer Epidermis überkleideter Parenchymkegel, unterhalb dessen sich die Öffnung befindet, durch welche die Blätter durchdringen (vergl. Haberlandt I S. 67).

An derselben Stelle, an welcher die zwei Scheidenleitbündel inserieren, tritt aus dem Centralcylinder des Keimlings ein drittes Leitbündel aus, welches das Zwischenstück zwischen Scheide und Sauger (dem Hauptleitbündel desselben parallel) durchläuft, um sich dann in den Sauger zu wenden und dessen oberen Teil zu durchlaufen, ohne sich zu teilen. Vergl. Figur 147 und Lewin I S. 22 und Figur 46. Der grosse Gefässstrang ist von dem beim älteren Stadium fast völlig verbrauchten Endosperm abgewendet, der grosse Siebstrang, welchem keine Sklerenchymzellen vorgelagert sind, ist demselben zugewandt. (Die Lagerung wäre normal, wenn man das Schildchen als Blattspreite auffasst.) Der Leitbündelquerschnitt erscheint auch kreisrund. Die Parenchymzellen des Saugers sind isodiametrisch und umfassen Intercellularräume. Die Epidermiszellen sind an der dem Endosperm zugewendeten Seite (vergl. Figur 147), wie bei allen Gramineen, typische Cylinderepithelzellen (Lewin I S. 23 und Figur 48; Ebeling I S. 182). An den anderen Seiten sind gewöhnliche, kurze Epidermiszellen vorhanden. (Schon Sachs macht [I] auf den Unterschied in der Ausbildung der Epidermiszellen an den verschiedenen Seiten des Schildchens der von ihm untersuchten Gräser aufmerksam.)

Das ausgewachsene erste Blatt (des älteren Stadiums) besteht aus einer $2^1/_2$ cm langen, offenen Scheide, deren Flügel im unteren Teile fest übereinander gelagert sind, und deren Spitze sich aus einem stärkeren mittleren und zwei schwächeren seitlichen Vorsprüngen mit kurzen, aber kräftigen Haaren zusammensetzt. Der anatomische Aufbau ist folgender.

Die Epidermiszellen der Unterseite sind im Querschnitt klein, ungefähr quadratisch, mit dicken Wänden (besonders sind die Aussenwände verdickt), im Flächenschnitt gestreckt, mit gewellten Wänden. Diejenigen der Oberseite sind ähnlich, nur erscheinen sie im Querschnitt tangential etwas gestreckt und dünnwandiger. Da, wo die Leitbündel verlaufen, sind die Epidermiszellen im Querschnitt noch kleiner, im Flächenschnitt langgestreckt, mit geraden Wänden. Spaltöffnungen sind auf der Unterseite reichlich, auf der Oberseite spärlicher vorhanden. An ersterer finden sich auch vielfach Haare. Zwischen den Epidermen liegen sieben bis acht Schichten isodiametrischer oder etwas gestreckter, Intercellularräume umfassender Parenchymzellen, welche allerdings an vielen Stellen, wie es Figur 155 andeutet, zum Teile zerstört sind, wodurch grössere Gewebelücken entstanden sind. Gegen die Flügel hin nimmt die Zahl der Schichten natürlich ab, um schliesslich = 0 zu werden. Das Blatt wird von dreizehn mehr oder minder gut ausgebildeten, anastomosierenden, collateralen Leitbündeln durchzogen. Dieselben erscheinen im Querschnitt oval. Der Siebstrang ist nach der Unterseite, der Gefässstrang nach der Oberseite gerichtet. In letzterem tritt bei den grösseren Leitbündeln ebenso, wie bei anderen monokotylen Wasser- und Sumpfpflanzen, eine Gewebelücke auf. Sklerenchym ist dem Siebstrang nicht vorgelagert. Dafür liegt aber vor jedem Leitbündel je ein grosser Sklerenchymfaserstrang neben der Epidermis der Unterseite und ein kleinerer Strang neben der der Oberseite. Ferner tritt ein Sklerenchymfaserstrang am Rande jedes Flügels auf (vergl. Figur 155). Sämtliche Sklerenchymfaserstränge stehen mit Stegmatareihen in Verbindung. Zwei Reihen von Stegmata, welche allerdings höchstens rudimentäre Kieselkörper enthalten, liegen immer nebeneinander.

Das zweite Blatt (Laubblatt) des älteren Stadiums besteht aus einer $6\frac{1}{2}$ cm langen, offenen Blattscheide, deren Ränder übereinandergeschlagen sind, und an deren Spitze sich zwei seitliche Vorsprünge mit längeren, kräftigen Haaren finden, einer kurzen, feinen Ligula und einer $3\frac{1}{2}$ cm langen, linealen Blattspreite. Der anatomische Bau ist folgender.

Die Blattscheide ist im wesentlichen ebenso gebaut, wie das erste Blatt; nur sind zwei Leitbündelchen hinzugekommen. Für die Blattspreite gilt folgendes. Die Epidermiszellen sind beiderseits im Querschnitt klein, ungefähr quadratisch, mit sehr dicken, zahlreiche Höckerchen tragenden Aussenwänden, im Flächenschnitt gestreckt, mit gewellten Wänden. Überall da, wo der Blattspreitenquerschnitt etwas eingeschnürt erscheint, d. h. zwischen den Leitbündeln, wie es Figur 156 andeutet, sind die Epidermiszellen der Oberseite im Querschnitt auffallend gross. Spaltöffnungen kommen beiderseits reichlich vor. Haare finden sich auf der Unterseite in grosser, auf der Oberseite in geringerer Zahl. Zwischen den Epidermen liegen drei bis fünf Schichten assimilierender, isodiametrischer, Intercellularräume zwischen sich lassender Parenchymzellen. Die Zahl der Leitbündel ist auf 19 gestiegen. Dieselben sind verschieden stark ausgebildet und gleichen denen der Blattscheide. Eine Gewebelücke tritt allerdings nur im Gefässstrang einzelner Leitbündel auf. Vor den grösseren Leitbündeln liegt beiderseits, vor den anderen nur auf der Unterseite neben der Epidermis ein mehr oder minder kleiner Strang von Sklerenchymfasern, welcher mit Stegmatareihen so, wie in der Blattscheide, in Verbindung steht. Ein ebensolcher Strang verläuft längs des Blattspreitenrandes.

Das dritte Blatt (Laubblatt) des älteren Stadiums besteht aus einer $7\frac{1}{2}$ cm langen Blattscheide, welche der des zweiten Blattes ähnlich ist, einer kurzen, feinen Ligula und einer 14 cm langen, linealen Blattspreite. Trotz der beträchtlichen Grösse ist dasselbe noch nicht völlig ausgebildet. Der anatomische Bau ist im wesentlichen derselbe, wie der des zweiten Blattes. Nur ist der Centralteil sowohl der Blattscheide, als der Blattspreite auffallend dick geworden und enthält mehrere bezw. zwei grosse Gewebelücken, und die Leitbündel haben sich innerhalb der Blattspreite noch weiter verzweigt.

Das vierte Blatt des älteren Stadiums ist noch jugendlich, im ganzen 12 cm lang. Die Blattscheide ist noch kaum entwickelt. Die Blattspreite ist noch zusammengefaltet, nur im oberen, ungefähr 4 cm langen Teile entfaltet.

Der Kotyledo und die ersten Blätter nehmen $\frac{1}{2}$-Stellung ein. Der Leitbündelverlauf lässt sich bei Exemplaren des älteren Stadiums noch verfolgen, obgleich zahlreiche Nebenwurzeln aus dem unteren Achsenteil und dem Zwischenstück zwischen Scheide und Sauger hervorgebrochen sind, und obgleich die Hauptwurzel abgestorben ist. Zur Untersuchung eignen sich aber jüngere Stadien besser. Die zwei Leitbündel der Scheide und das später in den Sauger eintretende inserieren da, wo die Achse in das Hypokotyl übergeht. Das als Hypokotyl zu bezeichnende Zwischenstück besitzt eine Epidermis und Hypodermis, wie die Achse. Das die Fortsetzung der Achsenleitbündel bildende Hauptleitbündel (*H* der Figur 157) ähnelt etwas dem der Wurzel. In der Mitte liegen zerstreut einige kleinere Gefässe. Von diesem Centralteil gehen etwas unregelmässig sechs Gefässstränge mit einigen grösseren Gefässen aus. Zwischen diesen liegen ein grosser, drei mittelgrosse und zwei winzige Siebstränge. Eine deutliche Endodermis ist nicht zu sehen. Das später in den Sauger eintretende Leitbündel (*S*) wendet seinen Gefässstrang nach aussen, seinen Siebstrang, welchem sklerenchymatische Elemente vorgelagert sind, nach innen. Der untere Teil des Saugers hängt mit dem unteren Hypokotylteil in breiter Fläche zusammen. Wenn Lewin (I S. 22)

sagt, das kräftigere Leitbündel von den zweien, welche das Zwischenglied durchlaufen, setze sich in der Hauptwurzel fort, dringe aber erst ins Schildchen ein und mache darin eine scharfe Biegung, bevor es in die Wurzel hinausgehe, so ist hierzu zu bemerken, dass kein Grund zu der Behauptung vorliegt, genanntes Leitbündel dringe in das Schildchen ein. Der Winkel, welchen das Leitbündel an der in Rede stehenden Stelle macht, ist auch lange nicht so spitz, wie ihn Lewin (I Figur 46) zeichnet, (vergl. Figur 147). Da, wo die plötzliche, starke Biegung auftritt, findet der Übergang zur Wurzelstructur statt. Rings sind hier noch die Reste der Koleorhiza und ihres Auswuchses, des sogenannten Epiblasten, zu sehen. Den Koleorhizaauswuchs, welcher schon an Keimlingen des Stadiums der Figur 145 zerstört ist, bildet Lewin (I Figur 46) ganz falsch ab. Seine ursprüngliche Gestalt wird in Figur 147 angedeutet. Die Hauptwurzel besitzt ein hexarches oder heptarches Leitbündel, welches im Centrum ein grosses Gefäss besitzt. Im Rindenparenchym treten grosse Hohlräume auf. Unter der Hypodermis, welche nichts besonderes bietet, liegt ein Ring sklerenchymatischer Elemente. Die Epidermis besitzt reichlich Wurzelhaare.

Bezüglich der Stadien der Figur 145 ist folgendes zu erwähnen. Das Endosperm ist zum grossen Teile noch vorhanden. Der Sauger und das Hypokotyl sind bereits entwickelt, wie es Figur 147 darthut. Die Scheide, welche noch nicht gesprengt ist, ist nicht ganz ausgebildet. Vor allem sind den Siebsträngen der zwei Leitbündel noch keine sklerenchymatischen Elemente vorgelagert. Das jugendliche erste Blatt, welches die Kotyledonarscheide noch nicht durchbrochen hat, zeigt die Anlage zum späteren Aufbau, wenn auch die Entwickelung noch wenig vorgeschritten ist, Gewebelücken natürlich noch fehlen. Vor allem ist zu bemerken, dass die Anlagen von elf Leitbündeln und von Sklerenchymfaserbündeln bereits deutlich zu sehen sind. Beim jugendlichen zweiten Blatt ist die Blattscheide noch kaum vorhanden. Die meristematische Blattspreite ist noch ganz zusammengefaltet. Ungefähr sechzehn Leitbündelanlagen sind in letzterer schon vorhanden.

Den Embryo im ruhenden Zustande stellen die Figuren 149 und 150 (etwas seitlich und von der Fläche gesehen) dar, während Figur 151 den Längsschnitt, Figur 152 den Querschnitt des mittleren Teiles, Figur 153 einen etwas höher ausgeführten Querschnitt wiedergiebt. Figur 148, welche einen jüngeren Embryo von der Fläche darstellt, ist der Arbeit von Bruns (I Figur 23 F) entnommen. Das Längsschnittbild, welches Bruns (I Figur 23 A) giebt, ist nach meinen Beobachtungen uncorrect. Wie Lewin (I S. 22) und Bruns (I) richtig bemerken, zeigt der Embryo eine eigentümlich gekrümmte Lage dadurch, dass die Radicula und Plumula ungefähr einen rechten Winkel mit einander bilden. Die kräftig entwickelte Radicula liegt innerhalb der Koleorhiza, die nach oben hin einen etwas unregelmässig gestalteten Auswuchs, den sog. Epiblasten anderer Autoren, besitzt. Dieser schmiegt sich der Kotyledonarscheide an, innerhalb deren die stark entwickelte Plumula sich befindet. Der untere Teil des Schildchens (Saugers) hängt mit der Koleorhiza und dem Hypokotyl in einer Weise zusammen, dass man eine deutliche Grenze nicht wahrnehmen kann. Der obere Teil ist frei, liegt aber wenigstens anfangs der Kotyledonarscheide an, welche seine umgeschlagenen, flügelartigen Ränder mehr oder minder umfassen, wobei sie zum Teil sogar den Koleorhizaauswuchs noch bedecken, wie dies die Figuren 149, 150 und 152 darstellen. Da, wo die Scheide vom Mittelteile des Schildchens etwas absteht (vergl. Figur 151), werden die Ränder des letzteren beiderseits dick und umfassen je eine Hälfte der Scheidenspitze so, wie es Figur 153 im Querschnitt wiedergiebt. Was Bruns mit einem Übereinandergreifen meint, ist mir unklar; es liegt wohl eine Täuschung vor. Die genannten Schildchenfortsätze und der Koleorhizaauswuchs füllen alle Hohlräume aus, welche durch die

besondere Ausbildung des Saugers und besonders durch die eigentümliche Stellung der weit entwickelten Scheide und Plumula entstanden sind, und erteilen dem Embryo, welcher, nur von der Kleberschicht bedeckt, direct unter der Samen- und Fruchtschale liegt, eine angemessene (etwas gerundete) Form, welche eine Zerquetschung der Plumula beim Eintrocknen der Frucht und bei der späteren Quellung des Endosperms verhindert. Figur 148 stellt, wie gesagt, einen jüngeren Embryo dar, bei welchem die Schildchenlappen und der Koleorhizaauswuchs erst im Entstehen begriffen sind. Da Scheide und Plumula hier ebenfalls noch wenig entwickelt sind, besitzt dieser Embryo eine ähnliche äussere Form, wie der reife, was ein Vergleich der Figuren 148 und 150 darthut. Innerhalb des reifen Embryos verläuft ein Prokambiumstrang durch den oberen Teil des Schildchens zum Vegetationspunkt hin, von wo andererseits zwei kleinere Prokambiumstränge zur Scheide und ein grosser zur Wurzel hin ausgeht. Innerhalb dieser Stränge sind einzelne Gefässe bereits zur Ausbildung gekommen, was Brunn (I S 23) ebenfalls bei ruhenden Grasembryonen gesehen hat. An der dem Endosperm zugewendeten, ganz zum Schildchen gehörenden Embryofläche ist das Epithel bereits wahrnehmbar. Die Zellen des Embryos enthalten viel Stärke und etwas Öl, welches sich mit concentrierter Schwefelsäure nicht färbt.

Das aus dünnwandigen Zellen bestehende Endosperm enthält, wie bei allen Gräsern, reichlich Stärke; von der Kleberschicht sehe ich ab.

Der Sauger hat also die unter dem Namen Schildchen bekannte Form und zeigt keine Ähnlichkeit mit den Teilen der Blätter. Sein Leitbündel gleicht denen der Scheide, entbehrt nur der sklerenchymatischen Elemente. Die Scheide hat auch hier eine gewisse Ähnlicheit mit dem niederblattartig ausgebildeten ersten Blatt. Wesentliche Unterschiede sind aber folgende: 1) die Scheide ist geschlossen, das erste Blatt eine offene Blattscheide; 2) die Spitze der ersteren ist ganz anders gestaltet, als die des letzteren; 3) die Epidermiszellen sind verschieden ausgebildet, vor allem sind die der Scheide im Flächenschnitt auf der Unterseite gestreckt, mit **geraden**, spitzwinkelig zusammenstossenden Wänden, auf der Oberseite fast quadratisch, mit **grob gebuchteten** Wänden, während die des ersten Blattes beiderseits gestreckt, mit **gewellten** Wänden versehen sind; 4) Gewebelücken kommen nur im Blatt vor; 5) während die Scheide von zwei collateralen Leitbündeln durchlaufen wird, welche bei kreisrundem Querschnitt einen soliden, **grossen** Gefässstrang, einen **grossen** Siebstrang und vor diesem ein Bündel langgestreckter Sklerenchymzellen besitzen, durchsetzen das erste Blatt dreizehn anastomosierende, collaterale, mehr oder minder gut ausgebildete Leitbündel, welche einen kleineren, elliptischen Querschnitt besitzen, deren Siebstrange keine sklerenchymatischen Elemente vorgelagert sind, und deren grössere im Gefässstrang eine Gewebelücke aufweisen; 6) andererseits liegt im ersten Blatt neben der Epidermis der Ober- und Unterseite vor jedem Leitbündel je ein mehr oder minder grosser Strang von Sklerenchymfasern, welcher mit Reihen von Stegmata (ohne gutausgebildete Kieselkörper) im Zusammenhang steht, und ein ebensolcher Strang verläuft im Blattrande. Zu bemerken ist, dass im jugendlichen ersten Blatt, welches die Kotyledonarscheide noch nicht durchbrochen hat, bereits die Anlagen von elf Leitbündeln und von Sklerenchymfasersträngen zu sehen sind. Das erste

Blatt und die Blattscheide des ersten Laubblattes zeigen andererseits nur die Verschiedenheit, dass in letzterer zwei Leitbündelchen hinzugekommen sind. Die Blattspreite des ersten Laubblattes tritt als etwas Neues hinzu. Das zweite und dritte Blatt zeigen nur geringe Abweichungen von einander. — Der Kotyledo und die ersten Blätter nehmen $^1/_2$-Stellung ein. Die zwei Leitbündel der Scheide und das später in den Sauger eintretende inserieren da, wo die Achse in das Hypokotyl übergeht. Das ganze Zwischenstück zwischen Scheide und Sauger besitzt Hypokotylstructur.

Panicum miliaceum L.

Einen jungen und älteren Keimling stellen die Figuren 158 und 159 dar. Den ersteren erhielt ich in der Zeit vom 28. Juli bis zum 30. Juli, den letzteren bis zum 10. August 1894. Ein mittleres Stadium, bei welchem das zweite Blatt noch jugendlich, das erste Blatt jedoch ziemlich entwickelt war, erhielt ich bis zum 1. August 1894.

Der ausgewachsene Kotyledo (mittleres Stadium; vergl. Figur 160) besteht aus einer geschlossenen Scheide, welche allerdings schon zu zerreissen beginnt (vergl. Haberlandt I S. 67), und andererseits aus einem Sauger (Schildchen). Der anatomische Bau ist folgender:

Die Epidermiszellen der Unterseite der Scheide sind im Querschnitt ungefähr quadratisch, mit etwas verdickter Aussenwand, im Flächenschnitt gestreckt, mit ziemlich geraden Wänden. Spaltöffnungen kommen reichlich in je einem Streifen vor den Leitbündeln vor. Die Epidermiszellen der Oberseite sind im Querschnitt wenigstens später etwas tangential gedehnt und aussen dünnwandig, im Flächenschnitt ebenfalls gestreckt, mit ziemlich geraden Wänden. Spaltöffnungen konnte ich hier nicht wahrnehmen. Haare fehlen gänzlich. Zwischen den Epidermen liegen da, wo die Leitbündel verlaufen, vier, sonst zwei Schichten von Parenchymzellen, welche im Querschnitt unregelmässig rundlich, im Längsschnitt kaum oder etwas gestreckt erscheinen und Intercellularräume umfassen. Die zwei collateralen Leitbündel, welche die Scheide durchlaufen, sind im Querschnitt kreisrund (Figur 161). Der Siebstrang, welchem keine Festigungselemente vorgelagert sind, ist nach der Unterseite gerichtet, der ihn halb umfassende Gefässstrang nach der Oberseite. Die Scheidenspitze ist gestaltet, wie bei *Oryza sativa*. Nach Haberlandt (I S. 67) zeigen die meisten Gräser, wenigstens alle Getreidearten, im wesentlichen diesen Aufbau der Scheide.

Während die zwei Scheidenleitbündel am oberen Ende des Zwischenstückes inserieren, tritt am unteren Ende desselben aus dem Centralcylinder ein gleichgestaltetes Leitbündel aus, welches direct in den Sauger eindringt und, den Siebstrang dem Endosperm zuwendend, dessen oberen Teil durchläuft, ohne sich zu teilen (Figur 160; vergl. auch van Tieghem I S. 262). Das Parenchym des Saugers besteht aus isodiametrischen, Intercellularräume umfassenden, stärkereichen Zellen. An der dem Endosperm zugewendeten Seite (vergl. Figur 160) sind die Epidermiszellen typische Cylinderepithelzellen (vergl. Ebeling I S. 183), während an den übrigen Seiten kurze, tafelförmige Epidermiszellen vorhanden sind.

Das erste Laubblatt (Figur 159) besteht aus einer offenen Blattscheide, deren Ränder übereinandergeschlagen sind, und einer linealen Blattspreite. Der anatomische Bau ist folgender.

Die Epidermiszellen der Blattscheide sind denen der Kotyledonarscheide ähnlich. Jedoch kommen an der Unterseite allgemein reichlich Spaltöffnungen und lange Haare vor. Zwischen den Epidermen

finden sich vier Schichten von Parenchymzellen, welche denen der Kotyledonarscheide ähnlich, aber mehr gestreckt und so, wie es Figur 165 andeutet, an vielen Stellen zerstört sind, wodurch Gewebelücken sich gebildet haben. Gegen die Flügel hin nimmt die Zahl der Parenchymzellschichten natürlich ab, um schliesslich = 0 zu werden. Ausserdem finden sich dreizehn mehr oder minder grosse collaterale Leitbündel, deren Querschnitt elliptisch ist, und deren nach der Unterseite gerichtetem Siebstrang ein grösseres Bündel von wenig dickwandigen Sklerenchymfasern vorgelagert ist. Im Gefässstrang der grösseren Leitbündel tritt eine Gewebelücke auf.

Die Epidermiszellen der Blattspreite sind im Querschnitt beiderseits ziemlich gross, quadratisch, mit etwas verdickter Aussenwand, im Flächenschnitt mehr oder minder gestreckt, mit nicht gewellten Wänden. Ebenso wie bei *Oryza sativa* fällt ein Teil der Epidermiszellen der Oberseite im Querschnitt durch besondere Grösse auf. Spaltöffnungen kommen auf beiden Seiten reichlich vor. Lange Haare finden sich auf der Oberseite in grosser Zahl, auf der Unterseite spärlicher. Zwischen den Epidermen liegen im allgemeinen zwei bis drei Schichten assimilierender, in der Längsrichtung des Organs etwas gestreckter Parenchymzellen, während rings um jede Parenchymscheide eines Leitbündels eine Schicht sehr chlorophyllreicher, unregelmässig kugeliger, grössere Intercellularräume zwischen sich lassender Parenchymzellen sich befindet. Die Parenchymscheidenzellen selbst sind im Querschnitt und Längsschnitt annähernd quadratisch, gross, und zeigen an der dem Leitbündel zugewendeten Fläche einen breiten Beleg stark lichtbrechender, schwach bräunlich gefärbter Inhaltsmassen. Die collateralen, anastomosierenden Leitbündel, deren Zahl auf vierundzwanzig gestiegen ist, und welche ziemlich nahe nebeneinander verlaufen, sind mehr oder minder gut ausgebildet. Die grösseren besitzen in dem kräftig entwickelten, nach der Oberseite gerichteten Gefässstrang ebenfalls eine Gewebelücke. Dem Siebstrange sind keine Festigungselemente angelagert, dahingegen verlaufen Sklerenchymfaserbündelchen beiderseits neben der Epidermis. Die meisten Leitbündel besitzen nur einen kleinen Gefäss- und Siebstrang, ohne Gewebelücken, bei kreisrundem Querschnitt. Vor denselben finden sich Sklerenchymfaserbündelchen überhaupt nicht oder höchstens neben der Epidermis der Unterseite. Mit allen Sklerenchymfaserbündelchen stehen einzelne Reihen von Stegmata (ohne gut ausgebildete Kieselkörper) in Verbindung.

Das zweite Laubblatt des Stadiums der Figur 159 besteht ebenfalls aus einer offenen Blattscheide mit übereinandergeschlagenen Flügeln und einer linealen Blattspreite. Trotz der beträchtlichen Grösse ist es noch nicht ganz ausgewachsen. Die Blattscheide zeigt aber offenbar die Anlage zum Bau, wie ihn die erste Blattscheide besitzt. Gewebelücken sind noch nicht vorhanden. Von den Leitbündeln sind sieben in der Ausbildung weiter vorgeschritten, wenn auch Gewebelücken in den Gefässsträngen noch nicht zu sehen sind, und die Sklerenchymfaserbündel noch schwach entwickelt sind. Die sechs übrigen Leitbündel sind der Anlage nach wahrnehmbar. Die wohl entwickelte Blattspreite zeigt den Aufbau der ersten Blattspreite.

Die folgenden Blätter des genannten Stadiums sind noch jugendlich.

Der Kotyledo und die ersten Laubblätter nehmen $^1/_2$-Stellung ein. Den Leitbündelansatz kann man sowohl an den älteren, wie an den mittleren Stadien gut verfolgen. Da, wo die zwei Scheidenleitbündel inserieren, herrscht noch Achsenstructur. Mehre collaterale Achsenleitbündel vereinigen sich mit den Scheidenleitbündeln zu drei collateralen Leitbündeln, deren Verbindungslinien ein kleines, fast gleichseitiges Dreieck bilden. Wie in Figur 160 angedeutet ist, tritt aber bald Hypokotylstructur auf. Die

Epidermis und Hypodermis des Hypokotyls sind denen der Achse gleich. Das Leitbündel hat im Querschnitt das durch Figur 166 angedeutete Aussehen. Dessen Scheide ist der des Wurzelleitbündels ähnlich. Am unteren Ende des Zwischenstückes tritt an der mit *a* bezeichneten Stelle das Saugerleitbündel derart ein, dass seine Gefässe sowohl nach unten, wie besonders nach oben zu in denen des Hypokotylleitbündels ihre Fortsetzung finden. Letzteres ändert sofort seine Gestalt, indem das Querschnittbild unterhalb der Insertion des Saugerleitbündels das der Figur 167 ist. Sehr bald findet dann der Übergang zur Wurzelstructur statt. Die Hauptwurzel besitzt ein pentarches oder hexarches Leitbündel.

Bezüglich der Stadien der Figur 158 ist zu erwähnen, dass der Sauger und das Hypokotyl bereits fertig ausgebildet bezw. in der Entwickelung vorgeschritten sind, wenn letzteres auch äusserlich nicht auffällt. Die Scheide ist noch nicht ausgewachsen. Ihre Leitbündel sind noch unvollendet. Das jugendliche erste Laubblatt, welches die Scheide noch nicht durchbrochen hat, besitzt eine äusserst kurze, meristematische Blattscheide, in welcher eine grössere Zahl von Leitbündelanlagen, wenn auch undeutlich, zu erkennen ist. Die Blattspreite ist, besonders im oberen Teile, schon besser entwickelt. Dieser obere Teil zeigt schon deutlich das Princip des Aufbaues des späteren Stadiums. Spaltöffnungen sind hier bereits vorhanden. Das zweite Laubblatt ist noch sehr klein.

Den Embryo stellt Figur 161 (von der Fläche gesehen) dar, während Figur 162 einen Längsschnitt und Figur 163 einen Querschnitt durch den oberen Teil wiedergiebt. Die wohl entwickelte Radicula liegt innerhalb einer kräftigen Koleorhiza. Diese besitzt keinen als Epiblast zu bezeichnenden Auswuchs (vergl. Bruns I S. 27 und van Tieghem I S. 263), weil die Radicula (mit der Koleorhiza), das sich anschliessende Hypokotyl und die Scheide (mit der Plumula) in einer geraden Linie liegen, also keinen Hohlraum zwischen sich auftreten lassen. Das Hypokotyl ist relativ lang. Die Plumula und die umhüllende Scheide sind in der Entwickelung weit vorgeschritten. Das Schildchen ist im unteren Teile gegen die Koleorhiza, im oberen gegen die Scheide und das Hypokotyl wohl abgesetzt, liegt denselben aber dicht an und umfasst mit den umgebogenen, kaum flügelartig verlängerten Rändern dieselben etwas, wie es Figur 163 für den oberen Teil darstellt. Diese schwachen Randfortsätze des Schildchens runden offenbar den Embryo etwas ab (Figur 161 und 163) und schützen so die Plumula besser gegen Druck. Ein Prokambiumstrang durchläuft den oberen Teil des Schildchens und setzt sich an denjenigen an, welcher das Hypokotyl und die Radicula durchsetzt. Gefässe sind noch nicht ausgebildet. An der dem Endosperm zugewendeten Seite ist das Epithel bereits angelegt. Die Zellen des Embryos enthalten Stärke und viel Öl, welches sich mit concentrierter Schwefelsäure schwach gelblich, bei weiterer Zerstörung der Gewebe hellrosenrot färbt.

Abgesehen von der Kleberschicht sind die Endospermzellen dünnwandig und stärkereich.

Der Sauger hat also die unter dem Namen „Schildchen" bekannte Form und zeigt keine Ähnlichkeit mit den Teilen der Laubblätter. Sein Leitbündel gleicht denen der Scheide. Der Leiter ist äusserst kurz. Die Scheide hat zwar eine gewisse Ähnlichkeit mit der ersten Blattscheide, wesentliche Unterschiede sind aber folgende: 1) Erstere ist geschlossen, letztere offen; 2) letztere besitzt zahlreiche Spaltöffnungen rings an der Unterseite, während solche an ersterer nur in einem Streifen vor jedem der zwei Leitbündel vorkommen; 3) die Blattscheide ist durch den Besitz von vielen langen Haaren und 4) von Gewebelücken ausgezeichnet; 5) während die Scheide nur zwei Leitbündel

von kreisrundem Querschnitt, ohne besondere Festigungselemente besitzt, durchlaufen die Blattscheide dreizehn Leitbündel von elliptischem Querschnitt, vor deren Siebstrange ein grösseres Bündel wenig dickwandiger Sklerenchymfasern liegt, und deren grössere im Gefässstrang je eine Gewebelücke aufweisen. Zu bemerken ist, dass in der äusserst kurzen, meristematischen Blattscheide des jugendlichen ersten Laubblattes bereits eine grössere Zahl von Leitbündelanlagen wahrnehmbar ist. Die Blattspreite kommt als etwas Neues hinzu. Andererseits zeigt das zweite Laubblatt offenbar die Anlage zum Bau, welchen das erste Laubblatt darbietet; seine wohl entwickelte Blattspreite ist der des ersten Blattes im wesentlichen gleich. — Der Kotyledo und die ersten Laubblätter nehmen $^1/_2$-Stellung ein. Wo die zwei Scheidenleitbündel inserieren, herrscht noch Achsenstructur, die Hypokotylstructur tritt aber sehr bald unterhalb auf. Am unteren Ende des Zwischenstückes ändert sich der Leitbündelquerschnitt da, wo das Saugerleitbündel austritt, etwas (vergl. die Figuren 166 und 167). Bald darauf nimmt die Hauptwurzel ihren Anfang.

Der Embryo von Zizania aquatica L.

Figur 168 stellt ihn von der Fläche gesehen, Figur 169 seinen Längsschnitt dar. Die Flächenansicht, welche Barxs (I Figur 22 A) giebt, ist unklar. Wahrscheinlich hat sich bei der Untersuchung, welche Barxs vornahm, der untere Teil auf die Seite gelegt, und der Koleorhizaauswuchs befindet sich nicht in natürlicher Lage. Das Längsschnittbild, welches Barxs (I Figur 22 B) entworfen hat, glaubte ich auch durch ein besseres ersetzen zu müssen, weil jenes nicht die natürliche Lage der Teile des Embryos berücksichtigt, und weil die Ansatzstelle des sog. Epiblasten und die Richtung der Radicula nicht mit meinen Beobachtungen übereinstimmen. Von meinen Querschnittfiguren entspricht Figur 171 der Barxs'schen Figur 22 L; von den drei Prokambiumsträngen, welche nach Barxs das Schildchen durchlaufen sollen, ist nur der mittlere wirklich vorhanden. Figur 172 soll einen Ersatz für die uncorrecte Barxs'sche Figur 22 J bilden. Figur 170 stellt einen Querschnitt durch den oberen Schildchenteil dar. Die Figuren 173 und 174 geben im Querschnitt ein Stück der Koleorhiza bezw. den Koleorhizaauswuchs wieder. Bemerken möchte ich noch, dass meine Untersuchungen an Embryonen von ungekeimten Samen ausgeführt wurden, welche besser entwickelt waren, als diejenigen, welche Barxs vorlagen. Um nun zur Beschreibung des Embryos überzugehen, ist darauf hinzuweisen, dass er sich in seinem Aufbau in vielen Beziehungen an den von *Oryza sativa* anschliesst. Die Längsrichtung der Radicula und Koleorhiza weicht auch hier von der des Hypokotyls und der Scheide (mit der Plumula) ab, und es füllt ein Koleorhizaauswuchs, der sog. Epiblast, den so entstehenden Hohlraum aus. Entsprechend der auffallenden Streckung des ganzen Embryos (welcher, von der Frucht- und Samenschale, sowie von der Kleberschicht bedeckt, innerhalb einer schmalen, langen Frucht liegt) und insbesondere entsprechend der Streckung des an Dicke hinter der Scheide (mit der Plumula) zurückstehenden Hypokotyls besitzt der Koleorhizaauswuchs eine ausnahmsweise grosse Länge. Die Koleorhiza und ihr Auswuchs bestehen in gleicher Weise aus einem Parenchym aus ungleich grossen, unregelmässig gelagerten, reichlich Stärke führenden und kleine Intercellularräume umfassenden Zellen

und einer ganz gleich gestalteten Epidermis (mit dicker Aussenwand; vergl. die Figuren 173 und 174). Beide hängen unmittelbar zusammen. Ihr gemeinsamer Ansatz an das Hypokotyl findet entschieden unterhalb der Stelle statt, wo das Schildchen sein Leitbündel erhält. An das lange Hypokotyl schliesst sich die stark entwickelte Plumula mit der Scheide an. Das Schildchen ist im unteren Teile gegen die Koleorhiza, im oberen gegen das Hypokotyl und die Scheide deutlich abgesetzt, schmiegt sich denselben aber an und umfasst sie mit seinen umgebogenen Rändern mehr oder minder weit, wie es Figur 168 darstellt, und wie es aus den Bruns'schen und meinen Querschnittbildern zu erkennen ist. Bemerkenswert ist, dass die flügelartig erweiterten Schildchenränder stets soweit vorragen, als nötig erscheint, um die Abrundung des Embryos auf der der Kleberschicht anliegenden Seite zu vollenden. Die Randauswüchse des Schildchens umfassen auch die Koleorhizawucherung, und zwar am stärksten da, wo diese zufolge ihrer Zuspitzung am wenigsten geeignet ist, die fragliche Abrundung des Embryos zu bewirken. Eine Verdickung der Randauswüchse, wie sie bei *Oryza sativa* vorkommt, brauchte hier nicht stattzufinden, weil die Scheide (mit der Plumula) ihrem ganzen Verlaufe nach sich an das Schildchen anschmiegt. Wie Figur 169 angiebt, verläuft vom oberen Teil des Schildchens bis zum Vegetationspunkt hin ein Prokambiumstrang, während ein anderer das Hypokotyl und die Radicula durchsetzt. Wo diese beiden sich vereinigen, gehen zwei kleinere Prokambiumstränge zur Scheide und zahlreichere zu den ersten Blättern hin aus. Wie bei *Oryza sativa* sind einzelne Gefässe schon ausgebildet. Bezüglich der ersten Blätter ist hervorzuheben, dass in jedem eine grössere Zahl von Leitbündelanlagen zu erkennen ist, und dass die Parenchymzellen, wie gewöhnlich, in ziemlich regelmässige Schichten angeordnet sind. Von einer Ähnlichkeit des Baues des Koleorhizaauswuchses mit dem der Scheide und der ersten Laubblattanlagen kann keine Rede sein. Auf der dem Endosperm zugewendeten Seite des Schildchens ist ein Cylinderepithel angelegt, während an den übrigen Seiten gewöhnliche Epidermiszellen sich finden. Die Parenchymzellen des Embryos enthalten viel Stärke und Öl.

Im Vorhergehenden habe ich das Schildchen der Gräser dem Sauger bezw. dem Sauger und Leiter der anderen Monokotylen und die Scheide der Kotyledonarscheide derselben vollkommen gleichgestellt und beide zusammen in demselben Sinne, wie früher, als Kotyledo bezeichnet, während ich den sog. Epiblasten als Koleorhizaauswuchs hinstellte. Im folgenden will ich nun die Gründe auseinandersetzen, welche mich dazu veranlassten.

Bekanntlich sind die einzelnen Teile des Graskeimlings ihrer morphologischen Bedeutung nach von den einzelnen Botanikern sehr verschieden aufgefasst worden. Wie es Lewin (I S. 20) übersichtlich zusammenstellt, sind die Ansichten der einzelnen folgende: 1) Das Schildchen ist das erste Blatt (der Kotyledo), der sog. Epiblast das zweite, die Scheide das dritte Blatt (Malpighi, Mirbel, Poiteau, Turpin, Warming, Bruns etc.). 2) Das Schildchen und der Epiblast bilden zusammen den Kotyledo, die Scheide das zweite Blatt (Schleiden, Decaisne etc.). 3) Die Scheide ist der ganze Kotyledo, der Epiblast und das Schildchen sind Teile von Stengel und Wurzel (Richard, Adr. de Jussieu, Hofmeister, Sachs etc.). 4) Das Schildchen, der Epiblast und die Scheide bilden zusammen den Kotyledo (Gaertner, van Tieghem etc.). Eine ausführliche Auseinandersetzung der Ansichten der einzelnen Autoren findet sich in van Tieghem I (S. 236

bis 248) und Bruns I (S. 3 bis 10). Meine Ansicht steht der van Tieghem'schen am nächsten. Allerdings kann ich den sog. Epiblasten nicht als Auswuchs des Schildchens und somit als Teil des Kotyledos betrachten. Da mir Material zu einer besseren Begründung, als die van Tieghem'sche ist, zu Gebote steht, und da die Bruns'sche Arbeit (I) eine kritische Prüfung der Sachlage herausforderte, will ich meine Anschauung im folgenden zu rechtfertigen suchen, indem ich Bruns entschieden entgegentrete, welcher (I S. 10) sagt, dass seine Deutung die Frage der Bedeutung der einzelnen Teile des Grasembryos einmal definitiv entscheiden dürfte.

Meine Auffassung gründet sich darauf, dass der Grasembryo im ausgekeimten Zustande in allen morphologischen Teilen sich im wesentlichen ebenso verhält, wie die Keimlinge anderer Monokotylen, und dass sich eine continuierliche Reihe von Übergangsgliedern aufstellen lässt, durch welche man von solchen Formen, deren Kotyledo sich unbestrittenermassen aus einem Sauger, einem Leiter und einer Scheide zusammensetzt, zu den Gräsern gelangt.

Fassen wir zunächst das Schildchen ins Auge. Dasselbe entspricht dem Sauger der anderen Monokotylen. Wie bei einer Reihe von Palmen, welche Micheels untersuchte, ist es stiellos (leiterlos) oder besitzt nur einen äusserst kurzen Leiter. Seine eigentümliche Form darf nicht als etwas Wesentliches hingestellt werden, wenn man die grosse Formverschiedenheit der Sauger anderer Monokotylen betrachtet, so den fadenförmigen Sauger von *Asphodelus luteus* (Figur 58), den keuligen von *Commelina coelestis* (Figur 84), den blattspreitenartigen von *Dioscorea bulbifera* (Figur 46) und *Doryanthes Palmeri* (Tschirch II Figur 27 und S. 168), den zweilappigen von *Alpinia nutans* (Tschirch II Figur 11), die unregelmässig gelappten der Palmen mit ruminiertem Endosperm (vergl. Tschirch II S. 165), die eigentümlich gestalteten von *Elettaria speciosa* (Tschirch II Figur 6) und *Musa Ensete* (Tschirch II Figur 15 und 16 und Seite 162) und den schildchenartigen von *Caraguata ligulata* (nach Wittmack; vergl. Tschirch II Figur 72 und Seite 169). Vergleiche dazu überhaupt die Abhandlung von Tschirch (II). Das Schildchen der Gräser zeigt dem Sauger anderer Monokotylen gegenüber nur die Besonderheit, dass seine Ränder mehr oder minder flügelartig erweitert und umgebogen sind, wodurch dieselben den übrigen Embryo im ruhenden Zustande teilweise umfassen und, wie es die Bruns'schen Figuren in Übereinstimmung mit meinen Beobachtungen zeigen, auf der der Samenschale zugewendeten Seite abrunden und so gegen Druck schützen. Dass hier secundär auftretende Wucherungen vorliegen, nicht etwa einer Blattscheide oder Kotyledonarscheide entsprechende Gebilde, dafür sprechen die Entwickelungsgeschichte, die Eigenartigkeit ihrer Gestaltung, sowie der Umstand, dass sie vielfach auch die Koleorhiza mitumfassen. Sie entstehen erst zu einer Zeit, wo das Schildchen schon recht gross ist, und wo die Scheide mit der Plumula längst angelegt ist. Sie entwickeln sich in dem Masse, wie die Scheide mit der Plumula wächst, wobei sie stets die oben erwähnte Abrundung vollziehen, wie dies z. B. die Entwickelungsgeschichte von *Oryza sativa* (nach Bruns I) darthut. Der leitbündellose, gegen die Koleorhiza vielfach abgesetzte untere Schildchenteil ist wohl eine Wucherung, welche teilweise der Vergrösserung der nährstoffaufnehmenden Fläche, teilweise dem Schutze der Radicula dient. Zu bemerken ist, dass nach Tschirch (II S. 162 und Figur 16) der Sauger von *Musa Ensete*, welcher an sich schon etwas Ähnlichkeit mit dem Schildchen der Gramineen hat, auch einen leitbündellosen, zur Vergrösserung der saugenden Fläche dienenden unteren Teil aufweist. Abgesehen von den besprochenen Wucherungen, welchen man keine principielle Bedeutung beimessen kann, bietet das Schildchen der Gräser den Saugern der anderen Monokotylen gegenüber nichts besonderes dar, was auch vom anatomischen Auf-

bau und der Entwickelungsgeschichte im wesentlichen gilt. Es ist also das Schildchen dem Sauger z. B. von *Musa Ensete* oder von *Canna indica* morphologisch gleichwertig.

Gehen wir nun zur Scheide über. Dieselbe unterscheidet sich durch kein wesentliches Moment von der Kotyledonarscheide anderer Monokotylen, so z. B. von *Canna indica* oder *Carex folliculata*. Sie hat dieselbe äussere Form und zeigt im anatomischen Aufbau dasselbe Verhalten zu den folgenden Blättern. Wie bei anderen von mir untersuchten Monokotylen herrscht bei *Oryza sativa* und *Panicum miliaceum* eine grosse Differenz zwischen dem Bau der Scheide und dem der ersten Blattscheide, während andererseits die erste und zweite Blattscheide nur geringfügige Verschiedenheiten aufweisen. Vor allem möchte ich betonen, dass bei *Oryza sativa* das niederblattartig ausgebildete erste Blatt der Scheide und der Blattscheide des ersten Laubblattes gegenüber das angeführte Verhalten zeigt. Nach van Tieghems Beschreibungen und meinen Beobachtungen am Embryo von *Zizania aquatica* verhalten sich nun viele andere Gräser ähnlich, wie die von mir genau untersuchten. Und nach der Mitteilung Haberlandts (I S. 67) haben die Gramineen allgemein einen ähnlichen Bau der Scheide, in welcher z. B. immer nur zwei Leitbündel auftreten, während die ersten Blätter, soweit es aus der Litteratur und meinen Beobachtungen zu ersehen ist, stets eine grössere, für die verschiedenen Arten charakteristische Leitbündelzahl plötzlich aufweisen. Wenn dies nun dafür spricht, dass die Scheide der Kotyledonarscheide der anderen Monokotylen gleich zu setzen ist, so wird dies durch die Entwickelungsgeschichte keineswegs widerlegt. Bruns sagt zwar (I S. 20), es läge kein Grund vor, der Scheide ihrer Entstehung nach selbständige Blattnatur abzusprechen, was Hanstein, welcher die Entwickelung des Grasembryos zuerst richtig erkannt hat (I S. 47 etc.), thut (I S. 68). Da die Anlage der Scheide aber an dem zum Schildchen werdenden Gewebecomplex auftritt, bevor ein Vegetationspunkt als solcher zu erkennen ist, möchte ich, ebenso wie z. B. Hegelmaier („Zur Entwickelungsgeschichte monokotyledoner Keime nebst Bemerkungen über die Bildung der Samendeckel"; Botan. Zeitg. 1874; S. 661), Hanstein beipflichten und wie er auch auf Grund der Entwickelungsgeschichte das Schildchen dem Sauger und die Scheide der Kotyledonarscheide der anderen Monokotylen gleichsetzen.

Weiterhin sind der Leitbündelverlauf und die Insertion derartige, wie sie sich auch bei anderen Monokotylenkeimlingen finden. Die Scheide inseriert, wie bei diesen, da, wo die Achse in das Hypokotyl übergeht, bezw. an einer Stelle, unterhalb deren sofort dieser Übergang vor sich geht. Ähnlich wie z. B. bei *Canna indica* hängt ferner bei der ersten Untergruppe der Gramineen das Schildchen (als Sauger) mit der Scheide unmittelbar zusammen. Wenn andererseits bei der zweiten Untergruppe zwischen Scheide und Schildchen ein Zwischenstück sich findet, so ist hervorzuheben, dass bei den *Carex*-Arten und bei ***Tigridia Pavonia*** dasselbe der Fall ist. Der Sauger und die Scheide der zuletzt genannten Arten unterscheiden sich nun durch nichts von denen anderer Monokotylen. Wir haben also gar keinen Grund, bei den *Carex*-Arten und *Tigridia Pavonia* den Sauger und die Scheide anders zu deuten, als dort. Das Zustandekommen des Zwischenstückes ist aber leicht verständlich. Der Sauger setzt sich am ruhenden Embryo direct unter der Scheide an die Keimlingsachse an, wobei die Insertion der Sauger- und Scheidenleitbündel da erfolgt, wo die Scheideninsertionsregion in die Saugerinsertionsregion übergeht. Man braucht nun nur anzunehmen, dass letztere sich bei der Keimung streckt und den Sauger und Leiter, welche sich selbst nicht mitvergrössern, mit nach unten nimmt. Hierfür spricht der Leitbündelverlauf. An die *Carex*-Arten schliessen sich nun die mit einem Zwischenstück versehenen Gräser unmittelbar an. Zunächst mache ich

besonders darauf aufmerksam, dass auf beiden Seiten das Zwischenglied dem Bau nach nicht ein epikotyles Achsenstück ist, sondern Hypokotylstructur besitzt. Schon Kumm (I S. 34) macht mit Recht darauf aufmerksam, dass die anatomische Gestaltung desselben von der eines monokotylen Stengels sehr verschieden sei und mehr der einer Wurzel gleiche, wie schon van Tieghem (I) und de Bary („Vergleichende Anatomie der Vegetationsorgane" etc., Leipzig 1877, S. 278) andeuteten, was aber sonst kaum Beachtung gefunden habe. Nach van Tieghems Beschreibungen und meinen Beobachtungen besitzt das Zwischenstück entschieden hypokotylen Bau, wenn auch z. B. bei *Panicum miliaceum* das oberste Ende bereits einen Übergang zur Achsenstructur aufweist; (hier treten direct unter der Scheideninsertionsstelle allerdings drei collaterale Leitbündel auf; da aber in der ganzen Region des Ansatzes der Scheidenleitbündel Structurveränderungen vor sich gehen, kann man dieselbe auch in ihrer Gesamtheit als Übergangsregion bezeichnen). Bei der Hauptmasse der mit einem Zwischenstück versehenen Gräser stimmt nun nach meinen früheren Auseinandersetzungen der Leitbündelverlauf mit dem der *Carex*-Arten im wesentlichen überein, indem auch hier am oberen Ende des Zwischenstücks vom Centralcylinder ein Leitbündel ausgeht, welches sich alsbald verzweigt und von den Zweigen den einen Teil (hier zwei) in die Scheide, den anderen (einen) durch das Hypokotyl durch zum Sauger hin sendet. Meine obige auf den Leitbündelverlauf gestützte Erklärung für das Zustandekommen des Zwischenstücks passt also auch für die in Rede stehenden Gräser und stimmt im Gegensatz zu der van Tieghem'schen, wonach sich die Insertionsregion der Sauger- und Scheidenleitbündel gestreckt haben soll, mit dem wirklich vorkommenden Leitbündelverlauf überein.

Bei der zweiten Abteilung der zweiten Untergruppe der Gräser liegt die Sache allerdings nicht so einfach, lässt sich aber immerhin noch relativ leicht erklären. Einerseits kann hier dasselbe stattgefunden haben, wie bei den ebenbesprochenen Gramineen, worauthin aber eine Verschmelzung des später in den Sauger eintretenden Leitbündels mit dem Hypokotylleitbündel bezw. einem der drei collateralen Leitbündel am oberen Ende des Zwischenstückes erfolgte. Oder die in Rede stehenden Arten schliessen sich an *Cyperus reflexus* an, d. h. die Saugerinsertionsregion und die Scheideninsertionsregion hingen ursprünglich wohl zusammen, durch Streckung der letzteren hatte aber eine Emporhebung der Scheide statt, und nun ging eine Verschmelzung der später in die Scheide eintretenden Leitbündel mit dem Hypokotylleitbündel bezw. einem der drei collateralen vor sich. Bei der Untersuchung von *Panicum miliaceum* konnte ich mich in der That des Eindrucks nicht erwehren, als seien die zwei Scheidenleitbündel mit dem Saugerleitbündel innerhalb des Centralcylinders durch besondere Gefässstrangelemente verbunden, da erstere an Stellen inserieren, welche den mit a' und a'' bezeichneten der Figur 166 entsprechen, letzteres jedoch an der mit a bezeichneten Stelle sich ansetzt, und weil unterhalb dieses Ansatzes die in Figur 166 nach unten zu liegenden Gefässstrangelemente verschwunden sind. Und nach van Tieghems Beschreibung des Zwischenstücks von *Zea Mays* scheint hier im Centralcylinder ein besonderes Leitbündelchen die Insertionsstelle des Schildchenleitbündels mit der der Scheidenleitbündel zu verbinden. Schliesslich wäre es denkbar, dass bei den in Rede stehenden Gräsern die Insertionsregion der Scheiden- und Saugerleitbündel sich selbst gestreckt hat, was van Tieghem annimmt. Ich mache noch besonders darauf aufmerksam, dass die Zahl der Gramineen, bei welchen der Leitbündelverlauf nicht eine einfache Erklärung für das Zustandekommen des Zwischenstücks direct an die Hand giebt, eine so geringe ist, dass hier die Annahme berechtigt ist, dass weiter fortgeschrittene, zweckmässige Veränderungen und Vereinfachungen des Leitbündelverlaufes erfolgten.

Werfen wir nochmals einen kurzen Blick auf das Verhalten der verschiedenen Monokotylenkeimlinge, so sehen wir, dass es zunächst Formen giebt, bei welchen sich der Kotyledo aus einem Sauger, einem Leiter und einer Scheide zusammensetzt, von welchen jeder Teil die directe Fortsetzung des benachbarten bildet. Durch *Iris Pseud-Acorus* erfolgt der Übergang zu solchen Formen, bei welchen der den Sauger tragende Leiter sich an den mittleren und schliesslich an den unteren Teil der Scheide ansetzt. Bei *Tigridia Pavonia* und *Carex folliculata* sehen wir weiterhin bei der Keimung ein Zwischenstück zwischen Scheide und Leiter auftreten, welches aber je nach der verschieden tiefen Lage des Samens bezw. der Frucht im Erdboden eine ganz verschiedene Länge annimmt, bei ersterer Form manchmal, wie Figur 119 zeigt, kaum wahrnehmbar ist. Bei *Tigridia Pavonia* schliesst sich der Leitbündelverlauf eng an den von *Canna indica* an, indem das Leitbündel, welches in die Scheide eintritt, von seinem mittleren Teile aus einen Zweig abschickt, welcher sich später in den Leiter und Sauge wendet. Die etwas unregelmässige Lagerung der Gefässstrangelemente des Scheidenleitbündels in seinem oberen Verlaufe legt sogar den Gedanken nahe, als sei ursprünglich ein Leitbündel in der Scheide emporgestiegen, habe sich dann wieder nach unten gewendet, um später in den Leiter einzutreten, und es habe dann im oberen Scheidenteil ein dichtes Aneinanderrücken des aufsteigenden und absteigenden Teiles stattgefunden. Ferner leitet der Leitbündelverlauf von *Washingtonia robusta* zu dem von *Carex folliculata* insofern über, als bei ersterer Form zwar die meisten Leitbündel in der Scheide emporsteigen, um dann im Bogen wieder nach unten zu laufen und in den Leiter einzutreten, ein Leitbündel aber der Scheide besonders angehört. Bei *Carex folliculata* steigt das einzige Scheidenleitbündel nicht nach unten hinab, um sich später dem Leiter zuzuwenden, sondern endet im oberen Scheidenteil, von der Insertionsstelle geht aber ein Zweig zum Leiter hin. In derselben Weise leitet der Leitbündelverlauf von *Washingtonia robusta* zu dem der Gramineen ohne Zwischenstück über, und, wie wir oben gesehen haben, gelangen wir durch Vermittelung der *Carex*-Arten zu den Gramineen mit Zwischenstück.

Es deuten also der Aufbau des Schildchens und der Scheide, der Verlauf ihrer Leitbündel und die Insertion in Übereinstimmung mit der Entwickelungsgeschichte oder wenigstens nicht im Gegensatze zu derselben darauf hin, dass man das Schildchen dem Sauger und die Scheide der Kotyledonarscheide der anderen Monokotylen gleichsetzen muss.

Unbewiesene Behauptungen, welche ich kurz erwähnen will, auf welche ich aber selbstredend nicht näher einzugehen brauche, sind die van Tieghem'sche, wonach die Scheide „une gaine bistipulaire" sein soll, und die Duchartre'sche, wonach die Scheide durch Verwachsung der seitlichen Ränder eines Blattes entstanden sein soll.

Ferner möchte ich an dieser Stelle darauf hinweisen, dass, wie Brass (I S. 12) mit Recht sagt, das Schildchen nicht als Auswuchs der Koleorhiza oder Wurzel hingestellt werden darf, da die Entwickelungsgeschichte und die in vielen Fällen vorhandene deutliche Trennung dies darthun. Ob man die Scheide nun als Blatt, das Schildchen als Hypokotylauswuchs zu betrachten hat, oder nicht, ist eine ganz andere Frage, als die hier zu behandelnde, und ist zu erörtern, wenn die Bedeutung des Kotyledos der Monokotylen im allgemeinen untersucht wird.

Es fragt sich nun, was Brass veranlasste, das Schildchen als Kotyledo, d. i. als Blatt, den sog. Epiblasten als zweites Blatt, die Scheide als drittes Blatt anzusehen. Indem er das bei vielen Gramineen vorkommende Zwischenstück zwischen Scheide und Schildchen fälschlich als Internodium bezeichnete, und indem er die allerdings nicht ganz zutreffende Erklärung van Tieghems als gezwungen hinstellte, glaubte

er die Scheide nicht zum „Kotyledo" (laubblattanaloges Gebilde) rechnen [illegible] durfte, und um nun die superponierte Stellung von Scheide und Schildchen zu erklären, deutete er den sog. Epiblasten als Blatt. Hier ist nun sofort hervorzuheben, dass gerade da, wo eine einfache Erklärung für das Zustandekommen des Zwischenstücks nicht direct auf der Hand liegt, d. h. bei den Arten der [illegible] weiten Abteilung der [illegible] Untergruppe, ein Epiblast gar nicht vorhanden ist (siehe VAN TIEGHEM I. S. 263 und BRAUN I. S. 23).

Untersuchen wir nun zunächst, ob der sog. Epiblast überhaupt als Blatt betrachtet werden kann, wie dies BRAUN thut. Da für die organographische Stellung eines Gliedes der Pflanze der Grad der Ähnlichkeit mit den anderen Organen betreffs der Entwickelungsgeschichte, Morphologie und Anatomie massgebend sein muss, wie ich schon in der Einleitung hervorgehoben habe, kann der Epiblast nur als Blatt gedeutet werden, wenn eine entwickelungsgeschichtliche, morphologische und anatomische Vergleichung eine genügend grosse Ähnlichkeit mit einem Laubblatt darthut. Eine solche Ähnlichkeit besteht aber keineswegs.

Die Entwickelungsgeschichte zeigt in erster Linie, dass der Epiblast nicht an der epikotylen Achse, nicht einmal am Hypokotyl entsteht, sondern nach HAYCRAFT, welcher ihn als „trichomatischen Vorstoss" bezeichnet, an der Koleorhiza, und zwar da, wo diese in das hypokotyle Glied übergeht (I. S. 55 und 56). Von einer Ähnlichkeit der Entstehung mit der eines Laubblattes kann also keine Rede sein.

Was ferner die äussere Ähnlichkeit des Epiblasts mit einem Laubblatt anbelangt, macht BRAUN (I. S. 13) darauf aufmerksam, dass derjenige von *Zizania aquatica* „aus einem scheidigen Teile und einer Lamina" bestehe, und dass der von *Leersia* „fast ebenso schön sei". Nach meinen Beobachtungen am Embryo von *Zizania aquatica* kann aber der Epiblast höchstens schuppenblattähnlich genannt werden, obgleich er hier der ungewöhnlichen Streckung aller Teile des Embryos entsprechend anormal gross ist. Wenn BRAUN nun weiterhin (I. S. 17) den mit *z* bezeichneten unteren Koleorhizaauswuchs des Embryos von *Leersia clandestina* (siehe Figur 144) mit zum Epiblast rechnet, wird dieser Epiblast, welcher ganz um die Koleorhiza (mit der Wurzel) herumgreift, einem monokotylen Laubblatt noch unähnlicher (BRAUN sagt, er habe ein „schildartiges Aussehen"). Im allgemeinen geht aus den BRAUN'schen Abbildungen hervor, dass der Epiblast höchstens schuppenblattähnliche Form besitzt, dass in zahlreichen Fällen aber nicht einmal diese äussere Ähnlichkeit vorhanden ist, geschweige denn Ähnlichkeit mit einem Laubblatte.

Schliesslich ist auch im anatomischen Aufbau keine Ähnlichkeit zwischen dem Epiblast und einem Laubblatt wahrnehmbar. Nicht einmal der ungewöhnlich grosse Epiblast von *Zizania aquatica* besitzt ein Leitbündel. Ferner hat meine Untersuchung dieses entwickeltsten Epiblasten ergeben, dass er aus einem Parenchym und einer Epidermis besteht, welche denen der Koleorhiza völlig gleichgestaltet sind (vergl. die Figuren 173 und 174), dass aber die ersten Blattanlagen ein abweichendes Parenchym darbieten (während das Hypokotyl z. B. anders aussehende Epidermiszellen aufweist).

Wenn BRAUN nun darthut, dass der Epiblast ein Blatt sei, weil er in manchen Fällen äusserlich einem Schuppenblatt ähnlich ist, und weil er zum Schutze der „zarteren Teile" der Keimpflanze mit beträgt, dass er ferner ein Blatt sein könne, weil es im Pflanzenreiche auch sonst leitbündellose Blätter giebt, dass schliesslich seiner Natur als zweites Blatt der Umstand nicht widerspreche, dass er später, als die Scheide (das dritte Blatt nach BRAUN) angelegt wird, so kann man auf eine solche Weise gerade so gut beweisen, dass ein Rosenstachel ein Blatt sei, um ein ganz concretes Beispiel zu erwähnen. Wenn es auch leitbündellose Blätter giebt, ist damit nicht die Berechtigung gegeben, ein leitbündelloses Gebilde ohne weiteres als Blatt zu bezeichnen. Hierfür müssen schwerwiegende Gründe sprechen, was in unserem

Falle nicht der Fall ist. Die Blattnatur beweist ebensowenig der Umstand, dass das Gebilde einen Schutz der Knospe darbietet, wie der, dass es in einzelnen Fällen eine äusserliche Ähnlichkeit mit einer Blattschuppe hat. Und dass Bruns daraus, dass der Epiblast vielen Gräsern gänzlich fehlt, bei den anderen aber eine sehr verschiedene Form und Grösse hat, ja manchmal, so z. B. bei den *Stipa*-Arten, bei Exemplaren derselben Species verschieden gestaltet ist, den Schluss zieht, er sei ein reduciertes Organ (I S. 16), und zwar ein reduciertes Blatt, und darauf eine Erklärung des verspäteten Auftretens desselben gründet (I S. 21), erscheint unberechtigt. Die zuerst erwähnten Thatsachen zeigen keineswegs, ob ein reduciertes oder ein in der Entwickelung vorschreitendes, durch besondere Bedürfnisse neu entstandenes Organ vorliegt, was, wie wir sehen werden, der Fall ist. Ich bemerke noch, dass das Beispiel von *Pinguicula*, welches Bruns (I S. 21) anführt, unzutreffend ist, indem ein grosser Unterschied dazwischen besteht, ob die Kelchblätter bezw. Kronen- oder Staubblätter nicht gleichzeitig, sondern auf der einen Seite des Vegetationspunktes etwas früher, als auf der anderen, erscheinen, oder ob andererseits ein Gebilde, welches man als zweites Blatt anspricht, später erscheint, als ein anderes, welches das dritte Blatt sein soll. Wie Bruns nun sagen kann (I S. 21), das verspätete Auftreten des Epiblasts spreche eher für, als gegen seine Blattnatur, ist mir unklar.

Untersuchen wir nun weiterhin, was die Stellung des Epiblasts am ausgewachsenen Embryo und am Keimling über seine Natur aussagt, so verweise ich zunächst wieder auf Hanstein, welcher die Entwickelung des Grasembryos zuerst untersuchte und richtig erkannte. Derselbe erklärt den Epiblast am entwickelten Keim als eine „unmittelbare Fortsetzung der Wurzelscheide nach oben, dort, wo dieselbe einwärts in das hypokotyle Stengelglied übergeht“ (I S. 56). Wenn Bruns demgegenüber (I S. 15 und 16) sagt, die Insertion des Epiblasts in gleicher Höhe mit dem Schildchen, wie sie sich wenigstens in vielen Fällen finde, so z. B. bei *Nardus stricta*, *Echinaria capitata* u. a., dann namentlich wieder bei *Zizania* und fast noch schöner bei *Leersia*, beweise, dass der Epiblast ein dem Schildchen morphologisch gleichwertiges Organ vorstelle, und als ein mehr oder weniger reduciertes Blatt anzusehen sei, so muss ich hierzu folgendes bemerken. Zunächst weist Bruns an anderer Stelle (I S. 14) selbst darauf hin, dass bei *Nardus stricta* und *Echinaria capitata* in der Insertionshöhe des Epiblasts das Schildchen bereits endet. Hier kann also von gleicher Insertionshöhe beider nicht die Rede sein. Dass bei *Zizania aquatica* nun der Epiblast mit der Koleorhiza ein Ganzes bildet, und dass die obere Grenze der Insertionsregion desselben unterhalb des Hauptteiles der Schildcheninsertionsregion, vor allem unterhalb der Stelle, wo das Schildchen sein Leitbündel empfängt, liegt, geht aus meinem Längsschnittbild (Figur 169) deutlich hervor. Dass die Abbildung von Bruns uncorrect ist, darauf habe ich schon hingewiesen. Dass ferner bei *Leersia* (Bruns I Figur 24 B; Figur 144) der Epiblast zur Koleorhiza zu rechnen ist, ist meines Erachtens augenscheinlich, umsomehr, wenn man den unteren Auswuchs (*z*) mit zum Epiblast rechnet, wie dies Bruns thut. Aus den Abbildungen von Bruns, welche eine sichere Deutung erlauben, geht in Übereinstimmung mit meinen Beobachtungen hervor, dass der Epiblast am reifen Embryo „eine unmittelbare Fortsetzung der Wurzelscheide nach oben, dort, wo dieselbe einwärts in das hypokotyle Stengelglied übergeht“, ist, wie sich Hanstein richtig ausdrückt. An Keimlingen von *Oryza sativa* sah ich ferner deutlich, dass das Hypokotyl erst dort beginnt, wo die obere Grenze der Insertionsregion der Gesamtheit von Epiblast und Koleorhiza ist.

Bruns kann also kein stichhaltiges Argument für die Blattnatur des Epiblasts anführen. Andererseits sprechen der Bau des Epiblasts, seine Entwickelung und seine Stellung am reifen Embryo und Keimling dafür, dass er ein Auswuchs der Koleorhiza ist.

Schliesslich steht gerade der Umstand, dass z. B. bei *Stipa juncea* und *Echinaria capitata* (Bruns I S. 16 und 17) bei den einzelnen Exemplaren der sog. Epiblast verschieden gestaltet ist, und überhaupt die Unregelmässigkeit der Ausbildung der randlichen Partien im Einklang mit der Auffassung des Epiblasts als einer Wucherung, und dass die Koleorhiza zu solchen Wucherungen geneigt ist, das zeigt der mit z bezeichnete untere Koleorhizaauswuchs von *Leersia clandestina* (Bruns I Figur 24 B; Figur 144).

Aus dem Gesagten geht zur Genüge hervor, dass van Tieghem mit Unrecht den Epiblast als Wucherung des Schildchens hinstellt, was auch dadurch augenscheinlich wird, dass er in vielen Fällen vom Schildchen scharf getrennt ist, wie Bruns (I S. 14) hervorhebt.

Es fragt sich nun, welche Bedeutung diese Wucherung der Koleorhiza haben kann. Betrachtet man die Längsschnittbilder, welche Bruns (I) von den verschiedensten Grasembryonen giebt, so findet man im allgemeinen, dass da, wo die Radicula und das Hypokotyl bezw. die Plumula (mit der Scheide) einen Winkel miteinander bilden, eine Koleorhizawucherung auftritt, welche den zwischen ihnen entstandenen Hohlraum ausfüllt, dass mit der Grösse der Abweichung dieses Winkels von 180° die Grösse des Koleorhizaauswuchses im allgemeinen zunimmt, und dass ein Koleorhizaauswuchs da fehlt, wo die Plumula (mit der Scheide) und das Hypokotyl ungefähr gleichdick sind und in gerader Fortsetzung der Radicula sich befinden. Nur die Abbildungen 36 J (von *Psamma arenaria*) und 55 (von *Triticum vulgare*) bestätigen dies nicht völlig, was eine Untersuchung dieser Embryonen auf diese Frage hin erwünscht erscheinen lässt. Alle Figuren deuten im allgemeinen in Übereinstimmung mit meinen Beobachtungen darauf hin, dass die fragliche Gewebewucherung ebenso, wie die Randauswüchse des Schildchens, eine Formgestaltung des Embryos auf der der Samenschale zugewendeten Seite bewirken soll, welche zweckmässig ist, die Plumula und Radicula beim Eintrocknen der Samenschale und Fruchtschale und beim Aufquellen des Endosperms bei der Keimung gegen zu starke Druckwirkung zu schützen, was bei der Lage des Embryos und der Umgestaltung, welche die normale Form des monokotylen Embryos vorzüglich durch die starke Entwickelung der Plumula und die Verbreiterung des Saugers erfahren hat, sehr nötig erscheint. Wenn der Embryo zum Teile aus der Samen- und Fruchtschale herausgetreten ist, und wenn das Würzelchen und das Hypokotyl bezw. die Achse dieses besonderen Schutzes nicht mehr bedürfen, stirbt die Koleorhiza mitsamt ihrem Auswuchs ab, was schon früh erfolgt, wie ich es bei *Oryza sativa* angegeben habe.

Nach allem, was ich auseinandersetzte, kann der sog. Epiblast also nicht als ein Blatt aufgefasst werden. Infolgedessen kann man auch nicht das Schildchen und die Scheide als selbständige Blätter deuten, weil sonst die Blattstellung unverständlich wäre. Damit ist die ganze Auffassung von Bruns an sich hinfällig. Doch will ich noch mit ein paar Worten darthun, dass Bruns überhaupt keine triftigen Gründe dafür anführt, dass Schildchen und Scheide zwei laubblattähnliche Gebilde sein sollen.

Wenn er das Schildchen als Blatt deutet, weil es meistens aus einem Spreitenteil und einem Scheidenteil bestehe, so ist hierzu zu bemerken, dass nur in einzelnen Fällen, so bei *Zizania aquatica*, der obere Schildchenteil äusserlich blattspreitenähnlich ist, dass bei genannter Art aber die Form des Schildchens mit der ungewöhnlichen Streckung aller Teile des Embryos Hand in Hand geht, also etwas Anormales ist, und dass andererseits bei den meisten Gramineen nicht einmal eine äusserliche Ähnlichkeit zwischen dem oberen Schildchenteil und einer Blattspreite besteht. Dass Bruns nun gar die Randauswüchse des Schildchens als „Kotyledonarscheide", d. h. Blattscheide, deutet, erscheint mir ganz unverständlich. Wenn er von einer Kotyledonarscheide reden will, dann müsste er wenigstens den ganzen unteren

Schildchenteil mit diesen Randauswüchsen so nennen. Wie oben schon gesagt, spricht aber die eigentümliche Ausbildung dieser Randauswüchse (z. B. an Figur 7 A von Bruns I), sowie die Thatsache, dass sie nicht nur die Knospe, sondern auch die Koleorhiza mit der Wurzel umhüllen, gegen eine solche Auffassung.

Dass die Scheide ein selbständiges Blatt sein soll, dafür giebt Bruns keine weiteren Gründe an, als die, dass vornehmlich um des Zwischenstückes vieler Gräser willen Scheide und Schildchen nicht die gleiche relative Beziehung haben können, wie Kotyledonarscheide und Sauger der anderen Monokotylen, und dass die Scheide wie ein Niederblatt gestaltet sei, sogar Knospen in ihrer Achsel enthielte. Dass der erste Grund nicht stichhaltig ist, habe ich oben erörtert. Wir haben ferner gesehen, dass z. B. bei *Oryza sativa* wesentliche Differenzen zwischen dem Aufbau der Scheide und dem des niederblattartigen ersten Blattes bestehen, während letzteres andererseits fast denselben Bau zeigt, wie die Scheide des zweiten Blattes (Laubblattes), was nicht für die Bruns'sche Auffassung spricht. Was schliesslich die Knospen anbelangt, ist zu bemerken, dass Knospen auch in der Achsel der Kotyledonarscheide von *Triglochin Barrelieri* und *T. maritimum* vorkommen (siehe oben), und dass sie sowohl hier, wie bei den Gräsern unregelmässig auftreten; nach van Tieghems Mitteilungen stehen die Knospen in der Achsel der Scheide der Gräser nicht immer median, und bei einigen Arten treten bald eine, bald zwei Knospen auf.

Im Vorhergehenden glaube ich dargethan zu haben, dass die einfachste und mit den thatsächlichen Verhältnissen am besten harmonierende Auffassung die ist, dass das Schildchen der Gräser dem Sauger bezw. Sauger und Leiter, die Scheide der Kotyledonarscheide der anderen Monokotylen analog ist, und dass der sog. Epiblast ein Auswuchs der Koleorhiza ist.

Mit Ausserachtlassung aller Formen, welche anerkanntermassen reducierte Keimlinge besitzen, so vor allem der Orchidaceen und der Centrolepidaceen (Tschirch II S. 167), haben wir also gefunden, dass die Keimpflanzen der Monokotylen eine Reihe bilden, in welcher zuerst Formen stehen, deren Kotyledonen den ersten Laubblättern, abgesehen von der Entwickelungsgeschichte, sehr ähnlich, wenn auch nicht gleichgebaut ist. Als Endglieder der Reihe treten Gramineen auf, deren Kotyledo in einen Sauger und eine Scheide differenziert ist, welche sich mit den Laubblättern keineswegs direct vergleichen lassen. Die extremen Formen werden aber durch Übergänge mit einander verbunden. Fragt man sich nun, welche dieser beiden Endglieder in phylogenetischer Beziehung die ältesten sein können, so lässt sich zwar ohne weiteres darüber kein Urteil fällen, auf Veranlassung Herrn Professor Meyers will ich aber in aller Kürze eine Discussion folgender beiden Fragen versuchen: 1) Hatten die phylogenetisch ältesten Formen Kotyledonen, welche den Laubblättern ähnlich waren, und wurden dieselben, indem sie die Assimilationsfunction mehr und mehr aufgaben, teilweise zu Organen umgestaltet, wie sie bei den Gramineen und ihren Verwandten vorliegen? 2) Oder besassen die phylogenetisch ältesten Monokotylen einen Sauger, welcher nur zur Aufnahme der Nahrung aus dem Nährgewebe diente, und eine Scheide, welche sich zum Schutze der Laubblattknospe ausbildete, und wurden diese Organe teilweise nach und nach zu einem laubblattähnlichen

Gebilde umgestaltet, indem sie im entwickelteren Zustande zugleich mehr und mehr zu Assimilationsorganen wurden?

Suchen wir zunächst alle Argumente zusammen, welche für die erste Auffassung sprechen, so lässt sich folgendes sagen.

Bei manchen Formen ist in der That, wie gesagt, der Kotyledo den ersten Laubblättern im entwickelten Zustande sehr ähnlich. Dies gilt bezüglich der Stellung, der Morphologie, des anatomischen Baues und der physiologischen Leistung z. B. für *Triglochin Barrelieri* und *T. maritimum*. Auffallend ist allerdings, dass keine völlige Gleichheit im Bau des Kotyledos und der zunächst folgenden Laubblätter besteht, dass keine continuierlichen Übergänge zwischen dem ersteren und den letzteren sich finden. Dies trifft namentlich auch für *Alisma Plantago* zu. Wenn man nun auch keinen Zweckmässigkeitsgrund angeben kann, welcher motivierte, dass der Kotyledo, als laubblattähnliches Organ aufgefasst, anders aufgebaut ist, als das folgende Blatt, während dieses fast denselben Bau zeigt, wie die weiterfolgenden Laubblätter, so ist andererseits darauf hinzuweisen, dass bei den Dikotylen laubblattähnlichere Kotyledonen existieren, welche ziemlich beträchtliche Verschiedenheiten von den folgenden Laubblättern darbieten.

Gehen wir nun von den oben genannten laubblattähnlichen Kotyledonen aus, so lässt sich die Entwickelung der mehr und mehr laubblattunähnlichen leicht verstehen, indem wir folgendes annehmen.

Zunächst erfuhr die Spitze des Kotyledos eine besondere morphologische und anatomische Umgestaltung, wodurch sie in hervorragender Weise befähigt wurde, die specielle Function zu übernehmen, die im Endosperm angehäuften Nährstoffe auszusaugen, während der übrige Teil der Kotyledonarspreite nicht im Samen stecken blieb und nach wie vor sich zum Assimilationsorgan ausbildete, in der Jugend allerdings nebenher als Nährstoffleiter diente. Auffallend ist nur, dass eine so weit gehende Umgestaltung der Kotyledonarspitze, wie sie sich z. B. bei *Asphodelus fistulosus* findet, bei den Dikotylen niemals vorkommt, indem hier nie ein besonderer Sauger in die Augen fällt. Die Kotyledonen der Cycadeen sind nach Tschirch (II S. 170) allerdings völlig als Saugorgane ausgebildet, und ein Aufsaugen der in einem Nährgewebe aufgespeicherten Reservestoffe erfolgt auch durch die Kotyledonen mancher Dikotylen, so z. B. von *Mirabilis Jalapa*. Es vermögen sogar die Parenchymzellen gewöhnlicher Laubblätter der Dikotylen Glycerin und Zuckerlösung aufzunehmen (vergl. Arthur Meyer, Bildung der Stärkekörner in den Laubblättern aus Zuckerarten, Mannit und Glycerin; Botan. Zeitg. 1886).

In vielen Fällen gab alsdann die Kotyledonarspreite, indem sie kürzer und kürzer wurde und unterirdisch blieb, die Assimilationsfunction auf, sodass die Teile des Kotyledos nur noch die zwei Functionen der Nährstoffaufsaugung und des Schutzes der Laubblattknospe zu erfüllen hatten. So entstanden zunächst Formen, wie die von *Dioscorea bulbifera* und *Asphodelus luteus*, bei welchen der Kotyledo äusserlich noch etwas Ähnlichkeit mit den ersten Laubblättern besitzt. *Iris Pseud-Acorus* leitet dann zu den Formen über, welche sich verhalten, wie *Commelina coelestis* und *Canna indica*. Wie van Tieghem (I S. 274) darthut, und wie es der Leitbündelverlauf nahe legt, lassen sich dieselben so entstanden denken, dass an dem Ausgangspunkt des Leiters durch eine einseitige Wucherung der oberen Scheidenteile sich eine Manschette mehr und mehr vorwölbte, wodurch der Leiteranfang scheinbar nach unten verschoben wurde. Die genannte Manschette übernahm bei *Commelina coelestis* in Verbindung mit der gut entwickelten eigentlichen Scheide den Schutz der heranwachsenden Laubblattknospe, während sie z. B. bei *Canna indica* die kaum sich entwickelnde, bei der ersten Untergruppe der Gramineen die gar nicht sich entfaltende eigentliche Scheide

ersetzte. Wie sich schliesslich die Formen mit einem Zwischenglied (*Tigridia Pavonia*, *Carex folliculata* und die meisten Gräser) entwickelt haben können, und dass der Leitbündelverlauf für eine derartige Auffassung spricht, habe ich oben bereits auseinandergesetzt.

Auch vom Gesichtspunkte der Zweckmässigkeit aus betrachtet sind die geschilderten Umgestaltungen wohl verständlich. Zunächst liegt auf der Hand, dass die Ausbildung eines besonderen Saugers an der Spitze des Kotyledos vorteilhaft ist. Wenn ferner von der Mutterpflanze genügende Mengen von Reservestoffen im Nährgewebe aufgespeichert wurden, konnte der Kotyledo ohne Nachteil für den Keimling seine Assimilationsthätigkeit aufgeben, was ja auch bei vielen Dikotylen geschehen ist. Und dass der Leiter des unterirdisch bleibenden Kotyledos die Lage des Samens und der Knospe im Erdreich nunmehr zu regulieren vermochte, ist wiederum ein Vorzug. Durch das scheinbare Hinunterrücken des Leiteransatzes an der Scheide und am Hypokotyl wurde weiterhin die erwähnte Regulierung vereinfacht, indem eine Materialersparnis eintrat, ohne dass die Laubblattknospe beim Durchbrechen des Bodens des nötigen Schutzes entbehrte.

Fassen wir schliesslich die Embryoentwickelung ins Auge, so lässt sich folgendes sagen. Nach Solms-Laubach (I) entsteht bei den Dioscoreaceen: *Tamus communis* und *Dioscorea pyrenaica*, sowie bei den Commelinaceen: *Commelina Karwinskyi*, *Tinantia erecta* und *Heterachtia pulchella* der Kotyledo seitlich des ursprünglich gipfelständigen Vegetationspunktes, welchen er später zur Seite schiebt. Seine Anlage erfolgt nicht wesentlich anders bezw. ebenso, wie die der ersten Laubblätter. Bei den anderen Monokotylen weicht die Kotyledonaranlage jedoch insofern von den Laubblattanlagen ab, als sie von vornherein gipfelständig auftritt, und der Vegetationspunkt sich nachträglich seitlich zeigt. Man kann sich aber vorstellen, dass die Entwickelung der Gesamtheit von Kotyledo und Vegetationspunkt in ähnlicher Weise vor sich ging, wie bei den Dioscoreaceen und Commelinaceen, oder ähnlich wie es Göbel („Vergleichende Entwickelungsgeschichte der Pflanzenorgane", in Schenks Handbuch der Botanik, III. Bd., 1. Hälfte, S. 219 und 220) für die Blattanlagen von *Iris* darstellt, und dass durch die verspätete Ausbildung des Vegetationspunktes der Schein entstand, als werde der Kotyledo gipfelständig, der Vegetationspunkt seitlich an ihm angelegt. Solche Verschiebungen können an dem plastischen Embryo leicht vor sich gehen, weshalb man überhaupt der Stellung der einzelnen Teile des Embryos keine zu grosse Bedeutung beimessen darf. Die Embryoentwickelung lässt also die Auffassung des Kotyledos als eines laubblattähnlichen Gebildes nicht als unannehmbar erscheinen.

Wie ich im Vorhergehenden beleuchtete, lässt es sich also verstehen, wie die mehr oder minder laubblattunähnlichen Kotyledonen sich aus laubblattähnlichen entwickeln konnten, und es ist wohl denkbar, dass die Kotyledonen aller Monokotylen ihrer ursprünglichen Natur nach laubblattähnliche Organe, also den Kotyledonen der Dikotylen analog sind.

Wenden wir uns nun der zweiten Auffassung zu und betrachten die gefundenen Thatsachen in Bezug auf diese Hypothese, so können wir uns folgende Vorstellung von den Schritten machen, welche zur Bildung laubblattähnlicher Kotyledonen aus einem Sauger und einer Scheide führten.

Obgleich wir nicht annehmen dürfen, dass die Kotyledonen der Gramineen und Cyperaceen die primären, phylogenetisch am ersten auftretenden Formen sind, können wir sie doch als diejenigen ansehen, welche diesen noch am nächsten stehen. Wir haben hier nun zwei Organe zu unterscheiden, nämlich 1) den Sauger (mit dem Leiter) und 2) die Scheide. Beide haben eine verschiedene Aufgabe, indem der erstere die im Nährgewebe aufgespeicherten Reservestoffe aufzusaugen und weiter zu leiten, die letztere

die Laubblattknospe zu schützen hat. Andererseits stehen sie in einem gewissen Zusammenhang, indem beide aus ein und demselben Gewebecomplex hervorgehen und abgesehen von einzelnen Fällen auch später in augenscheinlicher Weise von ein und demselben Punkte des Centralcylinders des Keimlings aus ihre Leitbündel erhalten. Dennoch ist es möglich, dass sie ursprünglich völlig von einander getrennt waren. Bedenken wir nämlich, dass die Embryonen von *Hyacinthus candicans* (Figur 28) und *Carex folliculata* (Figur 134) im wesentlichen dieselbe Anordnung der Teile aufweisen, und dass aus ihnen so differente Formen hervorgehen, wie sie durch die Figuren 25—27 und 132—133 dargestellt werden, so kann kein Zweifel darüber bestehen, dass die jungen Keimlinge und auch die Embryonen sehr plastisch sind, dass Umgestaltungen an ihnen leicht vor sich gehen können. So ist es denkbar, dass ursprünglich die Anlage des Saugers (nebst Leiter) unter der der Scheide und weiterhin, wie oben auseinandergesetzt, unter der des Vegetationspunktes lag [vielleicht ist jetzt noch die Anlage von Sauger und Leiter von der der Scheide durch die äusserst kleine Anlage eines oberen Hypokotylstückes getrennt], und dass die genannte Leitbündelverbindung ursprünglich nicht vorhanden war, sondern secundär entstand. Es ist also möglich, dass der Sauger (mit dem Leiter) an sich ein am Hypokotyl befindliches Organ eigener Art war, welches nachträglich mit der darüber stehenden, etwas laubblattähnlichen Scheide in Verbindung trat. Während sich in dieser Weise die Gestaltung des Kotyledos der Gramineen und Cyperaceen erklären lässt, fragt es sich nun, wie der Übergang zu solchen Formen erfolgen konnte, bei welchen der Sauger (mit dem Leiter) sich an das untere, mittlere und obere Ende der Scheide ansetzt.

Halten wir an der Plasticität der Teile des Embryos fest, so können wir uns folgendes vorstellen. Wenn bei horizontaler Lage des Embryos in seiner ursprünglichen Form die Radicula (eventuell mit einem Teile des Hypokotyls) sich nach unten krümmte und so weiterwuchs, dass ihre Längsrichtung mit der des übrigen Embryos einen rechten Winkel bildete, und wenn dann ein auch nur äusserst kurzes oberes Hypokotylstück entgegengesetzt stark nach oben wuchs und die Anlage der Scheide und Laubblattknospe mit emportrug, ohne dass das den Leiter und Sauger tragende Hypokotylstück sich wesentlich vergrösserte, so entstanden Formen, wie die Keimlinge der meisten Gräser, von *Carex folliculata* und *Tigridia Pavonia*. Wuchs aber das unendlich kleine Hypokotylstück zwischen der Anlage der Scheide und der des Leiters und Saugers nicht, während die Scheide und die Laubblattknospe sich stark nach oben zu streckten, so kamen Formen zustande, wie die der ersten Untergruppe der Gräser. Verschmolz weiterhin die Anlage der Scheide mit der des Leiters und Saugers völlig, sodass beide von einem gemeinsamen, sich nicht vergrössernden Hypokotylstück getragen wurden, so bildeten sich bei gleichem weiteren Verhalten von Scheide, Laubblattknospe und Radicula, wie oben, zunächst Formen, wie die von *Washingtonia robusta* und *Canna indica*. Rückte schliesslich die Anlage des Leiters und Saugers eine Kleinigkeit an derjenigen der Scheide in die Höhe, so entstanden den Keimlingen von *Commelina coelestis* ähnliche Formen, falls der unterste Scheidenteil zugleich mit dem oberen stärker heranwuchs, dagegen Formen, wie die von *Iris Pseud-Acorus* und die von *Asphodelus luteus*, falls die Anlage des oberen Scheidenteiles fast ganz oder gänzlich unentwickelt blieb, die des untersten Scheidenteiles jedoch kräftig sich entfaltete. Dass bei den letztgenannten Formen der Leiter ziemlich lang werden konnte und dann die Lage des Samens und der Knospe im Erdreiche regulierte, ist nicht auffallend. Ebensowenig kann es überraschen, dass der Leiter weiterhin eine noch beträchtlichere Grösse erreichen, durch besondere Wachstumsvorgänge aus dem Boden heraustreten und Assimilationsfunction übernehmen konnte, wodurch Formen, wie die von *Asphodelus fistulosus*, zustande kamen. Dass

schliesslich bei solchen Monokotylen, welche das Nährgewebe einbüssten, der Sauger verschwand, muss als natürlich hingestellt werden. Auch ist es leicht erklärlich, dass bei den zuletzt besprochenen Arten der assimilierende Leiter seiner Function entsprechend mehr und mehr Ähnlichkeit mit einer Laubblattspreite annahm. So sind wir denn in der angegebenen Weise, von der Zweiheit eines Saugers (nebst Leiter) und einer Scheide ausgehend, zu laubblattähnlichen Kotyledonen (mit laubblattähnlicher Scheide und Spreite) gelangt.

Für diese zweite Auffassung spricht der Umstand, dass in den von mir untersuchten Fällen der Kotyledo und die ersten Laubblätter niemals gleichgebaut und niemals durch continuierliche Übergänge miteinander verbunden sind, sowie ferner der Umstand, dass bei den laubblattähnlichen Kotyledonen der Dikotylen niemals ein besonderer Sauger vorkommt. Dagegen spricht allerdings, dass man bei der Annahme einer ursprünglichen Trennung von Sauger (mit Leiter) und Scheide keinen Zweckmässigkeitsgrund dafür angeben kann, dass der Leitbündelverlauf ein derartiger wurde, dass bei *Cyperus reflexus* ein besonderes Leitbündel als Fortsetzung des Scheidenleitbündels das Zwischenstück durchzieht und sich an dessen unterem Ende mit dem Saugerleitbündel vereinigt, dass andererseits bei *Carex folliculata* und den meisten Gräsern ein besonderes Leibündel als Fortsetzung des Saugerleitbündels (und Leiterleitbündels) das Zwischenstück durchsetzt und an dessen oberem Ende sich mit dem Scheidenleitbündel (bezw. den Scheidenleitbündeln) vereinigt, und dass schliesslich bei *Tigridia Pavonia* die Verlängerung des Sauger- und Leiterleitbündels durch das Zwischenstück durch in die Scheide eindringt und in deren mittlerem Teile mit ihrem Leitbündel verschmilzt.

Fragen wir weiter nach dem Vorteil, welchen das Emporrücken des Saugers und Leiters an der Scheide bringen konnte, so lässt sich höchstens sagen, dass auf diese Weise die Radicula tiefer in den Boden hineingeschoben werden konnte, wenn der Samen aus irgend welchem Grunde in der Nähe der Erdoberfläche bleiben musste, wodurch aber das im allgemeinen Nachteilhafte eingetreten wäre, dass auch die Laubblattknospe von der Erdoberfläche entfernt worden wäre, und was durch eine entsprechende Verlängerung des Hypokotyls ohne den genannten Nachteil einfach erreicht worden wäre. Die Regulierung der Lage des Samens und der Laubblattknospe im Erdreiche (in dem Sinne, dass ersterer tiefer, letztere weniger tief in demselben sich befinden soll) würde durch ein Emporrücken des Saugers und Leiters an der Scheide geradezu erschwert, indem bei der Annahme einer ursprünglichen Trennung derselben es als Materialverschwendung bezeichnet werden muss, dass z. B. bei *Iris Pseud-Acorus* ein langer Leiter zur Spitze der Scheide führt, anstatt dass ein kurzer Leiter den tiefer im Boden steckenden Samen mit dem Hypokotyl oder der Scheidenbasis direct verbindet. Dass aber durch das Emporrücken des Saugers und Leiters und die besondere Verlängerung und Ausbildungsweise des letzteren schliesslich der Vorteil erzielt wurde, dass der Leiter als Assimilationsorgan dienen konnte, darf hier nicht angeführt werden, weil man nicht annehmen kann, dass die Pflanze zwecklose oder gar nachteilige Umgestaltungen vornimmt, um durch sie im Laufe langer Zeit auf dem Wege allmählicher Entwickelung endlich einen Nutzen zu erlangen. Es kann also ein directer Zweckmässigkeitsgrund für ein Hinaufrücken des Saugers und Leiters an der Scheide nicht ohne weiteres angeführt werden.

Hält man jedoch an der zweiten Auffassungsweise fest, so drängt sich noch die Frage auf, welche Analogien bei anderen Pflanzengruppen bestehen, d. h. inwieweit eine Ähnlichkeit zwischen dem Sauger der Monokotylen und gewissen Gebilden der Gymnospermen und Gefässkryptogamen wahrzunehmen ist.

Nach Oliver Bower („On the germination and histology of the seedling of *Welwitschia mirabilis*"; Quarterly Journal of microscopical Science, Vol. XXI, 1881, S. 15 etc.) entwickelt sich bei der Keimung am Embryo von *Welwitschia mirabilis* unterhalb der beiden Kotyledonen in Form eines keilförmigen Zapfens ein mit cuticulalosen Epidermiszellen versehener, parenchymatischer, leitbündelloser Hypokotylauswuchs, welcher sich mehr und mehr vergrössert und, wenn die Kotyledonen zufolge einer beträchtlich werdenden Streckung des oberen Hypokotylteiles aus dem Samen herausgezogen sind, die ganze Höhlung in dem noch reichlich mit Nährstoffen versehenen Endosperm ausfüllt. Wenn die Reservestoffe ausgesogen sind, stirbt er ab. Dieses Gebilde, welches Bower mit Recht „Feeder" nennt, entspricht in seiner physiologischen Leistung völlig dem Sauger der Monokotylen. Es unterscheidet sich von demjenigen z. B. der Gramineen aber wesentlich durch das Fehlen von Leitbündeln und durch eine ganz andere Entwickelungsgeschichte, indem es erst bei der Keimung aus dem untersten Hypokotylteil (unterhalb der Plumula) hervorgeht und nicht terminal (oberhalb der Plumula) von vornherein angelegt wird. Der letztere Unterschied fällt zwar, abgesehen von dem s p ä t e n Auftreten des fraglichen Gebildes, weg, wenn man auf die ursprüngliche Entwickelungsgeschichte von Sauger (nebst Leiter) und Scheide der Gramineen und Monokotylen überhaupt, wie sie nach dem Obigen gedacht werden kann, zurückgeht. Hält man also an der zweiten Auffassung fest, dann zeigen die Scheide bezw. der Sauger der Gräser und die Kotyledonen bezw. der Saugfortsatz von *Welwitschia mirabilis* einige Analogien.

Ähnlich liegen die Verhältnisse nach Oliver Bower („The germination and embryogeny of *Gnetum Gnemon*"; Quarterly Journal of microscopical Science, Vol. XXII, 1882, S. 278 etc.) bei *Gnetum Gnemon*. Hier biegen jedoch die Leitbündel des Hypokotyls zum Teile in den Saugfortsatz ein, laufen dessen unterer Seite entlang zur Spitze hin, wenden sich dann um und kehren zum Hypokotyl zurück. Eine besondere Leitbündelverbindung zwischen dem Saugfortsatz und den Kotyledonen besteht aber keineswegs. Es ist hier nicht einmal die relative Lage des Saugfortsatzes (Hypokotylauswuchses) zu den Kotyledonen eine constante. Insofern unterscheidet sich also der „Feeder" von *Gnetum Gnemon* wesentlich vom Sauger z. B. der Gramineen.

Schliesslich lässt sich der Sauger der Monokotylen mit dem „Fuss" der Gefässkryptogamen vergleichen, so z. B. mit demjenigen der Selaginellaceen. Beide haben eine gleiche physiologische Function, unterscheiden sich aber wesentlich durch eine ganz andere Entwickelungsgeschichte. Während der Sauger der Monokotylen ja aus einer Zelle hervorgeht, welche von vornherein, nachdem erst wenige Zellteilungen eingetreten sind, endständig ist und über der Zelle liegt, aus welcher sich das Hypokotyl entwickelt, gilt für den Fuss, überhaupt den Embryo der Selaginellaceen folgendes. Nach Pfeffer („Die Entwickelung des Keimes der Gattung *Selaginella*; Botan. Abhandl., herausgeg. v. Hanstein, I. Bd., 1871) liefert bei *Selaginella Martensii* einerseits der obere Abschnitt des zunächst aus der Keimmutterzelle entstandenen Zellcomplexes die zwei Kotyledonen und die Achsenanlage, andererseits der untere Abschnitt das Hypokotyl, den Fuss und die Wurzelanlage. Dabei sind die Teilungsvorgänge derartige, dass eine gewisse Zelle durch fortgesetzte Zerlegung in Tochterzellen einen Zellcomplex als erste Anlage für die Hälfte des Prokambiumstranges des Hypokotyls, einen zweiten als solche für die Hälfte des Rindengewebes des Hypokotyls, einen dritten als solche für den Fuss, einen vierten als solche für den Prokambiumstrang der Wurzel und einen fünften als solche für den Rest des Wurzelgewebes erzeugt. Die Zellen, aus welchen der Fuss hervorgeht, liegen zwischen den Ursprungszellen des Hypokotyl- und des Wurzel-Rindengewebes (a. a. O. S. 38 und 39).

und zwar so, dass sie von letzteren nicht scharf abgetrennt sind (a. a. O. S. 41). Der Fuss kann also ebensogut als zur Wurzel gehörig, wie als zum Hypokotyl gehörig betrachtet werden. Er ist ein Organ eigener Art, welches seiner Entstehung nach nicht mit dem Sauger der Monokotylen in eine Parallele gestellt werden kann. Er unterscheidet sich von letzterem auch durch den Mangel an Leitbündeln bezw. Prokambiumsträngen.

Nachdem im Vorhergehenden die beiden Auffassungsweisen des Kotyledos der Monokotylen betrachtet sind und dabei auf eventuelle Analogien in anderen Pflanzengruppen hingewiesen ist, liesse sich noch die Frage aufwerfen, wie sich wohl die Monokotylen mit ihrem eigentümlichen Kotyledo an die anderen Pflanzengruppen anschliessen. Es käme die Erörterung der Fragen in Betracht, ob die Monokotylen sich durch Schwund eines Kotyledos aus den Dikotylen und weiterhin aus den Gymnospermen entwickelten, wie Strasburger („Die Coniferen und Gnetaceen", S. 317 etc.) annimmt, oder ob beide in ähnlicher oder verschiedenartiger Weise unmittelbar aus den Gymnospermen hervorgingen (vergl. Solms-Laubach I), oder ob die Monokotylen und Dikotylen als zwei getrennte Entwickelungsreihen direct von den Archegoniaten abzuleiten sind, wie es Kny thut (Kny, „Die Entwickelung der Parkeriaceen" etc.; Nova Acta Leop. Carol., 37. Bd., Nr. 4, 1875). Hierüber lässt sich ohne weiteres nichts sagen, da uns ausschlaggebendes paläontologisches Material völlig fehlt. Und auf eine Discussion einzugehen, möchte ich unterlassen, da dieselbe nur eine fruchtbare sein kann, wenn über die Bedeutung des Kotyledos der Monokotylen mehr Klarheit herrscht, als durch meine Untersuchungen und Erwägungen geschaffen werden konnte. Die Bearbeitung einer grösseren Zahl von Keimlingen der verschiedensten Arten und vor allem eine genaue Beobachtung der wirklichen Vorgänge, welche sich bei der Embryoreife und bei Beginn der Keimung abspielen, dürfte in Zukunft wohl mehr Licht über die fragliche Kotyledonarnatur verbreiten.

Die vorliegende Arbeit wurde im botanischen Institute der Universität Marburg angefertigt. Dem Director desselben, Herrn Professor Dr. Arthur Meyer, gestatte ich mir, an dieser Stelle meinen verbindlichsten Dank für das der Arbeit entgegengebrachte Interesse und die mir freundlichst gewährte Unterstützung auszusprechen. Ferner will ich nicht unterlassen, Herrn Apotheker M. Toppelius aus Helsingfors (Finnland) für die in liebenswürdiger Weise geleistete Hülfe beim Übersetzen der Schriften Lewin I und Dieriksen I zu danken.

Figurenerklärung.

Bei allen Schemas bedeutet:

Parenchym; Assimilationsparenchym; Sklerenchym;

Kollenchym; Gefässstrang; Siebstrang;

Epidermis bezw. Endodermis; Gewebelücke; Gewebelücke mit Zellsträngen.

Tafel I.

Figur 1—4. *Alisma Plantago* L.

Figur 1. Keimling (1 : 2); *c* = Kotyledo; *b* = erstes Blatt; *h* = Hypokotyl.

Figur 2. Scheide und unterer Spreitenteil des Kotyledos (1 : 1).

Figur 3. Querschnitt durch die Kotyledonarspreite (1 : 70).

Figur 4. Querschnitt durch die erste Blattspreite (1 : 70).

Figur 5—9. *Triglochin Barrelieri* Lois.

Figur 5—8. Verschieden alte Keimlinge (1 : 1); *S* = Samen; *c* = Kotyledo; b_1 = erstes Blatt; b_2 = zweites Blatt.

Figur 9. Scheide und unterer Spreitenteil des Kotyledos (1 : 2).

Figur 10—13. *Triglochin maritimum* L.

Figur 10. Embryo (1 : 14).

Figur 11. Querschnitt durch die zweite Blattscheide mit einer Knospe (*k*).

Figur 12. Querschnitt durch die erste Blattscheide mit zwei Knospen (*k*).

Figur 13. Querschnitt durch die Kotyledonarscheide mit zwei Knospen (*k*).

Figur 14 und 15. *Triglochin Barrelieri* Lois. und *T. maritimum* L.

Figur 14. Schema des Kotyledonarspreitenquerschnitts.

Figur 15. Schema des Querschnitts durch die erste Blattspreite.

Figur 16—24. *Asphodelus fistulosus* L.

Figur 16—19. Verschieden alte Keimlinge (1 : 1); *S* = Samen; *c* = Kotyledo; *h* = Hypokotyl; *w* = Wurzel.

Figur 20. Scheide und unterer Leiterteil (1 : 2).

Figur 21. Sauger und oberer Leiterteil (1 : 4).

Figur 22. Embryo (1 : 8).

Figur 23. Schema des Leiterquerschnitts.

Figur 24. Schema des Querschnitts durch die erste Blattspreite.

Figur 25—35. *Hyacinthus candicans* Baeck.

Figur 25. Keimling (1 : 1); *c* = Kotyledo (Spitze vertrocknet); b_1 = erstes Blatt; b_2 = zweites Blatt.

Figur 26. Sauger und oberer Leiterteil (1 : 4).

Figur 27. Scheide und unterer Leiterteil (1 : 1).

Figur 28. Embryo (1 : 10).

Figur 29. Querschnitt durch die Epidermis des Saugers (1 : 600); α = mit Chlorzinkjod sich undeutlich bräunlich färbender Teil.

Figur 30. Querschnitt durch die Epidermis des obersten Leiterteiles (1 : 600); α = mit Chlorzinkjod sich braun färbender Teil.

NB. Das Material zu Figur 29 und 30 entstammt demselben Keimling.

Figur 31. Längsschnitt durch die Epidermis und das Assimilationsparenchym des oberen Leiterteiles (1 : 210).

Figur 32. Schema des Leiterquerschnitts.

Figur 33. Schema des Scheidenquerschnitts.

Figur 34. Schema des Querschnitts durch den mittleren Teil der ersten Blattspreite.

Figur 35. Schema des Querschnitts durch den unteren Teil der ersten Blattspreite.

Figur 36—44. *Allium fistulosum* L.

Figur 36. Sauger (*s*) und oberer Leiterteil (1 : 4).

Figur 37. Scheide und unterer Leiterteil (1 : 2).

Figur 38. Embryo (1 : 10).

Figur 39. Querschnitt durch die Epidermis und das Assimilationsparenchym des unteren Spreitenteiles des ersten Blattes (1 : 600); α = mit Chlorzinkjod braun werdender Teil; β = Schlauch mit milchigem Inhalt.

Figur 40. Schema des Leiterquerschnitts.

Figur 41. Schema des Querschnitts durch die erste Blattspreite.

Tafel II.

Figur 42—56. *Dioscorea bulbifera* L.

Figur 42—45. Verschieden alte Keimlinge (1 : 1; für Figur 44 allein 1 : 2); S = Samen; c = Kotyledo; b_1 = erstes Blatt; b_2 = zweites Blatt; a = Achse.

Figur 46. Kotyledo (1 : 2).

Figur 47. Embryo (1 : 15).

Figur 48. Samen mit Embryo (1 : 4).

Figur 49. Schema des Leiterquerschnitts; a = Haar.

Figur 50. Schema des Querschnitts der ersten Blattscheide.

Figur 51. Schema des Querschnitts durch den unteren Teil des ersten Blattstiels.

Figur 52. Schema des Querschnitts durch den oberen Teil des ersten Blattstiels.

Figur 53. Schema des Querschnitts durch einen Teil der ersten Blattspreite.

Figur 54. Schema des Querschnitts durch die dritte Blattscheide.

Figur 55. Schema des Querschnitts durch den unteren Teil des dritten Blattstiels.

Figur 56. Schema des Querschnitts durch die jugendliche erste Blattspreite; β = Gefässstranganlage; δ = Drüsenhaar.

Figur 57—66. *Asphodelus luteus* L.

Figur 57. Keimling (1 : 1); S = Samen; c = Kotyledo; b_1 = erstes Blatt.

Figur 58. Kotyledo (1 : 2).

Figur 59. Embryo (1 : 5).

Figur 60. Querschnitt durch die Epidermis der Unterseite der ersten Blattscheide (1 : 600).

Figur 61. Schema des Querschnitts durch den oberen Leiterteil.

Figur 62. Schema des Querschnitts des obersten Scheidenteiles.

Figur 63. Schema des Querschnitts des mittleren Scheidenteiles.

Figur 64. Schema des Querschnitts der jugendlichen Scheide.

Figur 65. Schema des Querschnitts durch die erste Blattscheide.

Figur 66. Schema des Querschnitts durch die erste Blattspreite; a = Assimilationsparenchym.

Figur 67—78. *Iris Pseud-Acorus* L.

Figur 67—70. Keimlinge, in Figur 68 des Saugers beraubt, (1 : 1); S = Samen; a = Scheide und Hypokotyl; c = Kotyledo; h = Hypokotyl; b_1 = erstes Blatt; b_2 = zweites Blatt.

Figur 71. Kotyledo (1 : 3).

Figur 72. Embryo (1 : 5).
Figur 73. Schema des Leiterquerschnitts.
Figur 74. Schema des Scheidenquerschnitts.
Figur 75. Schema des Querschnitts durch den unteren Teil des ersten Blattes.
Figur 76. Schema des Querschnitts durch den oberen Teil des ersten Blattes.
Figur 77. Schema des Querschnitts durch den oberen Teil der zweiten Blattscheide.
Figur 78. Schema des Querschnitts durch die Spreite des zweiten Blattes.

Tafel III.

Figur 79 und 80. Keimlinge von *Tinnantia erecta* Frenzl (1 : 1); S = Samen; c = Kotyledo; b_1 = erstes Blatt; b_2 = zweites Blatt.

Figur 81—95. *Commelina coelestis* Willd.

Figur 81—83. Keimlinge (1 : 1); S = Samen; c = Kotyledo; b_1 = erstes Blatt; b_2 = zweites Blatt.

Figur 84. Kotyledo (1 : 3).

Figur 85. Scheide, aufgeschlitzt und ausgebreitet, den Leitbündelverlauf zeigend (1 : 2); a = Ansatzstelle des Leiters; β = Leitbündel.

Figur 86. Sauger, die Leitbündelverzweigung zeigend (1 : 15).

Figur 87. Samen und Embryo (1 : 3).

Figur 88. Embryo (1 : 10).

Figur 89. Querschnitt durch den äusseren Teil des Saugers (1 : 200).

Figur 90—92. Diagramme für die Stellung des Kotyledos und der drei ersten Blätter; a = Leiteransatzstelle; β = ihr entsprechende Stelle.

Figur 93. Schema des Leiterquerschnitts.

Figur 94. Schema des Scheidenquerschnitts (unterer Teil).

Figur 95. Schema des Querschnitts durch die erste Blattscheide; a = Haar.

Figur 96—103. *Canna indica* L.

Figur 96—98. Keimlinge (1 : 1); S = Samen; sa = Scheidenanlage; a = durch den hervorbrechenden Keimling abgehobenes Samenschalenstück; c = Kotyledo; s = Sauger; b_1 = erstes Blatt; b_2 = zweites Blatt; h = Hypokotyl.

Figur 99. Kotyledo (1 : 2).

Figur 100. Scheide, aufgeschlitzt und ausgebreitet, den Leitbündelverlauf zeigend (1 : 2); a = Leiteransatzstelle.

Figur 101. Schema eines Scheidenquerschnitts.

Figur 102. Schema des Querschnitts der ersten Blattscheide. Figur 102'. Schema eines Leitbündelquerschnitts der ersten Blattscheide.

Figur 103. Schema des Querschnitts der zweiten Blattscheide.

Figur 104—114. *Washingtonia robusta*.

Figur 104 und 105. Keimlinge (1 : 1); S = Samen; c = Kotyledo; b_1 = erstes Blatt; b_2 = zweites Blatt.

Figur 106. Kotyledo (1 : 2); a = eingeschnürter oberster Leiterteil.

Figur 107. Scheide, aufgeschlitzt und ausgebreitet, den Leitbündelverlauf zeigend (1 : 2); a = Leiteransatzstelle.

Figur 108. Embryolängsschnitt (1 : 15); a = Prokambiumstrang; b_1 = jugendliches erstes Blatt; b_2 = jugendliches zweites Blatt.

Figur 109. Schema des Leiterquerschnitts.

Figur 110. Schema des Querschnitts durch den mittleren Scheidenteil.

Figur 111. Schema des Querschnitts durch das erste Blatt.

Figur 112. Schema des Querschnitts durch die Spitze des ersten Blattes.

Figur 113. Schema des Querschnitts durch die Blattspreitenspitze des zweiten Blattes.

Tafel IV.

Figur 114. Schema des Querschnitts durch die Blattspreite des zweiten Blattes von *Washingtonia robusta*.

Figur 115—127. *Tigridia Pavonia* Pers.

Figur 115—118. Keimlinge (1 : 1): *S* = Samen; *es* = Scheide; b_1 = erstes Blatt; *h* = Hypokotyl.

Figur 119 und 120. Kotyledo und Hypokotyl der Keimlinge der Figuren 117 und 116, den Leitbündelverlauf zeigend (1 : 3): *s* = Sauger; *l* = Leiter; *es* = Scheide; *h* = Hypokotyl; *w* = Hauptwurzel; *a* = Übergangsstelle zum Achsenbau.

Figur 121. Embryo (1 : 10)

Figur 122. Embryo *(e)* und Samen (1 : 5).

Figur 123. Schema des Saugerquerschnitts

Figur 124. Schema des Querschnitts des unteren Scheidenteiles.

Figur 125. Schema des Querschnitts durch die erste Blattscheide.

Figur 126. Schema des Querschnitts durch die erste Blattspreite.

Figur 127. Schema des Querschnitts durch das Zwischenstück: *H* = Hypokotylleitbündel; *L* = zum Leiter gehendes Leitbündel.

Figur 128 und 129. Keimlinge von *Carex Pseudo-Cyperus* L. (1 : 1): *F* = Frucht; *es* = Scheide; b_1 = erstes Blatt; b_2 = zweites Blatt; *h* = Hypokotyl.

Figur 130—142. *Carex folliculata* L.

Figur 130—132. Keimlinge (1 : 1): *F* = Frucht; *es* = Scheide; b_1 = erstes Blatt; b_2 = zweites Blatt; *h* = Hypokotyl.

Figur 133. Kotyledo und Hypokotyl des Keimlings der Figur 131, den Leitbündelverlauf zeigend (1 : 3): *s* = Sauger; *l* = Leiter; *es* = Scheide; *h* = Hypokotyl; *a* = Übergangsstelle zum Achsenbau; *w* = Hauptwurzel.

Figur 134. Embryolängsschnitt (1 : 55) b_1 = erstes Blatt; λ = Leitbündelinitialen.

Figur 135. Flächenansicht des Embryos (1 : 55): *k* = Keimspalte.

Figur 136. Schema des Scheidenquerschnitts.

Figur 137. Schema des Querschnitts des Leitbündels der Scheide.

Figur 138. Schema des Leiterquerschnitts.

Figur 139. Schema des Querschnitts der ersten Blattscheide.

Figur 140. Schema des Querschnitts eines der grossen Leitbündel der ersten Blattscheide.

Figur 141. Schema des Querschnitts des Zwischenstückes: *H* = Hypokotylleitbündel; *L* = zum Leiter gehendes Leitbündel.

Figur 142. Schema des Querschnitts des Hypokotylleitbündels.

Figur 143. Embryolängsschnitt von *Scirpus lacustris* L., nach Wilczek I und Klebs I (1 : 60): *s* = zum Sauger werdender Teil; *es* = Scheidenanlage; *v* = Vegetationspunkt; b_1 = erstes Blatt; *r* = Radicula.

Figur 144. Embryolängsschnitt von *Leersia clandestina*, nach Buchs I (1 : 44): *s* = Schildchen; *es* = Scheide; *v* = Koleorhizaauswuchs (Epiblast); *:* = Koleorhizaauswuchs (unterer); *r* = Radicula; λ = Leitbündelinitialen.

Tafel V.

Figur 145—157. *Oryza sativa* L.

Figur 145 und 146. Keimlinge (1 : 1): F = Frucht; cs = Scheide; b_1 = erstes Blatt; b_2 = zweites Blatt.

Figur 147. Kotyledo und Hypokotyl des Keimlings der Figur 145, den Leitbündelverlauf zeigend (1 : 6); s = Schildchen; e = Epithel; cs = Scheide; κ = Keimspalte; h = Hypokotyl; *col.* = Koleorhiza; ε = Koleorhizaauswuchs (Epiblast); w = Hauptwurzel; λ = Leitbündel; a = Achsenanfang.

Figur 148. Junger Embryo, Flächenansicht, nach Brunn (1 : 22); ε = Koleorhizaauswuchs; ϱ = Randauswuchs des Schildchens; cs = Scheide mit Plumula.

Figur 149 und 150. Reifer Embryo, etwas von der Seite bezw. von der Fläche gesehen (1 : 25); r = Radicula; cs = Scheide; ε = Koleorhizaauswuchs (Epiblast); ϱ = Randauswüchse des Schildchens; σ = Spalte zwischen ihnen.

Figur 151. Embryolängsschnitt (1 : 25); r = Radicula; *col.* = Koleorhiza; ε = deren Auswuchs (Epiblast); cs = Scheide; s = Schildchen; λ = Leitbündelinitialen.

Figur 152. Querschnitt durch den mittleren Teil des Embryos (1 : 25); Bezeichnungen wie eben.

Figur 153. Querschnitt durch den oberen Teil des Embryos (1 : 25); Bezeichnungen wie eben.

Figur 154. Schema des Scheidenquerschnitts.

Figur 155. Schema des Querschnitts durch das erste Blatt

Figur 156. Schema des Querschnitts durch ein Stück der Spreite des zweiten Blattes; ε = Epidermis.

Figur 157. Schema des Querschnitts des Zwischenstückes; H = Hypokotylleitbündel; S = zum Schildchen gehendes Leitbündel.

Figur 158—167. *Panicum miliaceum* L.

Figur 158 und 159. Keimlinge (1 : 1): F = Frucht; cs = Scheide; h = Hypokotyl; b_1 = erstes Blatt; b_2 = zweites Blatt.

Figur 160. Kotyledo und Hypokotyl des Keimlings der Figur 159, den Leitbündelverlauf zeigend (1 : 5); λ = Leitbündel; α = Insertionsstelle der Scheidenleitbündel; β = Anfang des Übergangs zum Achsenbau; s = Schildchen; e = Epithel; cs = Scheide; κ = Keimspalte; h = Hypokotyl; w = Hauptwurzel; *col.* = Koleorhiza.

Figur 161. Embryo, Flächenansicht (1 : 29); r = Radicula; cs = Scheide.

Figur 162. Embryolängsschnitt (1 : 29); r = Radicula; *col.* Koleorhiza; h = Hypokotyl; cs = Scheide; s = Schildchen; s' = unterer Schildchenauswuchs; λ = Leitbündelinitialen.

Figur 163. Querschnitt durch den oberen Teil des Embryos (1 : 29); Bezeichnungen wie eben.

Figur 164. Schema des Scheidenquerschnitts.

Figur 165. Schema des Querschnitts der ersten Blattscheide.

Figur 166. Schema des Querschnitts des Leitbündels des Zwischenstückes; *g* = Gefässstrangelemente; *a* = der Insertionsstelle des Schildchenleitbündels, *a'* und *a''* = den Insertionsstellen der Scheidenleitbündel entsprechende Teile.

Figur 167. Schema des Leitbündelquerschnitts des Hypokotyls direct unter der Insertionsstelle des Schildchenleitbündels.

Figur 168—174. *Zizania aquatica* L.: Embryo.

Figur 168. Flächenansicht (1 : 8); *r* = Radicula; *v* = Koleorhizaauswuchs (Epiblast); *h* = Hypokotyl; *g* = Randauswüchse des Schildchens; *es* = Scheide.

Figur 169. Längsschnitt (1 : 8); *r* = Radicula; *col.* = Koleorhiza; *v* = deren Auswuchs (Epiblast); *h* = Hypokotyl; *es* = Scheide; *s* = Schildchen; *s'* = unterer Schildchenauswuchs; *λ* = Leitbündelinitialen.

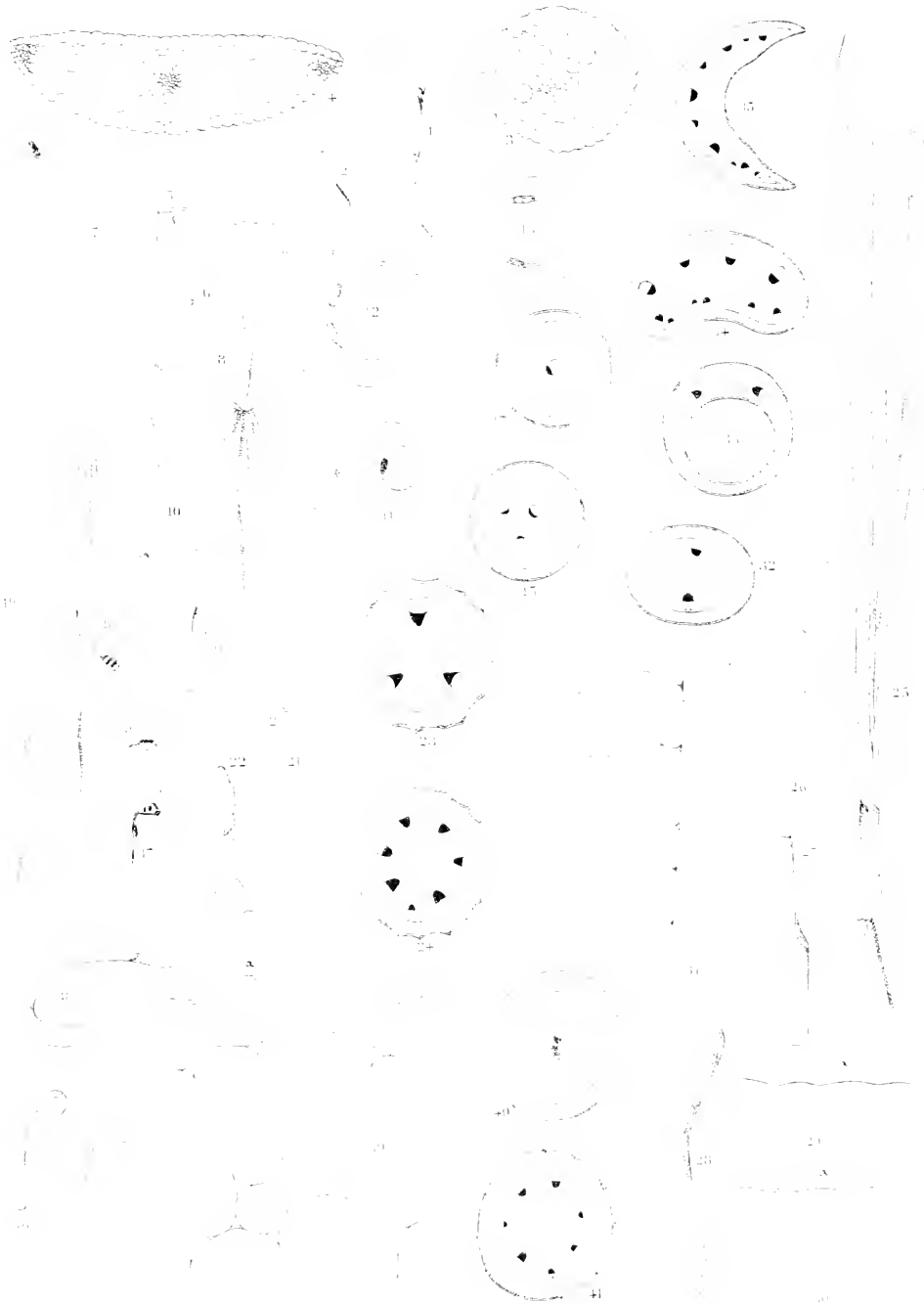
Figur 170. Querschnitt durch den oberen Schildchenteil; (1 : 16).

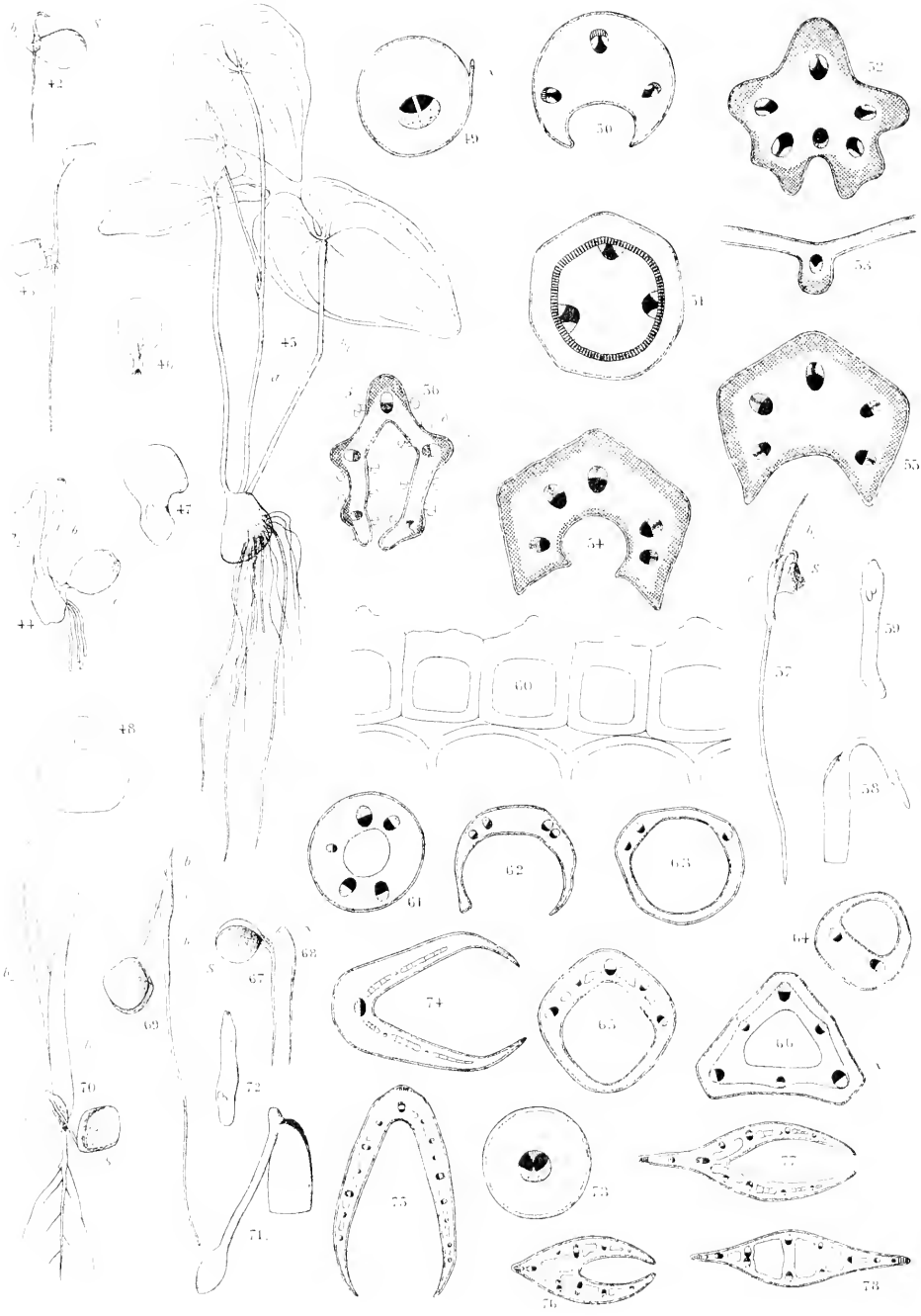
Figur 171. Querschnitt durch das Schildchen *(s)*, die Scheide *(es)* und die Plumula (1 : 16).

Figur 172. Querschnitt durch das Schildchen *(s)*, das Hypokotyl *(h)* und den Koleorhizaauswuchs *(v)*; (1 : 16).

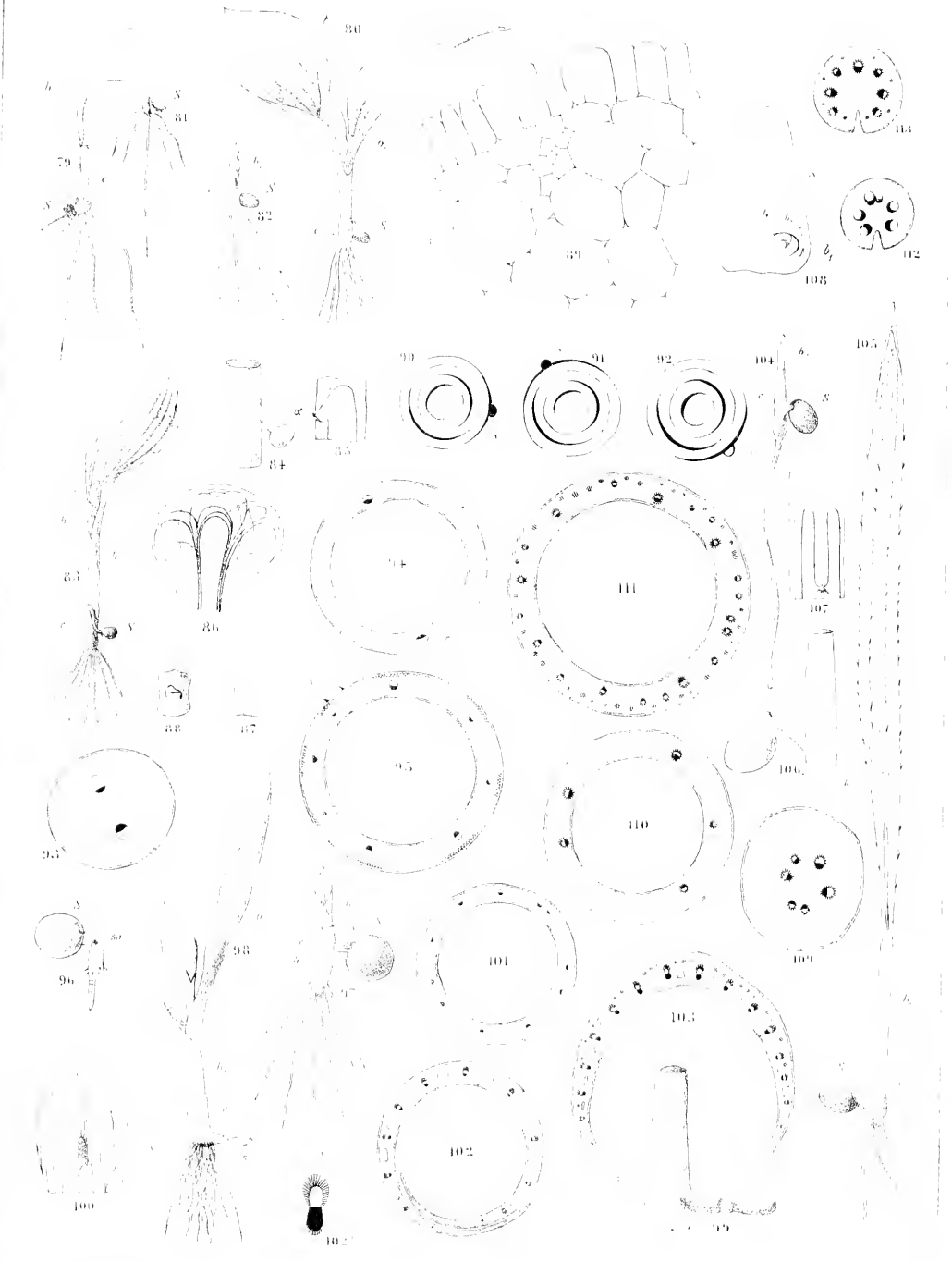
Figur 173. Querschnitt durch einen Teil der Koleorhiza (1 : 110).

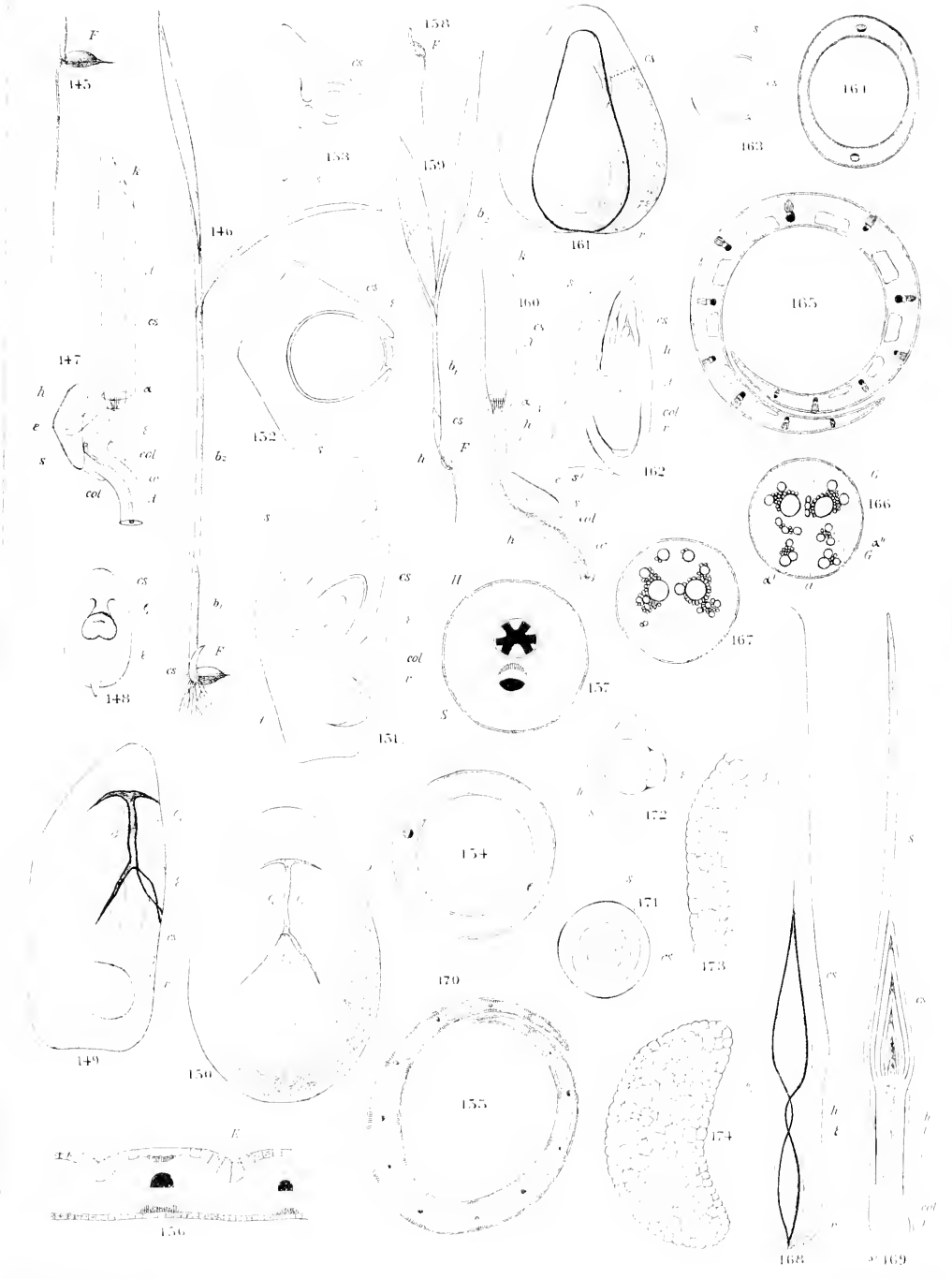
Figur 174. Querschnitt durch den Koleorhizaauswuchs (1 : 110).





Schlickum ad nat. del.


80
81
79
82
89
113
112
108
105
90
91
92
104
84
85
83
86
94
111
107
88
87
95
106
93
110
109
96
98
101
103
102
100
99


145
146
147
148
149
150
151
152
153
154
155
156
157
158
159
160
161
162
163
164
165
166
167
168
169
170
171
172
173
174

Library
3 5185 00259 9940