

Diss. 159662

Vergleichend-anatomische Untersuchungen  
über die  
Differenzen im primären Bau der Stengel und Rhizome  
krautiger Phanerogamen,  
nebst  
einigen allgemeinen Betrachtungen  
histologischen Inhalts.

(Eine von der physiko-mathematischen Facultät zu Dorpat mit der goldenen  
Medaille gekrönte Preisschrift.)

Verfasst und behufs Erlangung des Grades eines  
**Magisters der Botanik**

mit Genehmigung

Einer Hochverordneten physiko-mathematischen Facultät  
der Kaiserlichen Universität zu Dorpat

zur öffentlichen Verteidigung bestimmt

von

Władysław Rother

Bibliotheca  
universitatis  
Jurievensis

Ordentliche Opponenten.

Cand. P. Westberg. — Mag. J. Klinge. — Prof. Dr. E. Russow.

Dorpat.

Druck von H. Laakmann's Buch- und Steindruckerei.  
1885.

Gedruckt mit Genehmigung der physiko-mathematischen Facultät.  
Dorpat, den 15. März 1885.

Nr. 49.

Dr. Arthur von Oettingen  
z. Z. Decan der physiko-mathematischen Facultät.

Meinem hochverehrten Lehrer

Prof. Dr. Edmund Russow

als geringes Zeichen meiner Dankbarkeit

gewidmet.

D 122 131

## Inhaltsverzeichnis.

	Pag.
Historische Uebersicht und Einleitung . . . . .	7
<b>I. Einige allgemeine Betrachtungen histologischen Inhalts . . . . .</b>	<b>14</b>
Ueber die Einteilung der Gewebe . . . . .	14
Ueber die Desmomstränge . . . . .	25
Ueber die einfachen und zusammengesetzten Leitstränge und die Leitstrangsysteme . . . . .	27
Ueber die primäre Anordnung der Gewebe auf dem Quer- schnitt des Stammes und der Wurzel der Phanerogamen . . . . .	29
Ueber das Phellem . . . . .	34
Ueber die nicht phellogenen verkorkten Gewebe, insbesondere die Schutzschichten . . . . .	34
<b>II. Specieller Teil . . . . .</b>	<b>41</b>
1. <i>Triticum repens</i> L. . . . .	42
2. <i>Calamagrostis epigeios</i> L. . . . .	46
3. <i>Glyceria aquatica</i> L. . . . .	49
4. <i>Carex chordorrhiza</i> Ehrh. . . . .	51
5. <i>Carex globularis</i> L. . . . .	53
6. <i>Scirpus silvaticus</i> L. . . . .	55
7. <i>Juncus bufonius</i> L. . . . .	58
8. <i>Luzula campestris</i> L. . . . .	61
9. <i>Paris quadrifolia</i> L. . . . .	63
10. <i>Majanthemum bifolium</i> L. . . . .	65
11. <i>Iris sibirica</i> L. . . . .	67
12. <i>Epipactis palustris</i> Scop. . . . .	69
13. <i>Listera cordata</i> L. . . . .	70
14. <i>Goodyera repens</i> L. . . . .	71
15. <i>Scheuchzeria palustris</i> L. . . . .	73
16. <i>Triglochin palustris</i> L. . . . .	75
17. <i>Myosotis palustris</i> With. . . . .	77
18. <i>Mentha arvensis</i> L. . . . .	78
19. <i>Lamium album</i> L. . . . .	79
20. <i>Menyanthes trifoliata</i> L. . . . .	80
21. <i>Trientalis europaea</i> L. . . . .	82
22. <i>Lysimachia vulgaris</i> L. . . . .	83
23. <i>Thalictrum simplex</i> L. . . . .	85
24. <i>Ranunculus lingua</i> L. . . . .	86
25. <i>Mercurialis perennis</i> L. . . . .	87
<b>III. Allgemeiner Teil. Zusammenfassung der Resultate . . . . .</b>	<b>90</b>

## Historische Uebersicht und Einleitung.

---

Es ist auffallend, dass die so naheliegende und interessante Frage nach den Verschiedenheiten im Bau der ober- und unterirdischen Sprosse und ihren Ursachen die Aufmerksamkeit der Anatomen so wenig auf sich gezogen hat. Die Zahl der Forscher, welche sich damit beschäftigt haben, ist eine sehr geringe, und die Mehrzahl derselben berührt die genannte Frage nur nebenbei. Vaupell<sup>1)</sup> scheint der erste gewesen zu sein, welcher die Rhizome anatomisch untersuchte. Er hatte zwar nur eine ganz specielle Frage im Auge, gibt aber gelegentlich<sup>2)</sup> einige allgemeine Eigentümlichkeiten des Baues der dicotylen Rhizome an, nämlich:

- 1) „Das Uebergewicht des Parenchyms, — entweder des Rinden- oder des Markparenchyms — über die Gefässbündel.“
- 2) „Die geringe Entwicklung des Prosenchyms.“
- 3) „Die einfache Zusammensetzung der Gefässbündel“ (nämlich nur aus Gefässen und „Cambialzellen,“ während „Holzzellen“ und „Bastzellen“ meist fehlen).
- 4) „Der Umstand, dass die Gefässbündel entweder kein, oder nur ein geringes peripherisches Wachstum besitzen.“

---

1) „Untersuchungen über das peripherische Wachstum der Gefässbündel der dicotyledonen Rhizome.“ Leipzig, 1855.

2) l. c. pag. 30.

Alle diese 4 Punkte sind, in dieser Form wenigstens, nicht zutreffend. Vaupell hat nämlich nur die Rhizome weniger Species, und zufällig gerade solche mit sehr beschränktem Dickenwachstum, untersucht, und dieselben offenbar nicht mit den oberirdischen Stämmen derselben Pflanzen, sondern mit solchen von Holzgewächsen verglichen.

Bald darauf erschien eine Arbeit von Chatin<sup>1)</sup> worin er folgende Charactere der Rhizome aufstellt:

1) „Die einfache Epidermis der oberirdischen Stämme ist ersetzt durch eine zusammengesetzte Epidermis, welche aus abgeplatteten, in Radialreihen geordneten, rotbraun gefärbten Zellen besteht“ (mit anderen Worten, es tritt Korkbildung ein).

2) „Die Sclerenchymfasern der Rinde nehmen ab, und verschwinden oft ganz.“

3) „Die Gefässbündel sind durch breite Markstrahlen getrennt.“

4) „Abrollbare Gefässe fehlen.“

5) „Das Mark ist meist nicht getüpfelt.“ (?)

Alle diese Charactere seien nicht durchgreifend, aber mindestens einer von ihnen finde sich stets in den Rhizomen. — Ich kann nur die beiden ersten (für die Dicotylen) bestätigen. Gerade die auffälligsten Differenzen hat Chatin, ebenso wie Vaupell, übersehen.

Auf einzelne allgemeingiltige oder doch häufige (zum Teil vermeintliche) Charactere der Rhizome wurde gelegentlich aufmerksam gemacht von Naegeli, Russow, Reinke, Schwendener, Falkenberg und De Bary.

1) „Sur les caractères anatomiques des Rhizomes.“ Bulletin de la société botanique de France, tome V, 1858. — Citirt nach Constantin, mir war die Arbeit nicht zugänglich.

Eine specielle Frage wurde von Hohnfeld<sup>1)</sup> ausführlich untersucht und erledigt. (Auf die Angaben aller dieser Forscher soll weiter unten, im allgemeinen Teil dieser Abhandlung, näher eingegangen werden). Im Zusammenhange wurde aber die Anatomie der Rhizome von 1858 bis auf die neueste Zeit nicht mehr bearbeitet.

Erst im vorigen Jahr erschien eine ausführliche Abhandlung von Constantin<sup>2)</sup>, worin derselbe, als Resultat mehr oder weniger eingehender Untersuchung und Vergleichung der Stengel<sup>3)</sup> und Rhizome von 124 Species aus 33 Familien, folgende anatomische Charactere der Rhizome statuirt<sup>4)</sup>:

1) „Die Epidermis, wenn sie erhalten bleibt, verändert sich; es verkorkt zunächst ihre Aussenwand, erst später die seitlichen und inneren Wände.“

2) „Die Rinde nimmt zu, bald durch Grössenzunahme der Zellen, bald durch Vermehrung ihrer Zahl.“

3) „Das Collenchym nimmt entweder ab oder verschwindet.“

4) „Es wird meist früh eine Korksicht gebildet, sie entsteht bald in der Epidermis, bald im Rindenparenchym, bald in der Schutzscheide, bald im Bast.“

5) „Der Sclerenchymring, der im oberirdischen Stamm häufig vorhanden ist, verschwindet im unterirdischen Stamm, oder die Sclerenchymfasern nehmen an Zahl ab.“

1) „Ueber das Vorkommen und die Verteilung der Spaltöffnungen an unterirdischen Pflanzenteilen“, Inaugural-Dissertation, Königsberg, 1880.

2) Constantin, „Etude comparée des tiges aériennes et souterraines des Dicotylédones“, Doctor-Dissertation, Paris, 1883, — auch in den Annales des sciences naturelles abgedruckt.

3) Ich benutze diesen Ausdruck der Kürze halber statt des genaueren „oberirdischer Teil des Stammes.“

4) l. c. pag. 165 (der Dissertation).

6) „Wo im oberirdischen Stamm die Gefässbündel geschlossen sind, sind sie im unterirdischen Stamm offen.“

7) „Die Productivität des Cambiums ist sehr wechselnd, aber die Verholzung in dem Stranggewebe ist fast immer unregelmässig.“

8) „Das Verhältniss des Marks zur Rinde ist geringer als im oberirdischen Stamm.“

9) „Die Reservestoffe, namentlich die Stärke, sind im unterirdischen Stamm reichlicher.“

10) „Die vorspringenden Kanten der oberirdischen Stämme haben die Tendenz zu verschwinden.“

Constantin suchte auch zu entscheiden, inwiefern diese Charactere als unmittelbare Anpassungserscheinungen an die unterirdische Lebensweise aufzufassen sind. Zu dem Zwecke liess er von einer Reihe von Pflanzen einige Exemplare über, andere unter der Erde wachsen; es ergab sich, dass der Aufenthalt unter der Erde folgende Veränderungen bewirkt <sup>1)</sup>:

1) „Die starke Entwicklung der schützenden Gewebe (verkorkte Epidermis, Kork).“

2) „Die Abnahme oder das Verschwinden der mechanisch wirksamen Gewebe.“

3) „Die starke Entwicklung der Rinde, und die relative Abnahme des Marks.“

4) „Die schwache Verholzung.“

5) „Die Production von Reservestoffen.“

Constantin hat manche bis dahin übersehene Charactere der Rhizome zu Tage gefördert, und die Fehler Vaupells und Chatins vermieden. Er hat somit die Frage bedeutend gefördert, aber entgiltig gelöst hat er sie nicht.

1) l. c. pag. 166.

Erstens waren die Monocotylen (von denen die Untersuchung der Rhizome ausgehen sollte, da hier der charakteristische Bau derselben viel schärfer als bei den Dicotylen hervortritt) und von den Dicotylen alle Bewohner feuchter Standorte von seinen Untersuchungen ausgeschlossen. Ferner hat er meist alte Rhizome untersucht, also 1-jährige oberirdische mit mehrjährigen, oder doch beträchtlich älteren unterirdischen Stämmen verglichen; es ist einleuchtend, dass die Analogien und Differenzen des Baues da nicht immer klar hervortreten können. Endlich hat er gar nicht den Versuch gemacht, die schon primär vorhandenen Differenzen von den erst secundär hinzukommenden zu trennen, während doch die genaue Kenntniss des primären Baues eine unentbehrliche Vorbedingung zur richtigen Beurteilung der secundären Veränderungen ist, und die Erforschung dieser von jener auszugehen hat; auch können manche Verhältnisse, wie Zahl, Anordnung und Bau der Leitstränge, Fehlen oder Vorhandensein isolirter Phloëmstränge, desgleichen der Schutzscheiden, Beschaffenheit der Epidermis, Dicke der Rinde etc., oft nur im primären Zustande studirt werden, zumal an Rhizomen, — Verhältnisse, welche von Constantin zum Teil gar nicht berücksichtigt wurden. Auch ist die Kenntniss des primären Zustandes der Dicotylen schon um des Vergleiches mit den Monocotylen willen von Wichtigkeit.

Man sieht also, dass die Frage nach den Differenzen im Bau der ober- und unterirdischen Stämme durch die bisherigen Untersuchungen noch durchaus nicht erschöpft ist. Die vorhandenen Lücken auszufüllen, unternahm ich die vorliegende Arbeit. Doch muss ich von vornherein bemerken, dass ich hinter dem vorgesteckten Ziele weit zurückgeblieben bin, und nur einen geringen Beitrag zur Lösung dieser wichtigen Frage beibringen kann; hauptsächlich des-

halb, weil ich nur wenig Zeit (Juni bis September 1884) zur Verfügung hatte. Infolge dessen habe ich nur eine geringe Zahl von Pflanzen untersuchen können, welche die Mannigfaltigkeit der Erscheinungen sicherlich nicht erschöpft. Knollen- und Zwiebelgewächse habe ich von der Untersuchung ausgeschlossen, und von unterirdischen Stämmen nur Rhizome, vorwiegend solche mit gestreckten Internodien, berücksichtigt. Diese sind den Stengeln am ehesten vergleichbar, und es ist zu erwarten, dass in ihrem Bau der Einfluss der Lebensweise, am wenigsten verdeckt durch hereditäre Charactere, am deutlichsten sich kundgeben wird. — Die Morphologie der äusseren Gliederung, — Grössenverhältnisse der Internodien, Verzweigung, Bewurzelung, Stellung und Grösse der Blätter — habe ich unberücksichtigt gelassen. Die vergleichende Untersuchung dieser Verhältnisse bildet eine Aufgabe, die noch zu lösen ist, und zwar eine so umfangreiche, dass es geraten erscheint, sie gesondert in Angriff zu nehmen. Es sind vielfache und interessante Beziehungen zwischen den Differenzen des inneren Baues und der äusseren Gliederung zu erwarten, Beziehungen, die vielleicht auf manchen dunklen Punkt Licht werfen werden, — aber diese Beziehungen zu erforschen, wird erst dann möglich sein, wenn jede der beiden Differenzenreihen für sich genügend bekannt sein wird.

Was speciell die Dicotylen anbetrifft, so habe ich mich auf die Untersuchung des primären Zustandes beschränken müssen, namentlich deshalb, weil der secundäre Dickenzuwachs der krautigen Dicotylen noch so gut wie gar nicht untersucht ist; man kann aber nur bekannte Dinge mit einander vergleichen, wenn der Vergleich nicht oberflächlich, und wenn seine Resultate zuverlässig sein sollen. — Dass auch abgesehen hiervon die Dicotylen im allgemeinen

stiefmütterlicher behandelt sind, als die Monocotylen, hat folgende Gründe. Erstens ist die Zahl der zu diesen Untersuchungen geeigneten Dicotylen überhaupt nicht gross — (es sind das diejenigen, welche unterirdische Ausläufer treiben; nur diese sind, weil von annähernd gleichem Alter, mit den Stengeln direct vergleichbar), — und diese wenigen sind nicht immer in dem gewünschten Entwicklungsstadium zu finden. Sodann wird die Untersuchung der meisten Dicotylen durch verschiedene Umstände sehr erschwert, wie Kleinelligkeit der Gewebe, primäre Verschiedenheiten im Bau successiver Internodien, die Unmöglichkeit, eine scharfe Grenze zwischen primärem und secundärem Zustande zu ziehen, u. a. m.

Ich habe mir, wie der Chemiker bei einer Analyse, ein doppeltes Ziel gesteckt, — nämlich nicht nur nachzuweisen, welche constanten oder nahezu constanten Differenzen sich finden, sondern auch zu zeigen, dass ausser den aufgefundenen keine weiteren vorhanden sind; ich war also bestrebt, auch die variablen Differenzen aufzufinden, und den Grad ihrer Variabilität festzustellen. Zu dem Zwecke habe ich 25 Pflanzen möglichst eingehend untersucht, und im zweiten Teil dieser Abhandlung ausführlich beschrieben (natürlich mit Weglassung alles dessen, was für die vorliegende Frage belanglos ist). Wenn es mir auch sicherlich nicht gelungen ist, alle vorhandenen Differenzen zu bemerken, so geht doch aus den Einzelbeschreibungen deutlich hervor, dass in einer Reihe von Beziehungen, in denen ich keine constanten Differenzen gefunden habe, solche überhaupt nicht gefunden werden können. — Zugleich soll in dem zweiten Teil dem Leser Gelegenheit geboten werden, an einer Reihe von Beispielen sich ein zusammenhängendes Bild von der Gesamtheit der Differenzen zu entwerfen, welche zwischen Stengeln und Rhizomen statthaben können.

## Erster Teil.

### Einige allgemeine Betrachtungen histologischen Inhalts.

Ich will zunächst versuchen, eine **Einteilung der Gewebe vom morphologisch-anatomischen Standpunct** <sup>1)</sup> durchzuführen. Es bieten sich zweierlei Merkmale dar, die zu einer solchen benutzt werden können, — entwickelungsgeschichtliche (histogenetische) und histologische. Wenn wir bedenken, dass der fertige Zustand nur eine Phase der Entwicklung ist, dass gerade in dieser Phase die Einsicht in die morphologischen Verhältnisse der Gewebe vielfach

1) Ich bin der Ansicht, dass die morphologisch-anatomische Anschauungsweise der physiologisch-anatomischen gleichberechtigt ist, dass nur durch das Zusammenwirken dieser beiden Forschungsmethoden ein solider Fortschritt möglich ist, und eine einseitige, unbefriedigende Ausbildung der Histologie vermieden werden kann. Die Vertreter der physiologisch-anatomischen Richtung dagegen, namentlich **Haberlandt**, gestehen der morphologisch-anatomischen Methode gar keine Existenzberechtigung zu; sie führen zwar entwickelungsgeschichtliche Untersuchungen aus, aber hauptsächlich zu dem Zweck, um deren Wertlosigkeit zu demonstrieren. — Auf eine nähere Betrachtung dieser Frage will ich indessen jetzt nicht eingehen, wie ich auch überhaupt auf eine eingehende Begründung meiner Anschauungen und die damit verbundene Kritik der zahlreichen abweichenden Meinungen vorläufig noch verzichten und an die Nachsicht meiner Kritiker appelliren muss. Dass diese „Betrachtungen“ in ihrer unfertigen Form hier überhaupt einen Platz finden, geschieht blos deshalb, damit ich mich bei meinem eigentlichen Thema nicht in Vorstellungen und Ausdrücken bewegen müsse, die ich zum Teil für ungenügend oder falsch halten muss. — Die hier dargelegten Ansichten stützen sich nur zum geringsten Teil auf eigene Untersuchungen, vorwiegend dagegen auf die Werke von **Naegeli**, **Sanio**, **Russow**, **Schwendener**, **Schmitz**, **Haberlandt**, und Anderen.

durch Anpassung derselben an verschiedene Functionen erschwert wird, — dass andererseits der sogenannte fertige Zustand genau genommen durchaus nicht immer fertig ist, sondern während desselben vieles noch in Veränderung begriffen ist, — so werden wir die histogenetische Betrachtungsweise als die umfassendere, vielseitigere anerkennen und derselben den Vorrang bei der Einteilung der Gewebe einräumen müssen; die Hauptgruppen der Gewebe müssen also nach histogenetischen Merkmalen aufgestellt werden. Zur weiteren Einteilung müssen nun allerdings histologische Merkmale herangezogen werden, aber mit kritischer Auswahl. Wir dürfen keine Merkmale wählen, welche nach vollendeter Ausbildung der Gewebe noch der Veränderung unterliegen, wie Zellinhalt, Dicke, physikalische und chemische Beschaffenheit der Membran, — dagegen können wir die Sculptur der Membran verwenden. Mit Hilfe von Merkmalen, die von der Entwicklungsgeschichte und von der Wandsculptur hergenommen sind, lassen sich die wenigen Hauptabteilungen der Gewebe (soweit sie genau genug bekannt sind) in ausreichend scharfer und zugleich natürlicher Weise characterisiren. Erweisen sich aber noch andere Merkmale in einer Gewebeabteilung als ganz oder nahezu constant, so gewinnt dieselbe dadurch an Natürlichkeit, und die betreffenden Merkmale können mit zu ihrer Characteristik verwandt werden.

Entschieden zu verwerfen sind dagegen topographische Merkmale. Wenn zwei Gewebeformen auch noch so constant an einander gebunden sind, wenn sie aber nicht die wesentlichen Charactere gemein haben, so müssen sie getrennt werden; stimmen dagegen zwei Gewebecomplexe in den wesentlichen Characteren überein, so müssen sie vereinigt werden, möge ihre topographische Lage auch noch

so verschieden sein. Die Frage, wo etwas liegt, darf bei der morphologischen Einteilung der Gewebe nicht die mindeste Rolle spielen; sie nur aufzuwerfen, heisst schon physiologisch-anatomische Gesichtspunkte hineinbringen. Gegen diesen, eigentlich selbstverständlichen Grundsatz ist sehr viel gesündigt worden. Von den schlimmsten Consequenzen war es, dass man die Topographie auch in die Entwicklungsgeschichte hineinbrachte: eine mit der topographischen verquickte histogenetische Betrachtung konnte natürlich keine einheitlichen, befriedigenden Resultate ergeben, und dies hat wol wesentlich dazu beigetragen, die histogenetische Methode überhaupt bei Vielen in Misscredit zu bringen. — Es muss streng daran festgehalten werden: wo etwas entsteht, ist völlig gleichgiltig; nur darauf, wie es entsteht, kommt es an. Nur eine solche Fragestellung kann ich als zielbewusst und consequent anerkennen, und sie ist es dem entsprechend auch allein, deren Resultate die eminente Bedeutung der Entwicklungsgeschichte für die naturgemässe Einteilung der Gewebe in ihrer vollen Klarheit hervortreten lassen.

Noch muss betont werden, dass das Vorkommen von Uebergängen zwischen zwei Gewebeformen kein Grund gegen ihre scharfe Trennung ist. Wird dieser Satz nicht anerkannt, so muss von jeder Einteilung der Naturgegenstände abgesehen werden. Denn die Natur kennt keine scharfen Grenzen, stets sind in ihr die Extreme durch Uebergänge verbunden. Eine brauchbare Einteilung aber, wenn sie den einen ihrer Hauptzwecke, nämlich zur gegenseitigen Verständigung zu dienen, erfüllen soll, muss scharf definirbare Abteilungen aufstellen. Definitionen sind aber nicht in der Natur gegeben, sondern beruhen auf Abstractionen, sind somit ihrem Wesen nach künstlich, und treten

notwendigerweise mit der Natur in Collision. Die beste Einteilung ist diejenige, welche bei möglichst scharfen Definitionen der Abteilungen möglichst wenig unnatürlich ist.

Nachdem wir so die Principien der morphologisch-anatomischen Einteilung festgestellt haben, gehen wir zu der Anwendung derselben über.

Ob das Scheitelwachstum einer Gefässpflanze durch die Teilungen einer oder mehrerer Scheitelzellen, mehrerer „Initialen,“ oder einer homogenen Gruppe ganz gleichwertiger Zellen vor sich geht, ist für unsere Zwecke belanglos; das Resultat ist in allen Fällen zunächst die Bildung eines Urmeristems, welches entweder ganz gleichförmig ist, oder nur geringfügige, unwesentliche Differenzirungen zeigt (Dermatogen, Periblem, Plerom), und in welchem Teilungen nach allen Richtungen des Raumes in nahezu gleicher Häufigkeit stattfinden. Die erste wesentliche Differenzirung kommt nun dadurch zu Stande, dass an gewissen Stellen die Querteilungen ausbleiben (ob ganz?) und dafür Längsteilungen viel häufiger stattfinden als im übrigen Urmeristem. Es bildet sich so ein Meristem, das aus langgestreckten, engen Zellen besteht, — dieses bezeichne ich mit Russow als Desmogen. Es differenzirt sich nicht alles Desmogen gleichzeitig; oft entsteht es aus schon in Dauergewebe übergegangenen Zellen, immer aber auf die nämliche Weise. Die Definition desselben lautet also folgendermaassen:

Das Desmogen ist ein Meristem, das ausschliesslich (oder vorwiegend?) durch Längsteilungen gebildet wird.

Die erste und fundamentale Differenzirung ist somit diejenige in Desmogen und das übrige, direct aus dem Urmeristem entstehende Meristem; hierauf basiren wir die

Unterscheidung der beiden grossen Gewebesysteme, des Grundgewebes (Bythoms) und des Stranggewebes (Desmoms). Die Definitionen beider lauten folgendermaassen:

Stranggewebe ist alles desmogene Gewebe.

Grundgewebe ist alles nicht desmogene Gewebe.

Das Bythom lässt sich nicht weiter in scharf characterisirbare Abteilungen trennen. Das Desmom hingegen zerfällt in 4 Abteilungen: Epenparenchym (Epen), Inom, Tracheom und Dictyom.

1) Das Epenparenchym <sup>1)</sup> (abgekürzt Epen) ist ein mittelbar, durch Querteilung der Desmogenzellen,

1) Die gebräuchliche Fassung der Begriffe Parenchym und Prosenchym ist eine durchaus unbefriedigende. Die horizontale oder schräge Stellung der Querwände ist ein willkürlich herausgegriffenes Merkmal, und der Zufall wollte, dass es ein ganz nebensächliches ist, wie die Erfahrung auf Schritt und Tritt zeigt. Eine Sclerenchymfaser, eine Siebröhre, eine isodiametrische Bythomzelle als Prosenchym zusammenzufassen, weil sie schräg gestutzte oder dachförmig zugeschärfte Enden haben, dieselben Elemente aber, wenn sie horizontale Querwände haben, als Parenchym zu vereinigen, und zwei derartige Complexe einander gegenüberzustellen, ist höchst widernatürlich. Zählt man aber nur die zugleich langgestreckten Elemente zum Prosenchym, alles übrige zum Parenchym, oder characterisirt letzteres überdies noch als dünnwandig und unverholzt, so hören die beiden Begriffe auf, coordinirt zu sein, ohne dass ihre Unnatürlichkeit gehoben wäre. — Ich möchte daher eine Aenderung der zu diesen Namen gehörigen Begriffe, und folgende Definitionen vorschlagen: Parenchym sind (vor der Streckung des betr. Gliedes) annähernd isodiametrische Zellen. Prosenchym sind (schon vor der Streckung des betr. Gliedes) langgestreckte Zellen.

Zusatz. Erst nachträglich habe ich mich überzeugt, dass bereits Nägeli (Beiträge zur wissensch. Botanik, Heft I, pag. 2) diese beiden Begriffe in im wesentlichen derselben Weise definiert hat, ohne dass jedoch seine Definitionen Geltung behalten hätten. — Auch Nägelis Einteilung der Gewebe in Proten und Epen (l. c. pag. 4) ist identisch mit der meinigen in Bythom und Desmom.

aus dem Desmogen hervorgegangenes Gewebe. Der eigentümliche Teilungsprocess, dem das Desmogen seine Entstehung verdankt, wird durch den entgegengesetzten Vorgang nachträglich gewissermaassen aufgehoben oder ausgeglichen, und es kommt ein Gewebe zu Stande, das sich in dem fertigen Zustande von dem Grundgewebe nicht oder wenig unterscheidet.

Die drei übrigen Abteilungen des Desmoms entstehen unmittelbar, nur durch Veränderung der Membran und des Zellinhalts, aus dem Desmogen; sie können als prosenchymatisches Desmom dem Epenparenchym gegenübergestellt werden.

2) Das Inom (von ἴς, ἰρός, Pflanzenfaser, also Fasergewebe) ist ein desmogenes Gewebe mit nicht oder einfach getüpfelten Zellwänden <sup>1)</sup>. Diese Abteilung zerfällt nach der Dicke, der physikalischen und chemischen Beschaffenheit der Membran in mehrere Gewebeformen, die scharf zu trennen unnatürlich ist, da ihre Merkmale nicht beständig sind, sondern die verschiedenen Formen sich in einander verwandeln können. Es empfiehlt sich aber aus practischen Gründen, die häufig vorkommenden extremen Formen mit besonderen Namen zu belegen.

1) Von Haberlandt wird für einen Teil des Inoms (das Sclerenchym) die simultane Ausbildung für characteristisch ausgegeben. Indessen sind bereits mehrere Fälle succedaner Ausbildung desselben bekannt geworden, so nach Ambronn (Pringsh. Jahrb. Bd. XII. pag. 502 ff.) bei *Clematis vitalba*, *Aristolochia clematilis* und einigen *Cucurbitaceen*, denen ich das Rhizom von *Trientalis europaea* hinzufügen kann. Die succedane Ausbildung der Sclerenchymringe dürfte wol eine verbreitete Erscheinung sein. — Auch die von Haberlandt behauptete Entstehung des Sclerenchyms aus Collenchym ist jedenfalls nicht ausnahmslos, im Rhizem von *Trientalis*, bei *Mercurialis*, u. a. entsteht dasselbe nach meinen Beobachtungen direct aus Hapalom.

Hapalom (von *ἀπαλός*, zart, saftig) ist dünnwandiges, unverholztes Inom.

Collenchym <sup>1)</sup> ist unverholztes Inom mit blos in den Kanten verdickten Wänden.

Sclerenchym <sup>1)</sup> ist mehr oder weniger dickwandiges und verholztes Inom.

Es ist nötig, sich bewusst zu bleiben, dass dies keine Einteilung des Inoms ist, (denn diese drei Gewebeformen machen zusammen nur einen Teil desselben aus), und dass diese drei Gewebeformen nur durch nebensächliche Merkmale und nur graduell sich unterscheiden, in den wesentlichen morphologisch-anatomischen Merkmalen aber völlig übereinstimmen.

3) Das Tracheom ist ein desmogenes Gewebe mit (im weiteren Sinne) behöft getüpfelten Wänden. (Das gemeinsame der Wandsculptur bei den verschiedenen Formen des Tracheoms lässt sich in Worten

**n**icht leicht ausdrücken; es wird am besten verdeutlicht durch die nebenstehende Zeichnung, welche einen schematischen Längsschnitt durch eine Gefässwand darstellt; sie gilt im wesentlichen sowol für Ring- und Schraubengefässe (vor der Streckung), wie für die eigentlichen Tüpfelgefässe.) — Die Elemente des Tracheoms führen den Namen Gefässe <sup>2)</sup>. Die verschiedenen Arten

1) Von dem echten Sclerenchym und Collenchym ist sclerenchym- und collenchym-ähnlich verdicktes Parenchym wol zu unterscheiden.

2) Ich halte es für zweckmässig, dem Ausdruck Gefäss diese allgemeinere Bedeutung zu geben, und innerhalb dieses Begriffes Tracheen und Tracheiden zu unterscheiden. Ein solcher, beide Formen zusammenfassender Ausdruck ist bei der anatomischen Einzelbeschreibung, wo es meist auf das Vorhandensein oder Fehlen der Perforation nicht ankommt, ganz unentbehrlich. Auch aus sprachlichen Gründen empfiehlt sich die vorgeschlagene Terminologie mehr, als die Gegen-

der Gefässe sind viel weniger verschieden, als es auf den ersten Blick scheint. Die unverdickten Membranteile eines Ringgefässes sind nichts anderes als ringförmige Hoftüpfel, diejenigen eines Spiralgefässes — spirallige Hoftüpfel. Denken wir uns in einem Gefäss zwei Spiralleisten in entgegengesetztem Sinne verlaufend, und die dadurch entstehenden 4-eckigen Räume an den Ecken abgerundet, so haben wir typische runde Hoftüpfel. Es sei hier auch auf die Mittelformen zwischen Schrauben- und Tüpfelgefässen (Sanio, Bot. Ztg. 1863, pag. 125) hingewiesen.

Die Ring- und Schraubengefässe kann man als abrollbare Gefässe zusammenfassen und den Tüpfelgefässen im engeren Sinne gegenüberstellen. Die Netz- und Schraubennetzgefässe bilden Uebergänge zwischen diesen beiden Gruppen.

Das Tracheom ist eine sehr natürliche Gewebeabteilung, denn ausser den in der Definition genannten ist es noch durch folgende Merkmale ausnahmslos (aber nicht ausschliesslich) ausgezeichnet: Die succedane Ausbildung, die Verholzung der verdickten Membranpartien, das Fehlen des lebenden Zellinhalts.

4) Das Dictyom (von *δίκτυον*, der durchlöcherter Boden eines Siebes) ist ein desmogenes Gewebe, dessen Zellwände offene Perforationen haben, welche durch Resorption der Membran entstehen (im Gegensatz zu den, wol bei allen lebenden Zellen vorkommenden, feinen Perforationen der Tüpfelschliesshäute, welche wahrscheinlich ursprünglich da sind, indem die Membran schon perforirt angelegt wird). Die Elemente

überstellung von „Gefäss“ und „Tracheide.“ — Nebenbei erzielt man auch den Vorteil, dass der alte bequeme und so wie so unausrottbare Ausdruck „Gefässkryptogamen“ wieder berechtigt wird.

des Dictyoms heissen Siebröhren. — Die angegebene Entstehung der Perforationen ist zwar nur für die Siebplatten weniger Pflanzen constatirt, aber ihre Allgemeingiltigkeit sehr wahrscheinlich. Zweifelhaft ist hingegen die Natur der Siebfelder an den Längswänden, namentlich da, wo die Siebröhren an ihre Tochterzellen, die Geleitzellen, grenzen. Entstehen die Perforationen der Siebfelder ebenfalls durch Resorption der Membran, so gehören die Geleitzellen mit zum Dictyom; sind es dagegen nur die ursprünglichen Perforationen, so gehören die Geleitzellen zum Inom.

Das Dictyom hat ausser den genannten noch folgende Merkmale: die succedane Ausbildung, einen eigentümlichen Zelleninhalt (Eiweiss und Callussubstanz, — so lange die Zellen am Leben sind) und (mit Ausnahmen) die mangelnde Verholzung der Membran.

Bevor ich diesen Abschnitt schliesse, muss ich noch Rechenschaft darüber abgeben, warum ich kein dem Grund- und Stranggewebe coordinirtes System des Hautgewebes anerkenne. Das Hautgewebe in der Sachs'schen Fassung ist lediglich topographisch characterisirt, und besteht aus den heterogensten Dingen. Prüfen wir die Berechtigung dieses Begriffes vom morphologisch-anatomischen Standpunct, so müssen wir zunächst alles Sclerenchym und Collenchym ausscheiden, da diese zum Desmom gehören; desgleichen den Kork, der häufig in den inneren Rindenschichten oder selbst im Bast entsteht, und der mit der Epidermis ausser der functionellen Vertretung derselben garnichts gemein hat; ebenso die subepidermalen Schutzscheiden, die sich von den übrigen Schutzscheiden nur durch ihre Lage unter-

scheiden, und unzweifelhaft entweder zum Bythom oder zum Desmom gehören. Es kommt somit blos die ein- oder mehrschichtige Epidermis in Frage. Sehen wir nunmehr zu, ob die Abtrennung derselben vom Bythom gerechtfertigt ist, zunächst histologisch.

Als histologische Merkmale der Epidermis werden gewöhnlich aufgeführt: die Cuticula, das Vorkommen von Haaren und Spaltöffnungen. Sehen wir davon ab, dass nur solche Merkmale zur Characteristik eines Gewebes verwandt werden dürfen, welche allen Zellen derselben zukommen, also die Anführung der Haare und Spaltöffnungen eigentlich a priori unzulässig ist, so bleibt noch folgendes zu bemerken. Alle drei Merkmale kommen der Epidermis nicht durchgängig zu; Haare und Spaltöffnungen fehlen sehr häufig, auch die Cuticula fehlt den unteren Schichten der mehrschichtigen Epidermis; sie kommen ihr ferner nicht ausschliesslich zu, ausgenommen die Spaltöffnungen. Selbst wenn aber alle diese Merkmale der Epidermis durchgängig und ausschliesslich zukämen, so ist doch kein einziges derselben derart, dass es die Aufstellung der Epidermis auch nur als besondere Abteilung des Bythoms vom morphologisch-anatomischen Standpuncte aus rechtfertigte.

Betrachten wir nun die histogenetischen Verhältnisse, welche zu Gunsten der Sonderstellung der Epidermis angeführt werden können. „Die junge Epidermis unterscheidet sich schon im Vegetationskegel von dem übrigen Urmeristem,“; aber der Unterschied ist so unbedeutend, dass er unmöglich als Basis einer Einteilung dienen kann. — „Die junge Epidermis differenzirt sich schon im Embryo, und überzieht hinfort als ungeteilte Schicht die ganze Pflanze.“ Aber erstens trifft dies für alle Gefässkryptogamen und viele Gymnospermen, sowie für alle nicht embryonalen und

viele embryonale Wurzeln der Phanerogamen nicht zu; ferner ist eine Reihe von Fällen tangentialer Teilung der Epidermis bekannt <sup>1)</sup>; ferner ist jene Differenzirung eine bloss topographische, d. h. die peripherischen Zellen bilden eine regelmässige Schicht, ohne sich aber sonst irgendwie von den übrigen Zellen zu unterscheiden. Endlich sehe ich nicht ein, warum eigentlich der Thatsache, dass eine Zellschicht keine tangentialen Teilungen mehr eingeht, eine so grosse Bedeutung beigelegt wird. Im Stengel von *Drosera rotundifolia* befindet sich zwischen Centralcylinder und Epidermis nur eine Zellschicht, man müsste also consequenter Weise auch diese Zellschicht zu einem besonderen, dem Strang-, Grund- und Hautgewebe coordinirten Gewebesystem stempeln, während eine (mit Ausschluss der Epidermis) 2- oder mehrschichtige Rinde zum Grundgewebe gehört; das wäre doch offenbar widersinnig. — Dass die junge Epidermis im Vegetationspunct ihre besondere Initiale oder Initialen hat (was aus dem vorhergehenden Satz folgt und fast dieselben Ausnahmen erleidet), ist auch nur ein topographisches Merkmal, und berührt nicht die Frage nach dem Wie ihrer Entstehung, denn sie entsteht aus ihren Initialen genau in derselben Weise, wie das Periblem und Plerom aus den ihrigen.

Durch die vorstehenden Auseinandersetzungen glaube ich den Beweis geliefert zu haben, dass die Epidermis morphologisch-anatomisch nichts weiter ist, als die äusserste Zellschicht des Bythoms.

<sup>1)</sup> Man denke an die mehrschichtigen Epidermen, die Haubenbildung mancher Wurzeln, an das epidermale Sclerenchym, an manche Sporangien; auch bei der Entstehung der meisten Haare finden Tangentialteilungen der Epidermiszellen statt.

## Ueber die Desmomstränge.

a) Xylem und Phloëm sind keine morphologisch-anatomischen Einheiten, zudem ist ihre Zusammensetzung variabel, daher ist es unmöglich, eine scharfe Definition dieser Begriffe zu geben; sie sind conventionell. Gewöhnlich bezeichnet man als Xylem eine Combination von Tracheom mit (lebenden Inhalt führendem und höchstens mässig dickwandigem) Inom oder Epen, wenn dieselbe als zusammengehöriges Ganzes erscheint und gegen das umgebende Gewebe wenigstens zum Teil deutlich abgegrenzt ist. Wenn indessen das Tracheom eine zusammenhängende Masse bildet, und von völlig gleichartigem Inom umgeben ist (wie in manchen monocotylen Rhizomen und namentlich den Wurzeln), so ist es nicht gut möglich, einen Teil des letzteren von dem übrigen willkürlich abzutrennen und zum Xylem zu rechnen; man bezeichnet alsdann das Tracheom allein als Xylem. Dasselbe thut man dann, wenn, wie in den zarten Anastomosen und Endigungen der Xylemstränge, eine Gruppe von Tracheomelementen rings von Bythom umgeben ist.

Das Phloëm lässt sich nicht einmal in der Weise characterisiren, wie es für das Xylem soeben geschehen ist, denn wir sind über seine Zusammensetzung noch fast ganz im Dunkeln. Ob die Geleitzellen constant vorhanden sind, ob sie zum Dictyom oder zum Inom gehören, ob ausser ihnen noch andere Elemente im Phloëm vorkommen, wie die verschiedenen Phloëmelemente angeordnet sind, — das alles sind in den meisten Fällen noch offene Fragen. Sicher ist nur, dass das Dictyom den wesentlichen Teil des Phloëms bildet und dass in manchen Fällen auch Inom oder Epen zu demselben gehört. — ersteres bei Gefässkryptogamen,

letzteres im secundären Bast der dicotylen Holzgewächse. Ob jemals das Phloëm bloß aus Dictyom besteht, wie das Xylem bisweilen bloß aus Tracheom, ist fraglich.

Die Inom- und Epelemente des Xylems und Phloëms kann man als Leitzellen zusammenfassen, und als Xylemleitzellen und Phloëmleitzellen unterscheiden.

Xylem und Phloëm bilden entweder isolirte Stränge (Xylemstränge und Phloëmstränge), oder sie sind in der Weise vereintläufig, dass sie zusammen als ein von dem umgebenden Gewebe mehr oder weniger deutlich verschiedenes Ganzes erscheinen (Xylophloëmstränge). Diese drei Arten von Strängen werden zusammengefasst unter dem Namen Mestomstränge oder Leitstränge.

b) Das Inom allein tritt ebenfalls häufig in Form von Strängen auf. Es scheinen nur Collenchym- und Sclerenchymstränge vorzukommen.

c) Mestomstränge und Inomstränge sind häufig in der Weise vereintläufig, dass sie zusammen als ein von dem umgebenden Gewebe mehr oder weniger deutlich verschiedenes Ganzes erscheinen. (Das Inom, welches den mit dem Mestom vereintläufigen Strang bildet, muss natürlich von den Leitzellen des letzteren verschieden sein, sonst würde es mit zum Mestom gerechnet werden). Diese Inomestomstränge können verschieden zusammengesetzt sein, man kann sie als Scleromestom-, Collomestom-, Sclerophloëmstränge etc. unterscheiden. — Dass es erst mit Hilfe der in diesem Aufsätze vorgeschlagenen Terminologie möglich ist, die zahlreichen möglichen Combinationen der Desmomstränge mit kurzen, bequemen und dabei genauen Ausdrücken zu bezeichnen und sie übersichtlich zu gruppiren, betrachte ich als einen wesentlichen Vorzug derselben.

## Ueber die einfachen und zusammengesetzten Leitstränge und die contrahirten Leitstrangsysteme.

Die Leitstränge sind entweder einfache (Xylemstränge und Phloëmstränge) oder zusammengesetzte (Xylophloëmstränge). Die letzteren wiederum sind entweder einfach zusammengesetzt (wenn sie aus einem Phloëm- und einem Xylemteil bestehen), oder mehrfach zusammengesetzt (wenn sie aus 1 Xylem- und 2 Phloëmteilen, oder aus 2 Xylemteilen und 1 Phloëmteil bestehen). — Die Lagerung von Xylem und Phloëm in den einfach zusammengesetzten Leitsträngen ist entweder *collateral*<sup>1)</sup> oder *concentrisch*<sup>2)</sup> (das Phloëm rings vom Xylem umgeben). Die mehrfach zusammengesetzten Leitstränge sind meist *bicollateral* (nur auf die Leitstränge von *Calamus*, *Xanthorrhoea* und *Dioscorea* lässt sich diese Bezeichnung nicht anwenden, es ist aber noch fraglich, ob die Leit-

1) In den collateralen Leitsträngen grenzen Dictyom und Tracheom wol nie unmittelbar an einander, sondern sind durch 1 oder mehrere Schichten Inom getrennt. Meist ist dieses Inom Hapalom, gehört also zu den Leitzellen, in manchen Fällen indessen ist dasselbe typisches Sclerenchym (bei *Orchideen*, *Gramineen*, *Cypereen*), durch welches Xylem und Phloëm vollständig oder unvollständig von einander getrennt werden. Trotzdem empfiehlt es sich, beide zusammen als einen zusammengesetzten Leitstrang aufzufassen, da sie nichtsdestoweniger als zusammengehöriges, gegen das umgebende Gewebe mehr oder weniger deutlich abgegrenztes Ganzes erscheinen.

2) Die sogenannten concentrischen Leitstränge der Gefässkryptogamen, in denen das Xylem vom Phloëm umgeben ist, sind contrahirte Systeme von collateralen, bicollateralen oder einfachen Leitsträngen. — Indessen sehe ich bei der weiteren Betrachtung von den Gefässkryptogamen ab, da dieselben manche Schwierigkeiten bieten, und ich sie nicht aus eigener Anschauung kenne. — Ob die Leitstränge im Rhizom von *Primula auricula*, die markständigen und rindenständigen Leitstränge der *Melastomeen*, und andere als concentrisch bezeichnete Leitstränge nicht ebenfalls Leitstrangsysteme sind, ist mir unbekannt.

stränge der genannten Pflanzen nicht vielmehr einfach zusammengesetzt sind).

Wenn mehrere Leitstränge mit ihren gleichnamigen Teilen verschmelzen, so entsteht ein contrahirtes Leitstrangsystem. Wir müssen unterscheiden, ob die Verschmelzung zwischen einfachen oder zusammengesetzten Leitsträngen stattgefunden hat. Ersteres ist z. B. der Fall in vielen Wurzeln, wo alle Xylemstränge mit einander verschmelzen; wir haben also hier isolirte Phloëmstränge und ein contrahirtes Xylemstrangsystem. — Letzteres ist z. B. der Fall in manchen Rhizomen der Filicineen und Monocotylen; wir haben hier also ein contrahirtes Xylophloëmstrangsystem. In diesem Fall kann die Contraction eine vollständige sein, d. h. es verschmelzen die Phloëmenteile mit einander und die Xylementeile mit einander: so im Rhizom von *Marsilia*, wo eine vollständige Verschmelzung von 5 bicollateralen Leitsträngen stattgefunden hat, so dass ein äusserer und ein innerer Phloëmring und ein mittlerer Xylemring vorhanden ist; — oder die Contraction ist eine unvollständige, wie in manchen unterirdischen Ausläufern von *Triglochin palustris*; hier sind 3 collaterale Leitstränge vorhanden, deren Xylementeile zu einem Dreieck verschmolzen sind, während die Phloëmenteile von einander getrennt bleiben.

Das Kriterium, um zu entscheiden, ob man es mit einem einzelnen Leitstrang, oder mit einem contrahirten Leitstrangsystem zu thun hat, bildet die Zahl der Erstlingsgruppen (Protoxylem- resp. Protophloëmgruppen). Ist in jedem der constituirenden Teile nur eine Erstlingsgruppe vorhanden, so liegt ein einzelner Leitstrang vor; lassen sich dagegen auch nur in einem derselben 2 oder mehr Erstlingsgruppen nachweisen, so liegt ein contrahirtes

Leitstrangsystem vor, — eine Regel, deren Nichtbeachtung bisweilen die Aufstellung sehr sonderbarer Analogieen veranlasst hat.

Von Wichtigkeit für die Anatomie des Leitstranggewebes ist die Ausbildungsrichtung des Xylems und Phloëms, namentlich des ersteren; dieselbe ist bei den Phanerogamen wol immer entweder centrifugal oder centripetal (auf das Centrum des Stammes resp. der Wurzel bezogen).

### Die primäre Anordnung der Gewebe auf dem Querschnitt des Stammes und der Wurzel der Phanerogamen.

1) In der Mehrzahl der Stämme ist ein geschlossener Desmoring vorhanden, welcher sich aus Strängen (Inomestom- oder Mestomsträngen) und Zwischengewebe (Inom) zusammensetzt. Die Stränge stehen in einem bis mehreren regelmässigen oder unregelmässigen Kreisen. In ersterem Falle ist häufig die radiale Breite des Zwischengewebes geringer, als der radiale Durchmesser der Stränge, diese werden dann seitlich durch das Zwischengewebe mit einander verbunden, und ragen innen und aussen über dieses hervor; oder das Zwischengewebe ist breiter, die Stränge ganz in dasselbe eingeschlossen; oder endlich, das Zwischengewebe liegt mehr nach aussen als die Stränge, diese sind ihm von innen angelehnt<sup>1)</sup>. Sind mehrere Kreise von Strängen vorhanden, so lehnt sich häufig der äusserste von aussen, der innerste von innen dem Zwischengewebe an. — oder es sind sämtliche Stränge in das Zwischengewebe eingeschlossen, oder ihm von innen angelehnt.

1) In diesem Falle ist der Ausdruck „Zwischengewebe“ zwar nicht ganz zutreffend, einen besseren gibt es aber bisher nicht.

Es ist auch denkbar (scheint aber bei Phanerogamen nicht vorzukommen), dass der ganze Desmomring blos aus Leitstranggewebe besteht, also ein contrahirtes Leitstrangsystem darstellt, wie das z. B. bei *Marsilia* und anderen Gefässkryptogamen der Fall ist.

Neben dem Desmomring kommen bei vielen Pflanzen, namentlich Monocotylen, noch im Bythom isolirt verlaufende Desmomstränge vor, seltener auch ein subepidermales Desmom- (Inom-) ring.

Das nach innen vom Desmomring gelegene Gewebe heisst Mark, das nach aussen vom Desmomring gelegene heisst Rinde. Mark und Rinde sind somit rein topographische Begriffe; die im Mark isolirt verlaufenden Desmomstränge gehören mit zu demselben, die in der Rinde verlaufenden, sowie das subepidermale Desmom gehören mit zur Rinde.

Es empfiehlt sich, auch für die zwischen Mark und Rinde gelegene Region einen allgemeineren, rein topographischen Begriff einzuführen, nämlich den Begriff „intermediaere Zone“. Als rein topographischer Begriff lässt sich dieselbe nur durch relative Merkmale characterisiren. Wenn ein Desmomring vorhanden ist, so fällt die intermediaere Zone mit demselben zusammen. Wenn nur ein Kreis von isolirten Desmomsträngen vorhanden ist, so denke man sich zwei concentrische Kreise derart gezogen, dass sie die Leitstränge innen resp. aussen tangiren; durch diese beiden Kreise wird das Zwischengewebe der intermediaeren Zone begrenzt, während etwaige Inombelege der Leitstränge, obgleich sie über diese Kreise hervorragten, ebenfalls zu der intermediaeren Zone gehören. — Auch wenn mehr als ein Kreis von isolirten Desmomsträngen vorhanden ist, wird es kaum jemals zweifelhaft sein, welcher von ihnen zur

intermediären Zone zu ziehen ist. Uebrigens gibt es zwei, freilich nicht immer vorhandene Hilfsmittel, um die Lage der intermediaeren Zone mit Sicherheit zu bestimmen: Erstens liegen bei denjenigen Monocotylen, deren Stränge dem Palmentypus folgen, die unteren Enden der Stränge des Centralcylinders in der intermediaeren Zone, — und zweitens findet der Ansatz des Skelettes der Beiwurzeln an das Skelett des Stammes immer in der intermediaeren Zone statt.

Dieser vielleicht überflüssig erscheinende Begriff ist in der descriptiven Anatomie sehr bequem zu verwenden; durch Einführung desselben wird es ermöglicht, auch da von Rinde und Mark zu sprechen, wo beide continuirlich in einander übergehen, man ist nicht gezwungen, je nach dem Vorhandensein oder Fehlen eines Desmomringes eine verschiedene Terminologie bei Beschreibung homologer Dinge anzuwenden, — ein nicht zu unterschätzender Vorteil.

Der Stamm besteht also bei der grossen Mehrzahl der Phanerogamen aus Rinde, intermediaerer Zone, und Mark. Die beiden letzteren bilden zusammen den Centralcylinder.

Die Entwicklung des Desmomringes kann auf zweierlei Art vor sich gehen. Wol in den allermeisten Fällen entstehen in dem Urmeristem zunächst isolirte Desmogenstränge, welche bald früher, bald später durch nachträglich entstehendes Desmogen zu einem geschlossenen Ringe vereinigt werden; aus ersteren entstehen die Stränge, aus letzterem das Zwischengewebe des Desmomringes. — Der zweite Modus scheint nur in seltenen Fällen vorzukommen: es entsteht zuerst ein Desmogenring, und erst nachträglich differenziren sich in ihm Stränge kleinzelligeren Desmogens. — Uebrigens sind die spärlichen über diese Frage vorliegenden Untersuchungen durchaus nicht im Stande, einen

Ueberblick über die Verbreitung dieser beiden Entstehungsmodi zu gewähren.

2) Bei einer Anzahl von Stämmen ist (wenigstens scheinbar) kein Desmomring vorhanden, sondern das Zwischengewebe der intermediären Zone ist parenchymatisch, und unterscheidet sich nicht oder nur unwesentlich vom Bythomparenchym. Ob aber das Zwischengewebe wirklich Bythom, oder ob es Epen ist, — ob in einem früheren Entwicklungsstadium ein Desmogenring vorhanden ist, oder nicht — ob also das Fehlen eines geschlossenen Desmogenringes ein wirkliches, oder ein bloß scheinbares ist, — diese Frage scheint überhaupt nicht aufgeworfen worden zu sein. Nur für einige *Rhipsalideen* geht es aus den Untersuchungen Vöchtings<sup>1)</sup> mit Wahrscheinlichkeit hervor, dass hier das Zwischengewebe der intermediären Zone aus Epenparenchym besteht. Und doch ist es von fundamentaler Bedeutung für die morphologisch-anatomische Auffassung des Baues der Stämme, ob ein Desmomring stets vorhanden ist, oder ob er fehlen kann. Ich halte das ausnahmslose Vorkommen desselben nicht für wahrscheinlich, aber in vielen in diese Abteilung gehörigen Fällen dürfte er wohl vorhanden sein, namentlich vermute ich dies für diejenigen Fälle, wo der Centralcylinder von einer Schutzscheide umgeben ist, wie bei *Menyanthes*.

In den zu den Abteilungen 1) und 2) gehörigen Stämmen sind die Leitstränge meist collateral, seltener bicollateral oder concentrisch. Neben den zusammengesetzten Leitsträngen sind häufig auch einfache (Phloëmstränge) vorhanden. Ausnahmsweise (bei *Trientalis*) sind sämtliche

1) Vöchtling, Morphologie und Anatomie der *Rhipsalideen*. Pringsh. Jahrb. Bd. IX, 1873.

Leitstränge einfach. — Die Ausbildungsrichtung des Xylems ist mit alleiniger Ausnahme der *Cycadeen* centrifugal.

3) In manchen unterirdischen und vielen submersen Stämmen und in den Wurzeln bildet das Desmom einen axilen Cylinder, in dem ebenfalls Leitstranggewebe und Zwischengewebe unterschieden werden<sup>1)</sup>. Es ist somit hier nur Rinde und ein Centralcylinder vorhanden, der ganz aus Desmom besteht, ein Mark fehlt. (Ob indessen das „markähnliche Gewebe“ vieler Wurzeln nicht vielmehr ein wirkliches Mark ist, das ist noch durchaus nicht sicher festgestellt.)

a) Bei den submersen und unterirdischen Stämmen zeigt das Leitstranggewebe das für die Stämme überhaupt normale Verhalten, nur dass es erstens in der Regel zur Bildung contrahirter Leitstrangsysteme kommt, und dass häufig eine Reduction des Mestoms stattfindet, indem das Xylem schwach entwickelt ist oder ganz fehlt. Vielleicht besteht in manchen Fällen der ganze Desmomecylinder nur aus Hapalom.

b) Der axile Cylinder der Wurzeln unterscheidet sich von demjenigen der Stämme durch folgende charakteristische Merkmale. Die Leitstränge sind stets einfach; die Xylem- und Phloëmstränge (oder doch die äusseren Grenzen derselben) liegen in gleichen Entfernungen vom Centrum, und auf alternirenden Radien; die Ausbildungsrichtung beider ist ausnahmslos centripetal. — Die Leitstränge liegen bei den dicken Wurzeln an der Peripherie des Centralcylinders; das Centrum desselben wird, wie erwähnt, häufig

1) Als Desmomecylinder bezeichne ich (im Gegensatz zu Desmomstrang) einen compacten Complex von Desmom dann, wenn derselbe ein ganzes System von Leitsträngen umfasst, also einen Desmomring homolog ist.

von einem „markähnlichen“ Gewebe eingenommen. Bei den dünneren Wurzeln reichen die Xylemstränge bis zum Centrum, und verschmelzen hier mit einander, es ist also ein contrahirtes System von Xylemsträngen vorhanden, während die Phloëmstränge isolirt bleiben. — Auch in den Wurzeln mancher Wasserpflanzen sind die Leitstränge reducirt, oder fehlen vielleicht manchmal ganz.

4) In den Wurzelknollen und Wurzeln einiger *Orchideen* sowie in dem Stamm von *Gunnera*-Arten sind mehrere Desmocyliner vorhanden; bei letzteren sind dieselben ebenso gebaut, wie der axile Desmocyliner der Wasserpflanzen, — bei den ersteren so, wie derjenige der Wurzeln.

### Das Phellem

bildet eine morphologisch-anatomische Einheit von eigentümlicher, schwer zu präcisirender Stellung. Es kann weder zum Bythom, noch zum Desmom als Unterabteilung gezogen werden, ist aber andererseits wiederum diesen beiden Gewebesystemen nicht coordinirt, etwa so, wie die Haare weder eine Unterabteilung der Blätter, Stämme oder Wurzeln, noch auch diesen drei Begriffen coordinirt sind (ein natürlich nur teilweise zutreffender Vergleich). Das wesentliche Merkmal des Phellem ist seine Entstehung durch ausschliesslich tangentialer Teilungen.

### Die nicht phellogenen verkorkten Gewebe, insbesondere die Schutzscheiden.

Die nicht phellogenen verkorkten Gewebe zerfallen in 2 Kategorien, jenachdem die Membranen in ihrer ganzen Dicke mit Korksubstanz imprägnirt sind, — oder den

Bau der Membranen der echten Korkzellen haben, d. h. aus 5 Lamellen bestehen, von denen die beiden nächst-ausseren verkorkt sind. Nur mit dieser letzteren Kategorie will ich mich hier beschäftigen.

Diese Gewebe sind durch die Verkorkung ihrer Membranen und den Mangel der Intercellularen, — also ausschliesslich physiologisch-anatomisch characterisirt. Sie gehören nebst der Epidermis und dem echten Kork zum physiologisch-anatomischen System der schützenden Gewebe. Vermöge ihrer genannten Eigenschaften sind sie befähigt, wenn peripherisch gelegen, die Pflanze gegen verschiedene schädliche äussere Einflüsse zu schützen und die Transpiration herabzusetzen, — wenn im Innern der Pflanze gelegen, den Stoffaustausch zwischen den durch sie getrennten Geweben zu reguliren und die Stoffwanderung in bestimmte Bahnen zu lenken.

Einen mehr oder weniger regelmässigen, einschichtigen Ring nicht phellogener, verkorkter Zellen (auch wenn derselbe unterbrochen ist) bezeichnet man als Schutzscheide; die Schutzscheiden unterscheiden sich also bloss topographisch von dem übrigen nicht phellogenen verkorkten Gewebe.

Typische Schutzscheiden. Da die Hauptfunction der typischen Schutzscheiden höchst wahrscheinlich darin besteht, die Diffusion zu verhindern oder doch herabzusetzen<sup>1)</sup>, so müssen die Zellen derselben ringsum ver-

1) Schwendener sieht zwar die Hauptfunction der Schutzscheiden in der mechanischen Wirksamkeit der verkorkten Membranen; doch ist seine Beweisführung nichts weniger als überzeugend, und seine Behauptung scheint mir mit den Principien der physiologisch-anatomischen Anschauungsweise in Widerspruch zu stehen. Ich läugne übrigens durchaus nicht die mechanische Bedeutung der Schutzscheiden.

korkt sein. Aber die Verkorkung ist nicht ringsum gleichmässig, sondern die Radialwände <sup>1)</sup> und Querwände, oder ein Streifen derselben, der im Querschnitt als der sogenannte Casparysche Punct erscheint, ist stärker verkorkt als die tangentialen Wände. Dieser Casparysche Punct, welcher wol keiner Schutzscheidezelle fehlt, ist entweder unmittelbar mehr oder weniger deutlich zu sehen, oder er wird durch geeignete Einwirkung concentrirter Schwefelsäure sichtbar gemacht. Die stärkere Verkorkung des demselben entsprechenden Membranstreifens dürfte darauf beruhen, dass hier nicht bloß die Suberinlamellen, sondern auch die zwischen ihnen gelegene mittlere Lamelle verkorkt ist <sup>2)</sup>. Die Zweckmässigkeit einer solchen Einrichtung ist einleuchtend: wäre die mittlere Lamelle nicht verkorkt, so könnte die Diffusion durch dieselbe, zwischen den Schutzscheidezellen hindurch, vor sich gehen; durch die Verkorkung eines Streifens dieser Lamelle wird auch dieser Weg abgeschnitten. — Durch diese Annahme wird es erklärlich, warum die Schutzscheiden auch nach Behandlung mit concentrirter Schwefelsäure nicht in die einzelnen Zellen zerfallen, was stattfinden müsste, wenn die Suberinlamellen durch eine unverkorkte Lamelle völlig getrennt wären. Ferner wird es auch erklärlich, warum der Casparysche Streifen <sup>3)</sup> immer zuerst verkorkt, und zuerst verkorken muss. Sind nämlich die Suberinlamellen einmal verkorkt, so ist die mittlere Lamelle aus der Wirkungs-

auch der dünnwandigen, aber ich kann in derselben nur eine unwesentliche Nebenfunction sehen.

1) Radial und tangential in Bezug auf das Centrum des von der Schutzscheide umschlossenen Gewebes.

2) Bei denjenigen Korkzellen, welche ebenfalls den Casparyschen Punct zeigen, ist diese Erklärung nachgewiesenermaßen zutreffend.

3) So will ich den verkorkten Streifen der Kürze halber nennen.

sphaere des Protoplasmas der Zellen, zu denen die Membran gehört, ausgeschlossen, und eine chemische Veränderung ihrer Cellulose, resp. eine Einlagerung von Suberin in dieselbe, ist nicht mehr möglich. Soll daher die mittlere Lamelle überhaupt verkorken, so muss dies stattfinden, so lange die übrige Membran ihre Permeabilität noch nicht eingebüsst hat. — Die Suberinlamellen selbst dürften wol ringsum gleichzeitig, und ringsum gleich stark verkorken. Je stärker sie verkorkt sind, desto geringer ist die Differenz zwischen dem Casparyschen Streifen und der übrigen Membran, desto geringer auch die Wellung, welche durch das Anschneiden der Zellen hervorgerufen wird, desto undeutlicher der Casparysche Punct. Ist daher die Zelle ringsum stark verkorkt, so ist der Casparysche Punct nur sehr schwer zu sehen. Sind aber die Suberinlamellen nur schwach verkorkt, so tritt derselbe deutlich hervor, am deutlichsten natürlich in jungen Zuständen, wo noch gar keine Suberinlamellen vorhanden sind.

Es fiel mir auf, dass im Gegensatz zu meinen Erfahrungen, nach denen die Schutzscheiden ganz allgemein verbreitete Gebilde sind, in der anatomischen Literatur die Angaben über Schutzscheiden in Stämmen (namentlich bei Dicotylen, wo dieselben nicht durch eigentümliche Membranverdickungen auffallen), so überaus spärlich sind, und dass von der ringsumgehenden Verkorkung ihrer Zellen nirgends die Rede ist (ausser bei Russow). Daran ist jedenfalls der Casparysche Punct schuld. Man suchte meist nicht nach den Schutzscheiden, sondern fand sie nur zufällig, bei Gelegenheit anderer Untersuchungen, man hat also wol auch nur selten dieselben mit Schwefelsäure behandelt. An frischen Präparaten fallen aber die Schutzscheiden nur durch den Casparyschen Punct in die Augen.

Man hat also den Casparyschen Punct für das wesentliche gehalten, die Verkorkung auch der tangentialen Wände unbeachtet gelassen. So kam es, dass man gerade die stark verkorkten Schutzscheiden fast allgemein übersah, weil in diesen der Casparysche Punct nicht deutlich ist; die schwächer verkorkten wurden beachtet, aber nur der Casparysche Streifen für verkorkt gehalten. — So wurden bis auf Russow die stark ringsum verkorkten Schutzscheiden der Farne übersehen, während man, durch die Verdickungsform irregeleitet, ganz unverkorkte Zellen für dieselben ausgab; auch ist Russow der erste und einzige, welcher eine grössere Zahl von Dicotylen, welche Schutzscheiden haben, aufzählt. Doch behauptet er, dass dieselben bei den Dicotylen häufiger in oberirdischen Stämmen als in Rhizomen vorzukommen scheinen (während tatsächlich das umgekehrte der Fall ist), was sich wol dadurch erklärt, dass in den Rhizomen die Schutzscheiden typischer ausgebildet, stärker verkorkt, also leichter zu übersehen sind.

Rudimentäre Schutzscheiden. Es kommen unzweifelhaft auch Schutzscheiden vor, welche keine Suberinlamellen, sondern nur den Casparyschen Streifen haben. Da diese den wesentlichen Character der Schutzscheiden verloren haben, und die specifische Function derselben nicht ausüben können, so glaube ich nicht zu irren, wenn ich sie als rückgebildete, rudimentäre Schutzscheiden auffasse. Der Casparysche Streifen, der bei der Ausbildung der Schutzscheiden zuerst verkorkt, bleibt auch bei der Rückbildung derselben am längsten erhalten. — Auf den zu erwartenden Einwand, dass rudimentäre, überflüssig gewordene Bildungen nicht eine so weite Verbreitung zu haben pflegen, wie meine rudimentären Schutz-

scheiden, habe ich zweierlei zu erwidern. Erstens kann schon jetzt behauptet werden, dass die Schutzscheiden mit ringsum verkorkten Zellen viel allgemeiner vorkommen, als die rudimentären, und es dürfte sich bei genauer Untersuchung die Verbreitung letzterer als sehr beschränkt herausstellen. Zweitens möchte ich auf die unthätigen oder fast unthätigen Cambiumstreifen verweisen, die doch wol unzweifelhaft als rudimentär, functionslos, aufzufassen sind, und trotzdem bei einer stattlichen Reihe dicotylar Familien vorkommen.

Betrachten wir nun das topographische Vorkommen der Schutzscheiden in Stamm und Wurzel.

1) Die peripherischen Schutzscheiden. Ich habe 3 Modificationen derselben gefunden. Entweder ist die Epidermis (so im vegetativen Stamm von *Menyanthes trifoliata* und vielleicht in manchen Rhizomen von *Scheuchzeria palustris*), oder die subepidermale Schicht (so wol in allen Wurzeln und in manchen Rhizomen), oder endlich die drittäussere Rindenschicht (so im Rhizom von *Paris quadrifolia*) als Schutzscheide ausgebildet.

2) Schutzscheiden, welche die Grenze zwischen Desmom und Bythom bilden<sup>1)</sup>. Wir müssen hier gemeinsame und Einzelscheiden unterscheiden. Die ersteren bilden entweder die Grenze zwischen Rinde und intermediärer Zone, resp. dem axilen Desmomcylinder, — oder zwischen Mark und intermediärer Zone. Diese beiden Formen der Schutzscheide mögen kurz als Rindenscheide und Markscheide bezeichnet werden<sup>2)</sup>. Die Rindenscheide ist die

1) Auch Fälle wie *Menyanthes* stelle ich mit Vorbehalt hierher (vgl. pag. 32).

2) Diese Namen sind zwar bereits von Naegeli für Gewebe verwandt worden, welche indessen besonderer Namen gar nicht bedürfen; auch sind diese Naegelischen Namen ziemlich ausser Gebrauch gekommen, und daher wieder disponibel geworden.

gewöhnliche, allgemein verbreitete Form der Schutzscheide, die Markscheide hingegen kommt sehr selten vor (bei Phanerogamen ist sie bisher nur von mir in den Rhizomen von *Calamagrostis* und *Luzula* gefunden worden). — Die hierher gehörigen Einzelscheiden sind meist Auszweigungen der Rindenscheide, welche die zu den Blättern abbiegenden Stränge umgeben.

3) Schutzscheiden, welche die Mestomstränge gegen das umgebende Desmom abgrenzen, — kurz Mestomscheiden. Dieselben sind von beschränkter Verbreitung, sie zeichnen namentlich die oberirdischen Teile der *Cypereen* aus. Es sind stets Einzelscheiden, aber von den Einzelscheiden der vorigen Abteilung wohl zu unterscheiden; sie kommen nie mit einer Rindenscheide zusammen vor, und eine Verbindung derselben mit einer Rindenscheide ist überhaupt nicht denkbar.

Es kommen somit, wenn wir von den Schutzscheiden der rindenläufigen Blattspurstränge absehen, in Stamm und Wurzel der Phanerogamen 4 Formen von Schutzscheiden vor: periphere, Rindenscheiden, Markscheiden, Mestomscheiden.

Die morphologisch-anatomische Stellung der Schutzscheiden ist eine verschiedene, sie gehören teils zum Bythom, teils zum Inom. Es scheint eine (jedenfalls nicht ausnahmslose) Regel zu sein, dass die Schutzscheiden mit dünnwandigen Zellen zu ersterem, diejenigen mit dickwandigen Zellen (C- und O-Scheiden) zu letzterem gehören.

## II. Specieller Teil.

### Beschreibung der genauer untersuchten Pflanzen.

Vorbemerkungen. Die hier beschriebenen Species wurden mit wenigen Ausnahmen an mehreren Exemplaren untersucht, um nicht individuelle Abweichungen für spezifische Charaktere zu halten, — eine Vorsicht, die sich als sehr angebracht erwies. — Die Resultate der Messungen sind im Text in Einheiten des Ocularmikrometers angegeben (da es nur auf relative Werte ankommt, so wurde die Umrechnung in Millimetermaass unterlassen). Der Durchmesser des Centralcyinders und die Dicke der Rinde wurden mit Objectiv I und Ocular III, die Lumenweite und Wanddicke der Zellen mit Objectiv V und Ocular III von Seibert gemessen. Die Abkürzungen bedeuten: C. — der Durchmesser des Centralcyinders, R. — die Dicke der Rinde (auf einer Seite), q. — das Verhältniss des ersteren zur letzteren. Die Werte hierfür wurden in folgender Weise bestimmt: jeder Querschnitt wurde in mindestens 2 verschiedenen Richtungen gemessen, die Rinde stets auf beiden Seiten; wenn der Stengel oder das Rhizom in verschiedener Höhe (primär) verschiedenen Bau zeigte, so wurde aus dem unteren, mittleren und oberen Teil desselben je ein Querschnitt gemessen, und aus allen erhaltenen Werten das Mittel genommen. — Wenn im Stengel kein Desmomring vorhanden war, im Rhizom dagegen wohl, so wurde im Stengel bei der Messung die Grenze des Central-

cylinders so angenommen, dass sie derjenigen im Rhizom möglichst genau entsprach, und umgekehrt; bei *Carex chorrorrhiza* wurde im Stengel und Rhizom die äussere Grenze der Leitstränge der intermediären Zone als Grenze des Centralcylinders angenommen.

### A. Monocotylen.

#### 1. *Triticum repens* L.

a) Der Stengel. <sup>1)</sup> <sup>2)</sup> C. 226, R. 10.5, q. 21.5.

Es ist ein schwacher, nur 1—3 Zellschichten dicker Sclerenchymring vorhanden, der durch Sclerenchymrippen mit der Epidermis verbunden ist. Es wechseln ziemlich regelmässig breite und schmale Rippen mit einander ab; während die letzteren durch je einen kleinen Leitstrang mit dem Sclerenchymring in Verbindung stehen, schliessen sich die ersteren unmittelbar an denselben an, und auf gleichen Radien mit ihnen liegt, von innen an den Sclerenchymring angelehnt, je ein grosser Scleromestomstrang. Es sind demnach 2 alternirende Kreise von Strängen vorhanden. Ausserdem liegen einige grosse Scleromestomstränge in der Peripherie des Marks zerstreut. — Die nach innen vom Sclerenchymring gelegenen Leitstränge sind nach dem Gramineentypus <sup>3)</sup> gebaut; sie enthalten mindestens 2 grosse Ringgefässe, oder aber nur eines und eine ziemlich grosse Lacune. Die bedeutend kleineren Leitstränge des äusseren

1) Bei den monocotylen Stengeln mit mehreren Internodien beziehen sich die Beschreibungen auf die mittleren Internodien, bei den *Gramineen* speciell auf den oberen, nicht von der Blattscheide umhüllten Teil derselben.

2) Wo nicht das Gegenteil gesagt, ist der Stengel, ebenso das Rhizom, stielrund.

3) Vgl. Russow, Betrachtungen etc. pag. 35.

Kreises sind auch abweichend gebaut; ihnen fehlen Ringgefässe und Lacune (mit wenigen Ausnahmen) ganz, und alle Elemente sind viel kleiner, als in den grossen Strängen, z. B. beträgt der Durchmesser der beiden seitlichen Gefässe im Durchschnitt hier 7, dort 22.

Die Epidermiszellen sind verholzt, ihre Wände verdickt, zumal die Aussenwand. Die zwischen ihr, den Sclerenchymrippen und dem Sclerenchymring eingeschlossenen Gewebsinseln bestehen aus plasma- und chlorophyllreichem, kleinzelligem, sehr dünnwandigem Parenchym, ohne (senkrecht verlaufende) Interzellularen. — Das Centrum des Marks wird von einem weiten Luftgang eingenommen, dessen Durchmesser  $\frac{2}{3}$  des gesammten Stengeldurchmessers beträgt. Das nicht resorbirte peripherische Markgewebe besteht aus verholzten, inhaltsarmen <sup>1)</sup> Zellen, die an Durchmesser die Chlorophyllzellen der Rinde um das 2- bis 4-fache übertreffen, und die senkrecht verlaufende Interzellularen zwischen sich haben; die Wände derselben sind zwar dünn, aber doch beträchtlich dicker, als diejenigen der Rindenzellen. — Stärke <sup>2)</sup> fehlt im ganzen Stengel.

b) Das Rhizom. C. 129, R. 35.2, q. 3.7.

Die Grenze des Centralcylinders bildet eine Rindenscheide <sup>3)</sup> mit C-förmig verdickten, schwach verholzten <sup>4)</sup>

1) Die Zellen, welche ich als inhaltsarm bezeichne, sind hier, wie auch bei einigen anderen Pflanzen, vielleicht abgestorben, ich habe nicht näher darauf geachtet.

2) Es ist dabei hier, wie überall, von der nur mit Hilfe von Kali nachweisbaren, sowie von der etwa in den Chlorophyllkörnern eingeschlossenen Stärke abgesehen, und nur die durch die gewöhnliche Jodreaction ohne weiteres nachweisbare gemeint.

3) Wo nicht das Gegenteil gesagt, sind die Schutzscheidenzellen bringsum verkorkt und dünnwandig.

4) Als Reagens auf Holzsubstanz wurde Anilinrot und -violett benutzt. Ich will hier die von mir angewandte Modification des Tin-

isolirt. Die zu äusserst gelegenen Stränge sind etwas kleiner als die übrigen, aber nur unbedeutend. — Die grösseren Leitstränge sind nach dem Gramineentypus gebaut, sie enthalten nur 1 Ringgefäss, oder auch gar keins, Lacunen kommen nicht vor. Den kleineren Leitsträngen fehlen die Ringgefässe fast ausnahmslos; ihre Elemente sind zwar kleiner als in den übrigen Strängen, doch sind die Differenzen weit geringer als im Stengel (z. B. beträgt der grösste Durchmesser der grossen Tüpfelgefässe im Durchschnitt: in den grösseren Leitsträngen 23, in den kleineren 18). — Die grossen seitlichen Gefässe sind ungefähr ebenso gross, die Ringgefässe kleiner, die Siebröhren grösser, als im Stengel (Maximum des Durchmessers der Ringgefässe: hier 10, dort 19; desgleichen der Siebröhren: hier 10, dort 7). — In der Rinde verlaufen mehrere kleine, von einer C-scheide umgebene Sclerenchym- und Sclerophloemstränge, welche höchst wahrscheinlich nicht in den Centralcylinder eintreten, sondern ein besonderes, rindenläufiges Strangsystem darstellen.

Die Epidermiszellwände sind verholzt, und zwar ziemlich dick, aber doch dünner als im Stengel (Dicke der Aussenwand hier 3, dort 5). Unter der Epidermis liegen 2-3 Schichten verkorkten, schwach verholzten Sclerenchym. Das Rinden- und das Markparenchym stimmen in Bezug auf Grösse, Wanddicke und Inhalt <sup>1)</sup> der Zellen und auf Intercellularen völlig überein und unterscheiden sich nur dadurch, dass letzteres sehr schwach verholzt ist. Im Centrum des Marks befindet sich ein Luftgang, der nur  $\frac{1}{4}$  des Gesamtdurchmessers des Rhizoms einnimmt. — Stärke fehlt.

1) Dass das Chlorophyll in den Rhizomen fehlt, betrachte ich als selbstverständlich und werde es auch ferner nicht hervorheben.

Zellen. Der Desmomring ist breiter als im Stengel; das Zwischengewebe besteht aus schwach verholzten, und, wie es scheint, auch schwach (in der unmittelbaren Umgebung der Leitstränge stärker) verkorktem <sup>1)</sup> Sclerenchym, welches kleinzelliger und dickwandiger ist als im Stengel (dort Lumenweite 10, Wanddicke 2, hier 5 resp.  $3\frac{1}{2}$ ). Die Leitstränge sind unregelmässig sehr dicht gestellt, so dass trotz der relativen Dünne des Centralcyinders ihre Zahl doch nur wenig kleiner ist als im Stengel (hier 29, dort 36); sie sind dem Sclerenchymring eingesenkt. Einige wenige Scleromestomstränge verlaufen in der Peripherie des Marks

ctionsverfahrens angeben, da sie sich als practisch bewährt hat. Ich löse ein ganz kleines Körnchen des Farbstoffes in einem mittelgrossen Uhrschalchen voll destillirten Wassers (durch Zufügen einiger Tropfen Alkohol oder Erwärmen wird die Lösung beschleunigt), lege die Schnitte hinein und erwärme zum Kochen. Man lernt durch einige Uebung bald, die Dauer des Kochens so zu reguliren, dass die stark verholzten Zellwände sich intensiv tingiren, während die unverholzten ganz farblos bleiben. Man erspart also das langwierige Anziehen des überschüssigen Farbstoffes mittels Glycerin, und hat überdies den Vorteil, dass zugleich die Luft ausgetrieben und die Stärke, welche häufig durch ihre grosse Menge stört, entfernt wird. — Die Intensität der auf diese Weise erzielten Tinction ist kein unmittelbares Kriterium für den Grad der Verholzung, denn sie hängt ab von der Concentration der Lösung, der Dauer des Kochens, und der Dicke des Schnittes; ein solches Kriterium liefert aber der Vergleich mit der Färbung, welche die Gefässe angenommen haben, denn diese scheinen stets gleich stark verholzt zu sein.

1) Als Kriterium für die Verkorkung einer Membran diene nur die Unlöslichkeit derselben in concentrirter Schwefelsäure. Durch Erwärmen mit Kalilauge und Behandeln mit Chromsäure gelang es mir nicht, charakteristische Reactionen zu erzielen, und Schultze'sche Mischung stand mir nicht zur Verfügung. Meist genügt die Schwefelsäure-Reaction vollkommen, um die Verkorkung mit Sicherheit zu erkennen; nur in seltenen Fällen, wie z. B. gerade bei *Triticum*, bleibt man im Zweifel, ob man es mit verkorkten Membranen oder bloß mit stark verholzten Mittellamellen zu thun hat, die ja bisweilen ebenfalls in Schwefelsäure unlöslich sind. Derartige zweifelhafte Fälle werde ich jedesmal ausdrücklich als solche hervorheben.

2. *Calamagrostis epigeios* L.

a) Der Stengel ist rund, mit zahlreichen sehr schwachen Kanten. C. 255, R. 7, q. 36.4.

Der Bau des Stengels stimmt im wesentlichen nahe mit dem von *Triticum repens* überein, es wird daher genügen, die Differenzen hervorzuheben. — Der Sclerenchymring ist stärker, er besteht durchweg aus mehreren Zellschichten. Die Sclerenchymrippen sind sämtlich schmal, sie bilden je eine schwach über die Stengeloberfläche vorspringende Kante, und sind mit dem Sclerenchymring durch je einen kleinen Leitstrang verbunden. Diese alternieren mit den grösseren Strängen des nächstinneren Kreises nicht. — Die Wände der Epidermiszellen sind zwar verholzt, aber nur mässig verdickt.

b) Das Rhizom ist von kreisrundem Querschnitt. C. 127, R. 65.5, q. 1.9.

Der Centralcylinder wird durch eine doppelte Rindenscheide begrenzt. Die Zellen der inneren sind stark C-förmig verdickt, aber nur sehr schwach verholzt, diejenigen der äusseren (welche viel später als die innere sich ausgebildet) nur schwach C-förmig verdickt, stärker verholzt. Nach innen wird die intermediäre Zone durch eine unregelmässig gebuchtete Markscheide begrenzt, welche aus nur sehr schwach C-förmig verdickten, verholzten Zellen besteht. Der zwischen Rinden- und Markscheide liegende Sclerenchymring ist breiter als derjenige des Stengels, das Sclerenchym ist kleinzelliger und dickwandiger als im Stengel (hier: Lumenweite 5, Wanddicke 3, dort 6 resp. 2), aber nur schwach verholzt. Die in den Sclerenchymring eingesenkten Leitstränge liegen in einem unregelmässigen Kreise, nicht besonders gedrängt, daher ist ihre Zahl be-

deutend geringer als im Stengel (hier 19, dort 51). Sie zeigen keinerlei bemerkenswerte Grössendifferenzen. — Die Mehrzahl derselben besteht aus dem Phloëmkörper und nur 2 grossen ovalen Tüpfelgefässen, welche nach aussen vom Phloëm liegen, so dass die beiden Linien, welche ihre Mittelpunkte mit dem Mittelpunkt des Phloëms verbinden, einen stumpfen Winkel mit einander bilden, dessen Spitze markwärts gerichtet ist. Nicht selten ist nur ein grosses Gefäss vorhanden, dann hat es entweder die eben beschriebene seitliche Stellung, oder es liegt auf gleichem Radius mit dem Phloëm, nach aussen von diesem. Seltener schon sind Leitstränge, in denen sich auch nach innen vom Phloëm einige kleine Gefässe befinden; dieselben scheinen ausnahmslos getüpfelt zu sein; eine Lacune fehlt stets. Nur ausnahmsweise finden sich endlich Leitstränge, wo nur auf der Markseite Gefässe vorhanden sind, während die grossen ganz fehlen. — Nach aussen von den grossen Gefässen liegt nicht selten eine kleine Gruppe zartwandiger Zellen, deren Deutung mir zweifelhaft geblieben ist. — Dieser höchst eigentümliche Bau der Leitstränge wird uns erklärlich, wenn wir die allmäligen Veränderungen verfolgen, welche dieselben beim Uebergang vom Stengel zum Rhizom erleiden. Im untersten oberirdischen Internodium zeigt das Xylem die Tendenz, das Phloëm V-förmig zu umfassen, die beiden grossen Gefässe liegen seitlich vom Phloëm, in einigen Strängen sind sie ausserdem in je 2—3 hintereinanderliegende Gefässe geteilt (ein Verhalten, das sich auch in den mittleren Internodien ausnahmsweise findet). In den kurzen, schon unter der Erde befindlichen Internodien des Stengels wird diese Teilung der grossen Gefässe zur Regel, sie geht aber hier noch weiter, so dass bald das Phloëm rings von einem Kranz

grosser Tüpfelgefässe umgeben ist, während gleichzeitig die Ringgefässe schwinden. Die Leitstränge haben also in dieser Region den concentrischen Bau, den wir in vielen Monocotylen-Rhizomen wiederfinden. Weiter nach unten beginnen nun auch die markwärts gelegenen Tüpfelgefässe zu schwinden, bis in dem eigentlichen Rhizom nur noch die 1 oder 2 äussersten übrig geblieben sind. Diese Gefässe sind also nicht den beiden grossen Gefässen des Gramineentypus äquivalent, sondern sozusagen nur Teilen derselben. — Die Gefässe sowol als die Siebröhren sind im Rhizom viel weitleumiger als im Stengel (Maximum des Durchmessers der grossen Gefässe: hier tangential 44, radial 31, — dort 21; desgleichen der Siebröhren hier 10, dort 5).

Die Epidermiszellen sind dickwandig, stark verholzt; ihre Aussenwand ist beträchtlich dicker als im Stengel (ihre Dicke hier 5, dort 2). Rinden- und Markparenchym gleichen sich in jeder Beziehung; beide führen keine Stärke. — Im Centrum des Marks befindet sich ein nur kleiner Luftgang.

Die Rinde des Rhizoms bleibt nur kurze Zeit am Leben; bald verkorken in ihr tangential Zellplatten, wodurch sie abstirbt, sich vom Centralcylinder löst, und nun diesen nur noch als vertrocknete Haut lose umgibt. Die Loslösung erfolgt durch Zerreißen der radialen Wände der äusseren Rindenscheide, sodass von nun an die verdickten Innenwände derselben den Centralcylinder nach aussen abgrenzen. Gleichzeitig stirbt auch das ganze Mark ab, der centrale Luftgang erweitert sich bis an die Markscheide. So ist schon ca. 2 cm hinter dem Vegetationspunct vom Rhizom nur noch die intermediäre Zone erhalten.

### 3. *Glyceria aquatica* L. (*G. spectabilis* M. et K.)

a) Der Stengel ist seitlich zusammengedrückt, abgerundet 2-kantig C. 411, R. 37, q. 11.1.

Die intermediäre Zone besteht aus einem Kreise von Scleromestomsträngen, die seitlich durch einen unregelmässigen hin- und hergebogenen Sclerenchymring von sehr wechselnder Breite (1—5 Zellen) mit einander verbunden werden; dieser Sclerenchymring ist nur im unteren Teil der Internodien vollständig, im oberen dagegen vielfach unterbrochen, und die Lücken sind von weitleumigeren, schwächer verdickten Zellen ausgefüllt, deren Natur (ob Bythom oder Desmom) zweifelhaft ist. — Ferner ist ein Kreis von kleineren, rindenständigen Scleromestomsträngen vorhanden, die sich an den hypodermalen Sclerenchymring anlehnen; ihre Anordnung zeigt keinerlei Beziehung zu den Strängen des inneren Kreises. Ganz vereinzelt finden sich auch in der Rinde und im Mark isolirte Scleromestomstränge. — Die Leitstränge sind nach dem Gramineentypus gebaut: sie enthalten (wenige rindenständige ausgenommen) mindestens ein grosses Ringgefäss, und meist eine Lacune.

Die Zellen der Epidermis sind stark verdickt und verholzt. Unter derselben befindet sich ein mehrschichtiger Ring kleinzelligen Sclerenchymms. Die übrige Rinde besteht aus inhaltsarmem, etwas Stärke führendem Parenchym, mit Intercellularen, welche den Zellen an Grösse ungefähr gleichkommen. Statt des Markes findet sich ein grosser centraler Luftgang, der bis an die Scleromestomstränge reicht; nur zwischen diesen ist noch etwas Markparenchym erhalten, das sich durch seine verholzten Membranen und die Kleinheit seiner Intercellularen vom Rindenparenchym unterscheidet.

b) Das Rhizom ist von kreisrundem Querschnitt. C. 359, R. 64.5, q. 5.6.

Die intermediäre Zone besteht aus mehreren Schichten ziemlich grosszelliges Gewebes mit sehr schwach verdickten und sehr schwach verholzten Wänden (ob Inom?), welchem 2 sehr unregelmässige Kreise von Leitsträngen eingesenkt sind; diese sind von ziemlich wechselnder Grösse, aber die Extreme durch allmälige Uebergänge verknüpft und regellos durch einander gemischt. Die Zahl der Stränge ist ungefähr dieselbe wie im Stengel. — Die Leitstränge sind von Mestomscheiden mit stark C-förmig verdickten, sehr schwach verholzten Zellen umgeben. Ein Teil derselben ist nach dem Gramineentypus gebaut, sie enthalten ein Ringgefäss, und in der Regel keine Lacune. Der Mehrzahl der Leitstränge fehlen Ringgefässe ganz; viele enthalten auch nur 1 grosses Tüpfelgefäss, das mit dem Phloëm auf gleichem Radius liegt. — Die grossen seitlichen Gefässe sind ebenso weit, wie im Stengel, die Ringgefässe enger, die Siebröhren hingegen weiter (Maximum des Durchmessers der Ringgefässe: hier 14, dort 26; desgleichen der Siebröhren: hier 15, dort 8).

Die Epidermiszellen sind verholzt, aber dünnwandiger als im Stengel (Dicke der Aussenwand: hier 2, dort 5). Der hypodermale Sclerenchymring ist schwach, nur teilweise mehr als eine Zellschicht breit, seine Zellen sind schwach verholzt. Das an Stärke reiche Rindenparenchym wird von Intercellularen durchzogen, welche die Zellen an Grösse übertreffen; ausserdem sind in ihm grössere lysigene Lacunen vorhanden. Das Mark ist vollständig geschwunden.

#### 4. *Carex chordorrhiza* Ehrh.

a) Der Stengel ist stumpf dreikantig. C. 148, R. 7.5, q. 20.0.

Das Zwischengewebe der intermediären Zone unterscheidet sich nicht von dem Rindenparenchym. Die Sclerostomstränge sind in einen Kreis (oder vielmehr in ein Dreieck) gestellt. Es wechseln sehr regelmässig grössere und kleinere mit einander ab. In jedem ist der Leitstrang von einer Mestomscheide mit C-förmig verdickten, verholzten Zellen umgeben. Die grossen haben auf der Markseite einen schwachen, auf der Rindenseite einen starken bis an die Epidermis reichenden Sclerenchymbeleg, die kleineren haben meist beiderseits nur schwache oder auch gar keine Belege. — Die grösseren Leitstränge sind nach dem Gramineentypus gebaut; sie enthalten mehrere kleine Ringgefässe, und bisweilen auch eine kleine Lacune. Beides scheint den kleinen Leitsträngen zu fehlen, auch sind in ihnen alle Elemente, namentlich die seitlichen Gefässe, viel kleiner als in den grossen Strängen.

Die Epidermiszellen sind verholzt, ihre Aussenwand verdickt. Das Parenchym der Rinde und des Zwischengewebes der intermediären Zone hat dieselbe Beschaffenheit wie das Rindenparenchym von *Triticum repens* (vgl. pag. 43), in demselben befindet sich zwischen je 2 Strängen eine lysigene Lacune. Das Mark ist bis auf 1—2 peripherische Zellschichten geschwunden; diese unterscheiden sich vom Rindenparenchym durch weiteres Lumen der Zellen, dickere Wände und Inhaltsarmut. — Stärke fehlt im Stengel ganz.

b) Das Rhizom ist von kreisrundem Querschnitt. C. 117, R. 33, q. 3.5.

Das Zwischengewebe der intermediären Zone unter-

scheidet sich nicht von dem Rindenparenchym. Die Scleromestomstränge derselben bilden einen Kreis, und sind unter einander völlig gleichartig. In der Rinde verläuft ein zweiter Kreis von Scleromestomsträngen, deren Anordnung zu denen des inneren Kreises in keiner Beziehung steht; sie sind von variabler Grösse, teils grösser als diejenigen des inneren Kreises, teils bedeutend kleiner; die Extreme sind durch alle möglichen Uebergänge verbunden, ein Alterniren verschieden grosser Stränge findet nicht statt. — Die Zahl sämtlicher Stränge ist so gross wie im Stengel, oder etwas grösser. — Alle Leitstränge sind von Mestomscheiden umgeben, und haben auf der Rindenseite schwache, auf der Markseite dagegen ziemlich starke Belege von schwach verholztem Sclerenchym, dessen Zellen ungefähr die gleiche Lumenweite und Wanddicke wie im Stengel haben. — Alle Leitstränge, ausgenommen die kleineren des äusseren Kreises, sind nach dem Gramineentypus gebaut, ganz so wie die grösseren des Stengels, nur scheinen die Lacunen zu fehlen. — Die Gefässe sind grösser als im Stengel (Maximum des Durchmessers der grossen seitlichen Gefässe: hier 22, dort 14; desgleichen der Ringgefässe: hier 9, dort 5); die Siebröhren sind ungefähr ebenso gross wie dort.

Die Epidermiszellen sind verholzt, ihre Aussenwände gelb gefärbt und viel stärker als im Stengel, fast bis zum Schwund des Lumens verdickt (Dicke der Aussenwand: hier  $6\frac{1}{2}$ , dort  $3\frac{1}{2}$ ). Darunter befindet sich eine Schutzscheide mit stark O-förmig verdickten, schwach verholzten Zellen; unter dieser wiederum ein ungleich starker, teilweise ganz unterbrochener Ring sehr kleinzelligen, schwach verholzten Sclerenchym; seine grösste Mächtigkeit (3—4 Schichten) erreicht derselbe gegenüber den rindenständigen Scleromestomsträngen. — Das ziemlich stärkereiche Paren-

chym der Rinde und der intermediären Zone wird nach innen zu allmählig grosszelliger, inhaltsärmer und beginnt Intercellularen zu führen. Zwischen je 2 Strängen des äusseren Kreises befindet sich eine lysigene Lacune, welche von viel bedeutenderer Grösse als die Lacunen des Stengels ist. — Das Mark ist völlig geschwunden.

#### 5. *Carex globularis* L.

a) Der Stengel unterscheidet sich wesentlich nur in folgenden Punkten von demjenigen vom *Carex chodor-rhiza*. — C. 87, R. 7, q. 12.4. — Die Stränge bilden einen sehr unregelmässigen Kreis, indem sie bald näher, bald weiter von der Oberfläche entfernt stehen. Die Anordnung der grossen und kleinen Stränge ist regellos. Die Sclerenchymbelege sind im allgemeinen stärker, diejenigen auf der Rindenseite reichen bis zur Epidermis bei allen der Oberfläche näheren Strängen, ohne Unterschied der Grösse. — Die Epidermiszellen sind nur schwach verdickt. — Das Markparenchym enthält etwas Stärke.

b) Das Rhizom ist von kreisrundem Querschnitt. C. 79, R. 35, q. 2.3.

Der Centralcylinder ist durch eine Rindenscheide mit C-förmig verdickten, schwach verholzten Zellen begrenzt. Das Zwischengewebe der breiten intermediären Zone besteht zu äusserst aus Hapalom, im übrigen aus schwach verholztem Sclerenchym, welches grosszelliger und dünnwandiger ist als im Stengel (hier Lumenweite 5, Wanddicke 3, dort 3 resp.  $3\frac{1}{2}$ ). Die Leitstränge sind diesem eingesenkt, unregelmässig gestellt und so dicht gedrängt, dass es oft unmöglich ist, ihre Grenzen zu bestimmen; sie sind ungefähr ebenso zahlreich, aber weit grösser als im Stengel. Sie sind von concentrischem Bau, das Phloëm ist rings von

einem Kranz getüpfelter Gefässe umgeben; nur in einigen peripherischen Strängen bilden die Gefässe blos einen Halbkreis. Eine kleine Gruppe enger abrollbarer Gefässe findet sich nur in wenigen Strängen, Lacunen fehlen ganz. Sclerose einzelner Phloëmelemente kommt, im Gegensatz zum Stengel, vor. — Die Tüpfelgefässe sind weiter als die grossen Gefässe des Stengels, ebenso die Siebröhren (Maximum des Durchmessers der Gefässe: hier 28, dort 15; desgleichen der Siebröhren: hier 9, dort 5), die abrollbaren Gefässe dagegen sind kleiner.

Unter der Epidermis befindet sich ein mehrfach unterbrochener Ring von 1—2 Schichten sehr kleinzelligen, stark verdickten, schwach verholzten Sclerenchym. Ueber den Stellen, wo dieses Sclerenchym fehlt, sind die Epidermiszellen verholzt, braunwandig und stark verdickt, stärker als im Stengel (Dicke der Aussenwand hier 4, dort 2); über dem Sclerenchym dagegen sind sie ganz dünnwandig und collabirt. In manchen Exemplaren fehlt das hypodermale Sclerenchym, alsdann sind alle Epidermiszellen dickwandig. — Unter der Sclerenchymlage finden sich ca. 4 Schichten langgestreckter, dickwandiger, unverholzter, verkorkter Zellen, ohne Intercellularen. Die übrige Rinde und das nur kleine Mark bestehen aus kurzen, dickwandigen Zellen mit Intercellularen; sie führen, sowie auch die verkorkten Rindenzellen, sehr viel Stärke. In der Rinde befinden sich sehr grosse Luftgänge, die nur schmale Gewebestreifen zwischen sich übrig lassen; bisweilen sind diese nur eine Zellreihe breit und grösstenteils collabirt, so dass die peripherischen Rindenschichten mit dem Centralcylinder nur ganz lose zusammenhängen.

## 6. *Scirpus silvaticus* L.

a) Der Stengel ist stumpf dreikantig. C. 390, R. 21.5, q. 18.1.

Das Zwischengewebe der intermediären Zone ist parenchymatisch. Es sind 2 Kreise von Scleromestomsträngen vorhanden; der äussere besteht aus kleinen, der andere, nur wenig mehr nach innen gelegene, aus bedeutend grösseren Strängen; die beiden Kreise alterniren beinahe regelmässig mit einander. Ausserdem sind ziemlich zahlreiche grosse Scleromestomstränge unregelmässig in der Peripherie des Marks zerstreut. Alle haben Mestomscheiden mit C-förmig verdickten, verholzten Zellen, und auf der Rinden- und Markseite meist schwache Sclerenchymbelege. — Die grossen Leitstränge sind nach dem Gramineentypus gebaut, sie enthalten 1 bis mehr Ringgefässe und eine grosse Lacune; die grossen seitlichen Gefässe sind netzförmig verdickt. — Den kleinen Leitsträngen fehlen Ringgefässe und Lacune, sie enthalten meist eine kleine Gruppe gleichartiger Gefässe, nur selten sind 2 grössere seitliche Gefässe zu unterscheiden, welche viel kleiner als in den grossen Strängen sind.

Die Zellen der Epidermis sind verholzt, ihre Aussenwand verdickt. Unter ihr liegen Sclerenchymstränge, je einer gegenüber jedem Scleromestomstrang der beiden äusseren Kreise; nicht selten hängen sie durch schmale Fortsätze mit den Sclerenchymbelegen derselben zusammen. — Zwischen je 2 zur intermediären Zone gehörigen Strängen befinden sich grosse lysigene Lacunen, die nur durch relativ schmale Gewebestreifen von einander getrennt werden; sie sind von einer Schicht dünnwandigen, inhaltreichen Chlorophyllparenchym ohne (senkrechte) Intercellularen ausgekleidet, nur auf der Aussenseite ist dieses mehrschichtig

und reicht bis zur Epidermis. Die die Lacunen trennenden Gewebestreifen bestehen, soweit sie nicht sclerenchymatisch sind, aus ähnlichem Parenchym, das aber viel weniger Chlorophyll enthält und überhaupt inhaltsarm ist. — Das Centrum des Markes wird von einem grossen Luftgang eingenommen: das noch erhaltene peripherische Gewebe ist von fast lacunöser Structur, inhaltsarm und grosszelliger als das Rindenparenchym. Das Parenchym der intermediären Zone bildet einen Uebergang zwischen Rinden- und Markparenchym. — Stärke fehlt.

b) Das Rhizom ist von kreisrundem Querschnitt. C. 239, R. 102, q. 2.3.

Die Leitstränge des Centralcyinders sind rings von Sclerenchym umgeben, das aber nur auf der Markseite ansehnliche, übrigens wechselnde Mächtigkeit erreicht; die Zellen desselben sind von ungefähr gleicher Lumenweite und Wanddicke wie im Stengel, aber nur schwach verholzt. Das auf der Rindenseite und seitlich gelegene Sclerenchym ist verkorkt, auf der Markseite ebenfalls, wenn es auch hier nur wenige Schichten stark ist; bildet es dagegen hier einen mächtigen Beleg, so sind nur die peripherischen, und die unmittelbar an das Xylem grenzenden Schichten desselben verkorkt, die Mitte des Beleges aber unverkorkt. — An der Peripherie des Centralcyinders ist eine Schicht von dicht aneinander gedrängten Strängen vorhanden, die mit ihren Sclerenchymumscheidungen seitlich verschmolzen sind, und die intermediäre Zone darstellen; auch wo die Stränge dieser Schicht weiter von einander entfernt sind, ist der Zwischenraum durch mindestens eine Schicht verkorkten Sclerenchyms überbrückt. — Die übrigen Stränge sind regellos im Mark zerstreut und lassen nur einen kleinen Teil desselben frei. Alle Stränge sind, wenn man von der

nach innen zunehmenden Mächtigkeit des Sclerenchymbeleges der Markseite absieht, von nahezu gleicher Grösse. Ihre Zahl ist kleiner als im Stengel (hier 59, dort 74). — Ein Teil der Leitstränge ist nach dem Gramineentypus gebaut, enthält je ein Ringgefäss, manchmal auch eine kleine Lacune; beides fehlt der Mehrzahl. Im übrigen sind alle Leitstränge gleich gebaut, abgesehen von einigen Unregelmässigkeiten, dass z. B. hin und wieder statt eines der beiden grossen Gefässe 2 oder mehrere sich finden, oder dass eines derselben fehlt. — Die grossen Gefässe sind mit runden Hoftüpfeln versehen. Sie sind grösser als im Stengel, ebenso die Siebröhren, während die Ringgefässe kleiner sind (Maximum des Durchmessers der seitlichen Gefässe: hier 52, dort 38; desgleichen der Ringgefässe: hier 11, dort 13; desgleichen der Siebröhren: hier 11, dort 9). — Eines der untersuchten Exemplare besass 4 Rhizome, von denen 2 normal, 2 dagegen etwas abweichend gebaut waren. Hier waren nämlich die Stränge der intermediären Zone noch näher als sonst an einander gerückt, die Mestomteile derselben nur durch schmale Streifen unverholzten Inoms getrennt; nach aussen war die intermediäre Zone durch eine Rindenscheide mit C-förmig verdickten Zellen begrenzt, an welche sich die Leitstränge unmittelbar anlehnten. In diesen Rhizomen waren die Abweichungen von dem normalen Bau der Leitstränge besonders häufig und weitgehend, es kamen sogar concentrisch gebaute vor.

Die Zellen der Epidermis sind verholzt, aber ringsum dünnwandig. Unter derselben liegen 2 bis mehrere Schichten verkorkten, mässig dickwandigen, schwach verholzten Sclerenchyms. Die übrige Rinde und das Mark bestehen aus völlig gleichartigem, lamellösen Parenchym. — Stärke ist je nach dem Exemplar bald ziemlich reichlich vorhanden, bald fehlt sie ganz.

7. *Juncus bufonius* L.

a) Der Stengel. C. 180.5, R. 11, q. 16.4.

Das Zwischengewebe der intermediären Zone besteht aus einem ziemlich schmalen Sclerenchymring. Es sind 3 Kreise von Strängen vorhanden: bei denen des inneren Kreises fällt das Xylem mit der inneren, bei denen des äusseren Kreises mit der äusseren Grenze des Sclerenchymringes zusammen, bei denen des mittleren mit der Mittelnie desselben. Die drei Kreise alterniren ziemlich regelmässig mit einander in der Weise, dass zwischen je zwei Strängen des inneren Kreises einer des mittleren Kreises liegt, und diejenigen des äusseren Kreises zwischen je 2 Stränge der beiden inneren Kreise zu liegen kommen. — Die mittlere Grösse der Stränge nimmt von innen nach aussen sehr stark ab, doch sind die Extreme durch Uebergänge verbunden. — Die Stränge der beiden inneren Kreise haben Mestomscheiden mit C-förmig verdickten, verholzten Zellen, und auf der Markseite schwache, auf der Rindenseite meist sehr starke, kleinzellige Sclerenchymbelege; diejenigen des äusseren Kreises haben keine Mestomscheiden und meist nur sehr schwache oder gar keine Sclerenchymbelege. — Die Leitstränge des inneren Kreises sind nach dem Gramineentypus gebaut, sie enthalten mehrere Ringgefässe und manchmal eine Lacune. In denen des 2-ten Kreises haben die Ringgefässe an Zahl und, ebenso wie alle anderen Elemente, an Grösse abgenommen, — mitunter fehlen sie ganz. In den Leitsträngen des äussersten Kreises endlich besteht das Xylem nur aus einer kleinen Gruppe winziger Gefässe, in den allerkleinsten fehlt es vielleicht ganz. — Ausser diesen, zur intermediären Zone gehörigen Strängen liegen noch einige wenige im Mark zerstreut; sie gleichen denen

des inneren Kreises, bis auf die geringere Mächtigkeit ihrer Sclerenchymbelege.

Die Epidermiszellen sind verholzt, ihre Aussenwand ist dick. Im übrigen besteht die Rinde aus kleinzelligem, sehr inhaltsreichem Pallisadenparenchym ohne (senkrechte) Inter-cellularen. Das Mark dagegen besteht aus ungleich grosszelligerem, inhaltsarmem Parenchym, mit Inter-cellularen, welche oft die Zellen an Grösse beinahe erreichen. — Stärke fehlt.

b) Das Rhizom. C. 87, R. 54.5, q. 1.6.

Die Grenze des Centralcylinders wird durch eine Rindenscheide mit C-förmig verdickten, verholzten Zellen gebildet. Die breite intermediäre Zone besteht zu äusserst aus Hapalom, im übrigen aus schwach verholztem Sclerenchym, welches kleinzelliger und dickwandiger ist als dasjenige, welches im Stengel das Zwischengewebe der intermediären Zone bildet. Ca. 3 unregelmässige Kreise von dicht gestellten Leitsträngen sind in dasselbe eingesenkt, in dem kleinen sternförmigen Mark liegen auch noch einzelne isolirte Scleromestomstränge. Die Zahl aller Stränge ist kleiner als im Stengel (hier 56, dort 71). — Sie sind sämtlich von nahezu gleicher Grösse und von gleichem concentrischem Bau, nur in den peripherischen Leitsträngen bilden die Gefässe keinen vollständigen Kreis um das Phloëm.

Die Gefässe haben runde Hoftüpfel; abrollbare Gefässe fehlen in der Regel, nur ausnahmsweise sind 1—3 sehr kleine vorhanden; Lacunen kommen nicht vor. — Die Tüpfelgefässe sind kleiner als die grossen Gefässe des Stengels (Maximum des Durchmessers hier 12, dort 29), die Siebröhren sind ungefähr gleich gross wie dort.

Die Zellen der Epidermis und 1 bis mehrerer angrenzender Schichten sind dünnwandig, braun gefärbt, meist

collabirt. Darunter liegen ca. 4 Schichten etwas gestreckter, dickwandiger, schwach verholzter, korkkorkter Zellen, welche keine Intercellularen haben und reichlich Stärke führen. Die übrige Rinde wird zum grössten Teil eingenommen von mehreren sehr grossen lysigenen Lacunen, die nur schmale Gewebestreifen zwischen sich übrig lassen. Das noch erhaltene Parenchym führt kleine Intercellularen und ist ebenfalls reich an Stärke. Das Gewebe des Marks unterscheidet sich von dem Rindenparenchym nur durch etwas geringere Grösse der Zellen und Mangel der Stärke.

Einige Rhizome zeigen nicht unbeträchtliche Abweichungen von dem soeben beschriebenen Bau. Die Rindenscheide ist dünnwandig. Innen grenzt an dieselbe unmittelbar des Sclerenchym, welches stärker als in den normal gebauten Rhizomen verholzt ist, aber nur einen schmalen Ring bildet. Ihm ist nur ein Kreis von Leitsträngen eingesenkt, ausserdem liegen einige Scleromestomstränge im Mark zerstreut. Die Gesamtzahl der Stränge ist somit relativ gering (26). — Die Zahl der Tüpfelgefässe in jedem Strang ist kleiner, sie bilden keinen zusammenhängenden, sondern einen unterbrochenen Ring; ihr Lumen ist aber grösser (Maximum des Durchmessers 19). — Die Epidermis ist ebenfalls dünnwandig, aber nie collabirt. Unter ihr befinden sich zahlreiche, 2—4-schichtige Bänder englumiger schwarzbrauner Zellen, die sich mit Jod und Schwefelsäure dunkelrot tingiren; dieselben scheinen epidermalen Ursprungs zu sein. Das verkorkte Gewebe ist nur 1—2-schichtig, seine Zellen dünnwandig. Die grossen Lacunen in der Rinde fehlen, dagegen ist fast sämtliches Rindenparenchym abgestorben und collabirt. Stärke fehlt in der Rinde ganz, ist dagegen im Mark in grosser Menge vorhanden.

Es ist auffallend, dass bei einer Species im anatomischen Bau so weitgehende individuelle Verschiedenheiten stattfinden; um so auffallender ist dies aber noch, da die normalen wie die abweichenden Rhizome von Exemplaren stammten, die nicht nur an demselben Standort, sondern sogar in unmittelbarer Nähe von einander gewachsen waren, und deren Stengel sämtlich gleich gebaut waren. Uebergänge zwischen beiden Formen habe ich nicht gefunden; unter 12 untersuchten Rhizomen waren 9 normal, 3 abweichend gebaut.

## 8. *Luzula campestris* L.

a) Der Stengel ist von 7-eckigem Querschnitt, mit abgerundeten Ecken. C. 117, R. 8, q. 14.6.

Das Zwischengewebe der intermediären Zone besteht aus einem sehr schmalen Ring von ziemlich dünnwandigem Sclerenchym. Es sind 7 grosse, vor den Ecken des Stengels gelegene Scleromestomstränge vorhanden, ferner 7 mit diesen alternirende, etwas weiter nach aussen gelegene, endlich 14 ganz kleine, von aussen dem Sclerenchymring angelehnte, deren jeder zwischen je 2 Strängen der beiden inneren Kreise steht. Die Leitstränge des inneren Kreises sind nach dem Gramineentypus gebaut (der aber nicht sehr deutlich ausgeprägt ist); sie enthalten eine wechselnde Zahl von Ringgefässen und eine Lacune; sie haben auf der Markseite einen einschichtigen, auf der Rindenseite einen starken Beleg von sehr kleinzelligem Sclerenchym. Die Stränge des äusseren Kreises dagegen enthalten eine Gruppe gleichartiger enger Gefässe, und haben gar keine Sclerenchymbelege. Die Stränge des mittleren Kreises sind in Bezug auf Grösse, Bau des Mestoms und Stärke der Sclerenchym-

belege variabel, und stellen allmälige Uebergänge zwischen denen des inneren und des äusseren Kreises dar.

Die Rinde ist nur über denjenigen Strängen, welche starke äussere Sclerenchymbelege haben, compact und besteht hier aus kleinzelligem Chlorophyllparenchym ohne (senkrechte) Intercellularen; zwischen diesen Stellen liegen breite Lacunen, welche von zahlreichen Reihen von Chlorophyllparenchym nach allen Richtungen durchzogen werden. — Die Zellen des Marks sind ungleich grösser als diejenigen der Rinde, inhaltsarm, und haben ziemlich grosse Intercellularen zwischen sich. Im Centrum des Marks befindet sich ein Luftgang. — Stärke fehlt.

b) Das Rhizom ist von kreisrundem Querschnitt. C. 118, R. 21, q. 5.6.

Die intermediäre Zone wird durch eine Rindenscheide und eine Markscheide begrenzt, welche aus stark C-förmig verdickten, braunwandigen, verholzten Zellen bestehen. Zwischen beiden befinden sich nur 1 bis wenige Schichten dünnwandigen, sehr schwach verholzten Inoms, und in dieses eingesenkt ein Kreis von Leitsträngen. Dieselben sind von nahezu gleicher Grösse; ihre Zahl ist kleiner als im Stengel (hier 20, dort 28). Sie sind von concentrischem Bau, die Tüpfelgefässe umgeben das Phloëm in einem geschlossenen oder auf der Rindenseite unterbrochenen Ring. Abrollbare Gefässe und Lacunen scheinen ganz zu fehlen. — Die Tüpfelgefässe sind kleiner als die grossen Gefässe des Stengels (Maximum des Durchmesser hier 9, dort 23), desgleichen die Siebröhren.

Die Epidermis und vielleicht einige peripherische Rindenschichten fehlten bereits an den Rhizomen, die ich untersuchte. — Die Zellen der Rinde und des Markes sind von nahezu gleicher Grösse, haben ganz kleine Intercellularen zwischen sich und führen reichlich Stärke.

## 9. *Paris quadrifolia* L.

a) Der Stengel ist von schwach 8-eckigem Querschnitt. C. 250, R. 50, q. 5.0.

Das Zwischengewebe der intermediären Zone gleicht dem Markparenchym. Dieselbe enthält normaler Weise 8 Leitstränge, die vor den Ecken des Querschnitts liegen, und zwar 4 grössere mehr nach innen, 4 kleinere, mit diesen alternirende, mehr nach aussen gelegene. Im Mark liegen auf gleichen Radien mit letzteren, dem Centrum nahe, 4 Leitstränge von ungefähr derselben Grösse. In der Rinde verlaufen, mit den Strängen der intermediären Zone alternirend, 8 ganz kleine Leitstränge. — Diese vollkommene Regelmässigkeit der Anordnung fand ich jedoch nie realisiert, es können vielmehr in allen Kreisen Verschmelzungen je zweier Stränge vorkommen, in dem äusseren Kreise auch Teilungen — wodurch eine unregelmässige Anordnung zu Stande kommt. In den 5 von mir untersuchten Exemplaren fand ich in dem inneren Kreise 2—4, in den beiden mittleren zusammen 6—8, in dem äussersten 6—12 Stränge<sup>1)</sup>. Die Leitstränge sind nach dem Lilieentypus<sup>2)</sup> gebaut; die Gefässe sind sämtlich oder doch beinahe sämtlich abrollbar; das Phloëm ist in zweierlei Elemente differenziert, grössere mit verdickten und kleinere mit ganz dünnen Wänden; beide sind nicht, wie gewöhnlich, von unregelmässig-eckigem, sondern von rundlichem Querschnitt.

Die Rindenzellen verholzen häufig; in 2 Exemplaren war die ganze Rinde mit Ausnahme der äussersten Schichten

1) Die Angabe Falkenbergs (Bau der Monocotylen, pag. 53), dass die Stränge im Internodium „völlig parallel und mit grosser Regelmässigkeit verlaufen“, trifft somit nicht zu. Auch im Blütenstiel fand ich Zahl und Anordnung der Stränge anders als Falkenberg angibt.

2) Vgl. Russow, Betrachtungen etc., pag. 35.

verholzt, in 2 anderen betraf die Verholzung nur einzelne zerstreute Zellen, in dem fünften endlich war in der einen Hälfte des Querschnitts ersteres, in der anderen letzteres der Fall. — Abgesehen von der Verholzung ist das Parenchym der inneren Rinde, der intermediären Zone und des Marks gleichartig, — grosszellig, inhaltsarm, mit grossen Intercellularen. Die äussersten Rindenschichten sind kleinzelliger, inhaltsreicher, namentlich chlorophyllführend, und haben kleinere Intercellularen; der Uebergang zur inneren Rinde ist ein allmäliger. — Stärke fehlt, oder ist nur sehr spärlich vorhanden.

b) Das Rhizom ist von kreisrundem Querschnitt. C. 106, R. 120, q. 0.9.

Die intermediäre Zone besteht aus einer Rindenscheide mit O-förmig verdickten, unverholzten Zellen, 2—3 Schichten Hapalom und einem unregelmässigen Kreise von Leitsträngen, welche sich an dieses anlehnen. Die Zahl der Stränge ist kleiner als im Stengel (hier 10, dort ca. 20). Es finden zwischen ihnen nur unbeträchtliche Grössendifferenzen statt, und die Extreme sind durch Uebergänge verbunden. Der Bau der Leitstränge ist concentrisch, nur in den kleineren Strängen fehlen die Gefässe auf der Rindenseite. Nur einige der grösseren haben auf der Markseite eine kleine Gruppe sehr enger abrollbarer Gefässe. Die Phloëmelemente sind von eckigem Querschnitt, alle nahezu gleich an Lumenweite und Wanddicke. — Die Tüpfelgefässe sind ungefähr ebenso weit als die grösseren Gefässe des Stengels, die Siebröhren hingegen sind weiter als dort (Maximum des Durchmessers hier 19, dort 12). — In der Rinde verläuft gleichfalls eine Anzahl kleiner Leitstränge, dieselben sind jedoch nicht selbständig, wie die rindenständigen Stränge des Stengels, sondern sie sind

nur die oberen Teile gewisser Stränge der intermediären Zone<sup>1)</sup>.

Die Epidermis ist im ausgewachsenen Rhizom bereits abgestossen, aber die nunmehr äusserste Zellschicht ist epidermisähnlich ausgebildet. Ihre Wände sind ringsum ganz verkorkt und gebräunt, die Aussenwand ist dicker als die Aussenwand der Stengelepidermis (ihre Dicke hier 5, dort 2 $\frac{1}{2}$ ). Unter derselben befindet sich eine dünnwandige Schutzscheide. Die übrige Rinde und das Mark bestehen aus nahezu gleich grossen Zellen, und führen grosse Intercellularen; alle Zellen sind ganz vollgepfropft mit Stärke, ausgenommen die zahlreichen, ein Rhaphidenbündel führenden Zellen.

#### 10. *Majanthemum bifolium* L.

a) Der Stengel ist unregelmässig 5—6-kantig, die Kanten teils scharf, teils abgerundet. C. 112, R. 18.7, q. 6.0.

Die intermediäre Zone besteht aus einem schmalen Sclerenchymring, dem die allerkleinsten Leitstränge eingesenkt, die einen unregelmässigen Kreis bildenden grösseren von innen angelehnt sind. Die Grössenunterschiede zwischen den Leitsträngen sind bedeutend, aber die Extreme sind durch Uebergänge verbunden. Im Mark liegt, dem Centrum genähert, ein Kreis von 3—5 grossen Leitsträngen. Alle Leitstränge sind durch dünnwandige, verholzte Zellen, die teils zum Strang, teils zum Mark zu gehören scheinen, mehr oder weniger vollständig gegen das Mark abgegrenzt. — Sie sind nach dem Lilieentypus gebaut, rein collateral, Xylem und Phloëm durch eine

<sup>1)</sup> Vgl. die Angaben Falkenbergs (l. c. pag. 52), die ich bestätigt fand.

gerade Linie getrennt. — Die Gefässe sind zum grössten Teil abrollbar, einige netzförmig verdickt. Die Phloëmente sind in den Ecken stärker verdickt, daher von rundem Querschnitt. Sehr häufig (fast in allen grösseren Strängen) sind einzelne derselben oder auch grössere Gruppen sclerotisch.

Das Rindenparenchym unterscheidet sich kaum von dem Markparenchym. — Stärke und raphidenführende Zellen fehlen.

b) Das Rhizom ist von kreisrundem Querschnitt C. 54, R. 47, q. 1.2.

Die intermediäre Zone ist nach aussen durch eine Rindenscheide mit C-förmig verdickten, verholzten Zellen begrenzt. Sie besteht aus 2—3 Schichten Hapalom und einem regelmässigen Kreis von beinahe gleich grossen Leitsträngen, welche sich an dieses anlehnen. Die Zahl der Stränge ist kleiner als im Stengel (hier 6—7, dort ca. 16). Dieselben sind collateral, doch macht sich eine Annäherung an den concentrischen Bau darin geltend, dass die Gefässe einen mehr oder weniger gekrümmten Bogen bilden, in dessen Concavität das Phloëm liegt; viel deutlicher ist diese Annäherung ausgesprochen nahe unterhalb des Knotens, wo das Xylem einen Halbkreis, und im Knoten selbst, wo es einen Dreiviertelkreis bildet. — Die Mehrzahl der Leitstränge besitzt auf der Markseite eine kleine Gruppe sehr enger abrollbarer Gefässe; alle übrigen Gefässe haben runde Hoftüpfel. Die Phloëmente haben die gewöhnliche eckige Form; Sclerose derselben findet nie statt. — Sowol die grossen Gefässe als die Siebröhren sind viel weiter als im Stengel (Maximum des Durchmessers der Gefässe: hier 45, dort 19; desgleichen der Siebröhren: hier 20, dort 8).

Die Aussenwände der Epidermiszellen sind verdickt, stärker als im Stengel (ihre Dicke hier 5, dort 3). Das Rinden- und Markparenchym ist völlig gleichartig; es enthält etwas Stärke. Zahlreiche Zellen führen Schleim und ein Raphidenbündel.

#### 11. *Iris sibirica* L.

a) Der Stengel. C. 459, R. 15.3, q. 30.0

Die intermediäre Zone besteht aus einem kleinzelligen Sclerenchymring und 2 Kreisen von Scleromestomsträngen. Ein Kreis sehr kleiner Stränge lehnt sich von aussen, ein zweiter von bedeutend grösseren, die mit den ersteren nur teilweise regelmässig alterniren, lehnt sich von innen an den Sclerenchymring an. Ferner verlaufen zahlreiche noch beträchtlich grössere Scleromestomstränge in der Peripherie des Marks. Die Sclerenchymbelege aller Stränge sind schwach. — Die Leitstränge sind nach dem Lilieentypus gebaut. Das Xylem enthält nur wenige, fast sämtlich abrollbare Gefässe. Das Phloëm besteht aus zweierlei verschieden grossen Elementen; Sclerose kommt in demselben nicht vor.

Die Rinde besteht aus kleinzelligem, lockerem, inhaltreichem Chlorophyllparenchym, mit dünnwandigen unverholzten Zellen. Das Mark wird zum grössten Teil von einem centralen Luftgang eingenommen, doch ist noch ein ziemlich breiter peripherischer Ring erhalten; dieser besteht aus einem grosszelligen, inhaltsarmen Parenchym mit kleinen Intercellularen und etwas verdickten, verholzten Membranen. — Geformte Reservestoffe und oxalsaurer Kalk fehlen.

b) Das Rhizom. C. 495, R. 78, q. 6.3.

Der Centralcylinder wird durch eine Rindenscheide mit stark C-förmig verdickten, stark verholzten Zellen be-

grenzt. Die intermediäre Zone <sup>1)</sup> besteht aus einem schmalen Hapalomring, an den sich die Leitstränge anlehnen. Ferner sind zahlreiche Leitstränge fast über das ganze Mark zerstreut. Ich habe die Zahl sämtlicher Stränge nicht bestimmt, doch ist dieselbe jedenfalls grösser als im Stengel. Die Grösse der Stränge nimmt zwar von innen nach aussen etwas ab, aber ganz allmähig, und die Differenzen sind ungleich geringer als im Stengel. — Nur wenige, dem Centrum genäherte Stränge haben auf der Markseite einen ziemlich starken Beleg von sehr dickwandigem, stark verholztem Sclerenchym. — Der Bau der Leitstränge ist concentrisch, die Gefässe bilden um das Phloëm einen geschlossenen, meist 2—3-schichtigen Ring. Sie sind dickwandig und mit runden Hoftüpfeln versehen; nur wenigen Strängen kommt auch eine kleine Gruppe enger abrollbarer Gefässe zu. Die Differenzirung des Phloëms in zweierlei verschieden weite Elemente ist kaum angedeutet; in manchen Strängen sind einzelne Phloëmelemente oder Gruppen solcher sclerotisch. — Gefässe und Siebröhren sind kleiner als im Stengel (Maximum des Durchmessers der Gefässe hier 13, dort 26; desgleichen der Siebröhren: hier 11, dort 15).

Die Epidermis und wol auch die äussersten Rindenschichten waren an den Rhizomen, die ich untersuchte, nicht mehr vorhanden. An denselben finden sich zu äusserst braune Reste abgestorbener Zellen, darunter eine Zone von 2 bis vielen Schichten ziemlich grosser, isodiametrischer

1) Zur intermediären Zone gehören auch die häufig auftretenden, horizontal verlaufenden Mostomanastomosen, die aber nicht, wie Guillaud (Anatomic comparée des Monocotylédones, pag. 32) für *Iris florentina* thut, als stammeigene Stränge aufgefasst werden dürfen; sie gehören vielmehr zum Skelett der Beiwurzeln, wie man sich an Schnitten, die genau durch das Centrum der Ansatzstelle einer solchen gehen, leicht überzeugen kann.

Zellen mit stark verdickter und stark verholzter, sehr wahrscheinlich auch verkorkter Membran. Die übrige Rinde besteht, ebenso wie das Mark, aus unverholztem, lockerem Gewebe, das ausserordentlich reich an Inhalt ist. Es enthält viel Stärke, eine feinkörnige Proteinsubstanz, ferner grosse Tropfen, von denen ein Teil fettes Oel ist, ein anderer Teil sich mit Ueberosmiumsäure nicht tingirt; alle diese Stoffe sind in den nämlichen Zellen vereinigt. Endlich finden sich noch zahlreiche grosse Einzelkrystalle von oxalsaurem Kalk.

## 12. *Epipactis palustris* Scop.

a) Der Stengel. C. 265, R. 30.2, q. 8.8.

Die Scleromestomstränge der intermediären Zone bilden einen unregelmässigen Kreis, seitlich werden sie durch einen schmalen Sclerenchymring verbunden. Sie sind von sehr verschiedener Grösse, die Extreme durch Uebergänge verbunden; ihre Anordnung ist regellos. Im Mark liegen zahlreiche grosse Scleromestomstränge, auch diese sind von variabler Grösse und regellos gestellt. — Die Leitstränge sind nach dem Lilieentypus gebaut, rein collateral, Xylem und Phloëm durch eine gerade Linie getrennt; die Gefässe sind abrollbar, nur wenige netzförmig verdickt. Das Phloëm besteht aus zweierlei Elementen von verschiedener Grösse.

Die Rinde ist von lacunöser Structur, das Markgewebe unterscheidet sich nur durch etwas bedeutendere Grösse der Zellen, sowie dadurch, dass die an den Sclerenchymring und an die Stränge grenzenden Zellen desselben verholzt sind. — Stärke fehlt; es sind einige raphidenführende Zellen vorhanden.

b) Das Rhizom. C. 90, R. 126, q. 0.7.

Der Centralcylinder wird durch eine Rindenscheide

mit O-förmig verdickten, unverholzten Zellen begrenzt. Das sehr reducirte Zwischengewebe der intermediären Zone besteht aus dünnwandigem, sehr schwach verholztem Inom. Die nahezu gleich grossen Leitstränge stehen in einem unregelmässigen Kreise, so dicht gedrängt, dass die Gefässgruppen benachbarter Stränge meist nur durch eine Inomzelle getrennt sind, und auf den ersten Blick alle Gefässe einen zusammenhängenden Ring zu bilden scheinen. Die Zahl der Stränge ist viel kleiner als im Stengel (hier 13, dort 32). — Der Bau der Leitstränge nähert sich dem concentrischen, indem die Gefässgruppen einen mehr oder weniger gekrümmten Bogen bilden. Die Gefässe haben runde Hoftüpfel; nur wenige Stränge enthalten eine kleine Gruppe enger abrollbarer Gefässe. Im Phloëm ist eine Differenzirung in zweierlei Elemente kaum angedeutet. — Die Gefässe und Siebröhren sind weiter als im Stengel (Maximum des Durchmessers der Gefässe: hier 42, dort 33; desgleichen der Siebröhren hier 23, dort 10).

Die Epidermis fehlt am ausgewachsenen Rhizom. Die Rinde ist grosszellig und, mit Ausnahme der peripherischen Schichten, von lacunöser Structur. Das sehr reducirte Mark ist viel kleinzelliger und von dichter Structur. — Mark und Rinde sind reich an Stärke und enthalten zahlreiche raphidenführende Zellen.

### 13. *Listera cordata* L.

a) Der Stengel hat im oberen Internodium 6 ziemlich gleichmässige, im unteren mehrere sehr ungleich starke, abgerundete Kanten. C. 77.8, R. 30.8, q. 2.5.

Es sind im oberen Internodium 6, im unteren 7—8 ungefähr gleich grosse, in ein gleichseitiges Dreieck angeordnete Leitstränge vorhanden. Das Zwischengewebe der

intermediären Zone gleicht dem Markparenchym. Die Leitstränge sind nach dem Lillieentypus gebaut; die Gefässe sind grösstenteils abrollbar, einige netzförmig verdickt.

Das Rindenparenchym unterscheidet sich vom Markparenchym fast nur durch grössere Intercellularen. Stärke ist sehr wenig vorhanden; es finden sich raphidenführende Zellen.

b) Das Rhizom ist von kreisrundem Querschnitt. C., R. und q. sind sehr variabel, letzteres schwankt zwischen 1.2 und 0.4; im Mittel C. 29, R. 38, q. 0.8.

Es ist ein axiler Desmocyliner vorhanden, welcher durch eine Rindenscheide mit O-förmig verdickten, unverholzten Zellen begrenzt wird. Das Zwischengewebe besteht aus Hapalom. Die ca. 6 gleich grossen, in einen Kreis gestellten, sehr dicht gedrängten Leitstränge bestehen nur aus wenigen Phloënzellen und wenigen Gefässen. Die Phloëmkörper sind meist deutlich getrennt, die Gefässgruppen benachbarter Stränge dagegen häufig zu grösseren Complexen verschmolzen. Die Gefässe scheinen vorwiegend netzförmig verdickt zu sein, doch finden sich auch abrollbare und getüpfelte. Sie sind grösser als im Stengel (Maximum des Durchmessers: hier 17, dort 10), die Siebröhren sind von derselben Weite wie dort.

Ob die äusserste Schicht des ausgewachsenen Rhizoms die primäre Epidermis ist, ist mir zweifelhaft. Die Rinde hat nur ganz kleine Intercellularen; sie ist reich an Stärke, und enthält raphidenführende Zellen.

### 14. *Goodyera repens* L.

a) Der Stengel. C. 156.5, R. 29.5, q. 5.3.

Die intermediäre Zone besteht aus einem starken Sclerenchymring und einem unregelmässigen Kreis von an die-

sen angelehnten Leitsträngen. Diese sind zum geringeren Teil Phloëmstränge (nur 3 auf dem Querschnitt), grösstenteils nach dem Lilieentypus gebaute Xylophloëmstränge mit einer wechselnden, aber immer nur geringen Zahl kleiner, vorwiegend abrollbarer, zum Teil netzförmig verdickter Gefässe. Im Mark verläuft ein zweiter Kreis von nur wenig grösseren Xylophloëmsträngen, deren Anordnung zu denen des äusseren Kreises in keiner Beziehung steht.

Rinden- und Markparenchym sind fast ganz gleichartig. — Stärke und Rhaphiden fehlen.

b) Das Rhizom. C. 53, R. 125, q. 0.4.

Der Centralcylinder wird durch eine dünnwandige Rindenscheide begrenzt, von deren Zellmembranen nur die Casparyschen Streifen verkorkt zu sein scheinen. Das Zwischengewebe der schmalen intermediären Zone besteht aus Hapalom. Die an Grösse ziemlich gleichen Leitstränge bilden einen Kreis; ihre Zahl ist geringer als im Stengel (hier 12, dort 18), dagegen die Zahl der Gefässe in einem Strang bedeutender als dort. — Die Phloëmenteile sind isolirt, die Gefässgruppen dagegen häufig zu 2 oder mehreren, bisweilen fast alle verschmolzen. Die Gefässe sind teils abrollbar, teils netzförmig verdickt; sie sind ungefähr ebenso weit, wie im Stengel, desgleichen die Siebröhren.

Auch hier ist es zweifelhaft, ob die Epidermis erhalten ist, oder fehlt. Die Rinde unterscheidet sich vom Mark durch ihre bedeutend grösseren Zellen; letzteres ist sehr klein, und kann an dünneren Stellen des Rhizoms ganz fehlen. — Rinde und Mark sind mit Stärke (die sich mit Jod braun färbt) erfüllt; doch fehlte dieselbe in einem Exemplar völlig. Zahlreiche Zellen führen Schleim und ein Rhaphidenbündel.

### 15. *Scheuchzeria palustris* L.

a) Der Stengel. C. 112, R. 50.5, q. 2.2.

Die intermediäre Zone besteht aus einem schmalen Sclerenchymring, einem unregelmässigen Kreis von winzigen, in diesen eingeschlossenen Mestomsträngen, und einem eben solchen Kreise von viel grösseren Scleromestomsträngen, die sich an denselben anlehnen. Diese sind von ziemlich variabler Grösse, aber die Extreme sind durch Uebergänge vermittelt. Einige Scleromestomstränge verlaufen in den peripherischen Schichten des Markes. Die Leitstränge sind nach dem Lilieentypus gebaut; das Xylem umfasst (ausser in den ganz kleinen Strängen) das Phloëm in einem je nach der Grösse des Stranges grösseren oder kleineren Bogen, der indessen 180° nicht erreicht. Die Gefässe sind teils abrollbar, teils netzförmig verdickt, getüpfelte scheinen zu fehlen. In der Mehrzahl der Stränge findet sich eine oft sehr grosse Lacune. Im Phloëm fast aller Stränge findet Sclerose statt, sie betrifft meist grössere Zellgruppen; bisweilen bilden die verholzten Elemente einen Streifen, der das Phloëm völlig in 2 Hälften teilt. — Auch in der Rinde verlaufen teils grosse Scleromestomstränge, (die wol, aus dem Centralcylinder kommend, schräg durch die Rinde hindurch sich in ein Blatt begeben), teils kleine Sclerenchym- und Sclerophloëmstränge, die höchst wahrscheinlich der Rinde eigentümlich sind.

Die Epidermiszellen sind verholzt, aber nur sehr schwach verdickt. Unter der Epidermis liegt eine Schicht enger, etwas verdickter, verholzter Zellen, an die sich zahlreiche sehr kleine Sclerenchymbündelchen anlehnen, wahrscheinlich die unteren Enden der rindenläufigen Sclerenchymstränge. — Rinden- und Markparenchym sind von

völlig gleichartiger, lamellöser Structur; sie enthalten sehr wenig Stärke.

b) Das Rhizom. C. 97, R. 112, q. 0.9.

Der Centralcylinder wird begrenzt durch eine Rindenscheide mit schwach C-förmig verdickten, schwach verholzten Zellen. Das Zwischengewebe der ziemlich breiten intermediären Zone besteht aus schwach verholztem Sclerenchym, welches grosszelliger und dünnwandiger als im Stengel ist (hier Durchmesser des Lumens 5, Wanddicke  $2\frac{1}{2}$ , dort 3 resp.  $3\frac{1}{2}$ ). Die unregelmässig gestellten, sehr dicht gedrängten Leitstränge sind demselben eingesenkt. Sie sind von ziemlich verschiedener Grösse, doch sind die Differenzen viel geringer als im Stengel, und die Extreme ebenfalls durch Uebergänge verbunden. — Isolirte markständige Scleromestomstränge sind selten. Die Gesamtzahl der Stränge ist geringer als im Stengel (hier 30, dort 40). — Die Leitstränge zeigen eine grössere Annäherung an den concentrischen Bau, als im Stengel; das Xylem umgibt das Phloëm in einem Bogen, welcher grösser ist als dort und nicht selten  $180^\circ$  erreicht oder selbst übersteigt; in einem (von einem anderen Standort stammenden) Exemplar war die Mehrzahl der Leitstränge rein concentrisch gebaut. — Die Gefässe sind getüpfelt; eine kleine Gruppe von engen abrollbaren Gefässen kommt nur wenigen Strängen zu; bisweilen findet sich auch eine kleine Lacune. Sclerose im Phloëm findet relativ selten statt, und betrifft stets nur wenige Zellen. — Gefässe und Siebröhren sind grösser als im Stengel (Maximum des Durchmessers der Gefässe: hier 29, dort 17, desgleichen der Siebröhren: hier 13, dort 6). — Rindenläufige Sclerenchym- und Sclerophloëmstränge sind viel seltener als im Stengel; vollständige Scleromestomstränge kommen nur ausnahmsweise in der Rinde vor.

Die Epidermiszellen sind schwach verholzt und wahrscheinlich ringsum nach Art einer Schutzscheide verkorkt<sup>1)</sup>; sie sind innenseitig C-förmig verdickt, im übrigen dünnwandig. Unter der Epidermis befindet sich eine Zone von 2 bis 5 Schichten kleinzelligen, sehr schwach verholzten Sclerenchym. Rinden- und Markparenchym verhalten sich ganz wie im Stengel, sind aber reich an Stärke.

#### 16. *Triglochin palustris* L.

a) Der Stengel. C. 93, R. 9.3, q. 10.0.

Die intermediäre Zone besteht aus einem starken Sclerenchymring und 3 Kreisen von Strängen. Die winzigen Leitstränge des äussersten Kreises sind in den Sclerenchymring eingeschlossen; die weit grösseren Scleromestomstränge des innersten Kreises an ihn angelehnt; ebenso diejenigen des mittleren Kreises, welche in Bezug auf Grösse zwischen den Strängen jener beiden Kreise vermitteln. Die Stränge der beiden inneren Kreise alterniren mit einander, zwischen je zweien derselben liegt einer des äusseren Kreises; doch ist diese Regelmässigkeit stellenweise gestört. — Die grossen Leitstränge sind wie bei *Scheuchzeria* gebaut, die Gefässe bilden einen Bogen um das Phloëm; eine Lacune findet sich nur selten und ist stets klein. Die Gefässe sind sämmtlich abrollbar. — Die Leitstränge des mittleren und zumal des äusseren Kreises enthalten nur eine kleine Gruppe enger Gefässe.

Die Epidermiszellen haben eine ziemlich stark verdickte Aussenwand. Die Rinde besteht aus ziemlich locke-

1) Nach meinen Dauerpräparaten zu urteilen; während der Untersuchung hatte ich diesen Punct nicht beachtet. In einem nachträglich untersuchten, auch sonst etwas abweichend gebauten Exemplar, von dem oben die Rede war, waren die Epidermiszellen nicht verkorkt.

rem, kleinzelligem, sehr zartwandigem Chlorophyllparenchym. Die Zellen des Marks sind viel grösser, ziemlich dickwandig, verholzt, inhaltsarm, und haben nur kleine Intercellularen zwischen sich. Das Centrum des Marks wird von einem Luftgang eingenommen. — Stärke fehlt.

b) Der unterirdische Ausläufer. C. 12.5, R. 25, q. 0.5.

Es ist ein axiler Desmomecyllinder vorhanden, welcher von einer doppelten Rindenscheide mit stark C-förmig verdickten, verholzten Zellen umgeben ist. Das Zwischengewebe besteht aus Hapalom. Es sind nur 2 oder 3 ganz kleine Leitstränge vorhanden; die Gefässe liegen in geraden Streifen, welche, falls 3 Leitstränge vorliegen, die Seiten eines gleichseitigen Dreiecks bilden, und an den Ecken mit einander verschmolzen sind; die Phloënteile sind getrennt. Die Gefässe sind sämtlich abrollbar, und kleiner als im Stengel (Maximum des Durchmessers hier 6, dort 15); die Siebröhren sind ungefähr ebenso gross wie dort.

Die Aussenwand der Epidermiszellen ist viel dünner als im Stengel (ihre Dicke hier  $1\frac{1}{2}$ , dort 4). Unter der Epidermis liegt eine Schutzscheide mit schwach O-förmig verdickten, schwach verholzten Zellen. Zwischen der Epidermis und dieser Zellschicht finden sich häufig ziemlich grosse Räume von rhombischem Querschnitt, die keine eigene Wand besitzen, also nichts anderes als Intercellularen sein können; (ähnliche Räume finden sich an gleicher Stelle auch im Stengel, doch konnte ich hier ihre Natur nicht feststellen). Das übrige lockere Gewebe der Rinde ist grösstenteils abgestorben und collabirt. Die noch lebenden Zellen derselben sind reich an Stärke.

## B. Dicotylen.

### 17. *Myosotis palustris* With.

a) Der Stengel. C. 89, R. 40, q. 2.2.

Eine Rindenscheide<sup>1)</sup> habe ich nicht nachweisen können; aber da das ganze Rindengewebe schwach verkorkt ist, so ist die Nachweisung derselben erschwert, und ich will ihre Abwesenheit nicht mit Gewissheit behaupten. Das Zwischengewebe der intermediären Zone besteht aus mehreren Schichten Hapalom. Es sind 6 Xylophloëmstränge vorhanden, die in ungleichen Abständen stehen, und von sehr ungleicher Grösse sind; mit ihnen alterniren 6 Phloëmstränge. — Die sämtlich abrollbaren Gefässe sind in radiale Reihen geordnet; solcher Reihen enthält der grösste Xylophloëmstrang 8, der kleinste nur eine.

Ueber Rinde und Mark ist nichts besonderes zu bemerken. — Stärke findet sich nur in der innersten Rindenschicht.

b) Das Rhizom. C. 51, R. 63, q. 0.8.

Auch hier ist das ganze Grundgewebe verkorkt, doch konnte ich das Vorhandensein einer unzweifelhaften Rindenscheide constatiren. Im übrigen unterscheidet sich der Bau nur wenig von dem des Stengels. Es sind nur 2 Phloëmstränge, welche kleiner sind als im Stengel, vorhanden; sie stehen in den beiden grössten von den Zwischenräumen, welche die Xylophloëmstränge zwischen sich lassen. Auch diese sind klein: der grösste enthält 3 Radialreihen von Gefässen; die radialen Reihen sind weniger regelmässig als im Stengel. Die Gefässe sind ebenfalls sämtlich abrollbar,

1) Ueber die Rindenscheide in den Stengeln der Dicotylen vgl. pag. 113.

und kleiner als im Stengel (Maximum des Durchmessers hier 10, dort 23); die Siebröhren konnte ich nicht messen. — Stärke findet sich nur in der Rindenscheide, und zwar spärlicher als im Stengel.

### 18. *Mentha arvensis* L.

a) Der Stengel ist vom quadratischem Querschnitt mit 4 scharf vorspringenden Kanten. C. 163, R. 13, q. 12.5.

Das Zwischengewebe der intermediären Zone besteht aus 2 Schichten Hapalom. Es sind dreierlei Leitstränge vorhanden: 4 grosse Xylophloemstränge vor den Ecken, 4 kleine vor den Seiten des Querschnitts, endlich 8 untereinander gleich grosse Phloemstränge, die mit jenen alternieren. — Die Gefässe sind in radiale Reihen geordnet; die 4 grossen Stränge enthalten 9–15 solcher Reihen, die kleineren 1–3. Sämtliche Gefässe sind abrollbar.

Die Epidermiszellen besitzen etwas verdickte Aussenwände. — Die Kanten des Stengels werden von Collenchym eingenommen. Das Rindenparenchym unterscheidet sich vom Markparenchym durch seine lockere, beinahe lacunöse Structur und durch seine Kleinzelligkeit. — Stärke findet sich nur in der innersten Rindenschicht.

b) Das Rhizom ist von rundlichem Querschnitt, die 4 Kanten sind nur schwach angedeutet. Es ist ebenso reichlich und mannigfaltig behaart, wie der Stengel<sup>1)</sup>. C. 120, R. 32.5, q. 3.7.

Der Centralcylinder ist von einer Rindenscheide umgeben. Das Zwischengewebe der intermediären Zone besteht

1) Den Mangel der Behaarung an Rhizomen, da wo sie am Stengel vorhanden ist, habe ich bisher und fernerhin als etwas selbstverständliches nicht erwähnt; ich hebe nur die Ausnahmen von der Regel hervor.

aus 2 Schichten, von denen die äussere Hapalom, die innere schwach verdicktes und schwach verholztes Sclerenchym ist. Auch auf der Rindenseite der Leitstränge finden sich in der Regel einige zerstreute, schwach verholzte Sclerenchymzellen. — Es sind nur 4 vor den Ecken gelegene Xylophloemstränge vorhanden; dieselben sind kleiner als die entsprechenden Stränge des Stengels, sie enthalten höchstens 4 Radialreihen von Gefässen. Die Phloemstränge sind von variabler Zahl und Grösse; auf dem nämlichen Querschnitt findet man zwischen je 2 Xylophloemsträngen deren 1–6; die grössten sind ungefähr so gross wie im Stengel, die kleinsten übertreffen an Grösse kaum eine der angrenzenden Hapalomzellen. — Unter den Gefässen überwiegen jedenfalls die abrollbaren; ich fand zwar auch getüpfelte, doch ist es fraglich, ob diese nicht schon secundären Ursprungs waren. Die (unzweifelhaft primären) Gefässe sind kleiner als im Stengel (Maximum des Durchmessers hier 14, dort 19); die Siebröhren sind ungefähr gleich gross wie dort.

Die Aussenwand der Epidermiszellen ist dünner als im Stengel (ihre Dicke hier  $1\frac{1}{2}$ , dort  $3\frac{1}{2}$ ). — Die in den Kanten gelegenen Rindenzellen zeigen nur Spuren collenchymatischer Verdickung. Die zwischen Rinden- und Markparenchym bestehenden, die Grösse der Zellen und Inter-cellularen betreffenden Differenzen sind viel geringer als im Stengel. Im Centrum des Markes befindet sich ein bald grösserer, bald kleinerer, zuweilen fast das ganze Mark einnehmender Luftgang. — Stärke fehlt.

### 19. *Lamium album* L.

ist im wesentlichen ähnlich wie *Mentha* gebaut, so dass es genügen wird, die Differenzen hervorzuheben.

a) Der Stengel. C. 155, R. 15, q. 10.3.

Die Anordnung der Leitstränge ist weniger regelmässig; zwischen je zweien von den 8 Xylophloemsträngen stehen nämlich bald 1, bald 2 kleine Stränge; in letzterem Falle ist einer der beiden ein Xylophloemstrang mit nur 1 Gefässreihe.

Das Rindenparenchym ist von dichterem Gefüge als bei *Mentha*, unterscheidet sich also hierin nur wenig vom Markgewebe; auch die Differenz in der Zellengrösse ist geringer. — Im Centrum des Marks befindet sich bisweilen ein Luftgang.

b) Das Rhizom ist unbehaart. C. 126, R. 26, q. 4.8.

Das Zwischengewebe der intermediären Zone ist breiter als bei *Mentha*, die 2—3 innersten Zellschichten desselben sind verholzt. Ueber den Leitsträngen finden sich keine Sclerenchymzellen. Die Stellung der Phloemstränge ist regelmässiger: 4 grössere alternieren mit den Xylophloemsträngen, und in den Zwischenräumen zwischen diesen 8 Strängen steht gewöhnlich noch je ein kleiner Phloemstrang. Die Xylophloemstränge sind zwar grösser als bei *Mentha*, aber immerhin noch kleiner als die entsprechenden des Stengels.

Ein centraler Luftgang ist bald vorhanden, bald nicht; in einem Exemplar war der Luftgang im Stengel vorhanden und fehlte im Rhizom, in einem anderen verhielt es sich gerade umgekehrt. — Stärke findet sich spärlich in der ganzen Rinde.

## 20. *Menyanthes trifoliata* L.

a) Der (vegetative) Stengel. C. 270, R. 288, q. 0.9.

Der Centralcylinder wird von einer Rindenscheide umgeben, deren Zellen ringsum verkorkt zu sein scheinen (die Verkorkung der tangentialen Wände ist aber nicht unzweifelhaft). Das Zwischengewebe der intermediären

Zone unterscheidet sich vom Mark- und Rindenparenchym nur durch sein dichtes Gefüge und etwas kleinere Zellen. Ueber die Zusammensetzung der Leitstränge kann ich, da ich nur ausgewachsene Zustände untersuchte, nichts sicheres angeben. Die in unregelmässigen Abständen gelegenen Xylophloemstränge sind von bedeutender, aber variabler Grösse. In einem Teil der zwischen ihnen befindlichen Zwischenräume steht je ein viel kleinerer Strang; diese Stränge bestehen teils bloß aus Phloem, teils aus solchem und einem kleinen, 1—wenige Tüpfelgefässe enthaltenden Xylem, das wol secundären Ursprungs sein dürfte. — Auf der Markseite einiger der grossen Leitstränge befindet sich eine kleine Gruppe von Sclerenchymzellen.

Die Epidermiszellen sind ringsum nach Art einer Schutzscheide verkorkt; ihre Aussenwand ist dünn. Rinde und Mark bestehen aus gleichartigem, lamellosem Parenchym. — Die Stärke ist auf die Rindenscheide beschränkt.

b) Das Rhizom. C. 148, R. 244, q. 0.6.

Der Bau desselben weicht nur wenig von demjenigen des Stengels ab. Die Zellen der Rindenscheide sind unzweifelhaft ringsum verkorkt. Es sind weniger Leitstränge vorhanden, als im Stengel (hier 10, dort 19), sie sind sämtlich von nahezu gleicher, beträchtlicher Grösse, und von gleicher Zusammensetzung.

Die Aussenwand der ebenfalls verkorkten Epidermiszellen ist dicker als im Stengel (ihre Dicke hier 4, dort  $1\frac{1}{2}$ ). — Stärke findet sich nicht in der Rindenscheide, sondern nur in den äussersten Rindenschichten.

c) Nachträglich hatte ich Gelegenheit, auch den Inflorescenzstiel (an Herbarienmaterial) zu untersuchen, allerdings nur unvollständig. Hier ist die Rinde relativ schmal, q dürfte jedenfalls mehr als 2.0 betragen. Die

Rindenscheide umgibt nicht rings den Centralcylinder, sondern ist nur über den Strängen vorhanden; in ihren Zellen ist nur der Casparysche Streifen verkorkt. Die Leitstränge haben auf der Rindenseite starke Sclerenchymbelege, auf ihrer Markseite befindet sich eine Gruppe dünnwandigen, verholzten Inoms. — Die Epidermiszellen sind nicht verkorkt.

### 21. *Trientalis europaea* L.

#### a) Der Stengel. C. 84, R. 18, q. 4.6.

Der Centralcylinder ist von einer Rindenscheide umgeben. Das Zwischengewebe der intermediären Zone besteht nach aussen aus einem 3—7-schichtigen Sclerenchymring mit stark verdickten Zellen, nach innen aus Hapalom. Xylemstränge und Phloëmstränge sind von einander ganz unabhängig, nur ausnahmsweise und offenbar zufällig steht ein Xylemstrang auf gleichem Radius mit einem Phloëmstrang. Die letzteren sind klein und in grosser Zahl vorhanden; zuweilen verschmelzen mehrere zu einem grösseren Strang. — Die Zahl, Grösse und Zusammensetzung der Gefässgruppen ist ausserordentlich variabel. Es können deren wenige, ca. 10, oder sehr viele vorhanden sein (wol immer aber ist ihre Zahl geringer als diejenige der Phloëmstränge); bald bestehen sie nur aus einer kurzen Radialreihe, bald aus einem grossen unregelmässigen Complex von Gefässen; bald nur aus kleinen, bald nur aus grossen, bald aus kleinen und grossen Gefässen. Die Hauptmasse der Gefässe ist abrollbar. — Besonders deutlich tritt die Unabhängigkeit der Xylem- und Phloëmstränge von einander dann hervor, wenn auch das zwischen ihnen gelegene Inom verholzt, was in vielen Exemplaren durchgängig, in anderen nur auf einem Teil des Querschnittes der Fall ist. Alsdann lehnen sich die Gefässgruppen direct an je einen Fortsatz des Scler-

enchymringes an, und die Phloëmgruppen sind rings von verholztem Inom umgeben. — Bemerkenswert ist, dass hier Cambium überhaupt nicht auftritt.

Die Aussenwände der Epidermiszellen sind etwas verdickt. Rinden- und Markparenchym sind ziemlich gleichartig, stärkereich.

b) Das Rhizom. C 61.5, R. 48.6, q. 1.3. Ich zähle nur die Differenzen auf.

Der Sclerenchymring der intermediären Zone ist 2-schichtig, seine Zellen schwächer verholzt, weitlumiger und dünnwandiger als im Stengel (hier Lumenweite 8, Wanddicke 2, dort 4 resp. 5); die inneren Schichten des Zwischengewebes verholzen nie. — Die Grösse und Zahl der Phloëmstränge ist geringer als im Stengel. Xylemstränge sind constant 6 vorhanden, ihre Grösse und Zusammensetzung ist ebenso variabel wie im Stengel. Die Gefässe sind vorwiegend, in manchen Strängen ausschliesslich getüpfelt. Die Grösse derselben ist bedeutender als im Stengel (Maximum des Durchmessers hier 29, dort 16); die Siebröhren sind ungefähr gleich weit wie dort.

Die Aussenwand der Epidermiszellen ist dünner als im Stengel (ihre Dicke hier 2, dort 3). Stärke ist ebenso reichlich vorhanden wie dort.

### 22. *Lysimachia vulgaris* L.

a) Der Stengel ist stumpf vierkantig. Er trägt zweierlei Haare: lange einfache, und Köpfchenhaare. C. 205, R. 16, q. 12.8.

Der Centralcylinder ist von einer Rindenscheide umgeben; ob die tangentialen Wände der Zellen derselben verkorkt sind, ist zweifelhaft. Das Zwischengewebe der intermediären Zone besteht nach aussen aus einem Scleren-

chymring, nach innen aus Hapalom, welches indessen, wie bei *Trientalis*, verholzen kann. — Die Leitstränge sind sehr dicht gestellt und durch meist nur schmale Streifen von Zwischengewebe getrennt, so dass, wenn letzteres unverholzt, die einzelnen Stränge gegen einander abzugrenzen kaum möglich ist. — Die Gefässe sind in mehr oder minder ausgesprochene Radialreihen angeordnet, — sie scheinen sämtlich abrollbar zu sein.

Die Epidermiszellen haben ziemlich dicke Aussenwände. Das Rindengewebe unterscheidet sich von dem lockeren Markparenchym durch sein viel dichteres Gefüge und seine kleineren Zellen. — Stärke fehlt entweder ganz, oder findet sich nur in einigen Zellen der Rindenscheide.

b) Das Rhizom ist von rundlichem Querschnitt. Es trägt nur spärliche Köpfchenhaare. C. 163.5, R. 69.5, q. 2.4.

Der Centralcylinder ist von einer Rindenscheide mit ringsum verkorkten Zellen umgeben. Das Zwischengewebe der intermediären Zone besteht nach aussen aus Hapalom, dagegen sind die 2—3 inneren Schichten desselben etwas verdickt und schwach verholzt. Ferner findet sich auf der Rindenseite einiger Leitstränge je eine Sclerenchymzelle, seltener eine kleine Gruppe solcher. Die Leitstränge sind zahlreich, sie stehen in sehr ungleichen Abständen von einander. Auch ihre Grösse und Zusammensetzung ist sehr wechselnd, wie im Rhizom von *Trientalis*. Die Gefässe, unter denen die getüpfelten sehr vorwiegen, bilden selten Radialreihen, meist unregelmässige Gruppen. Sie sowol als auch die Siebröhren sind grösser als im Stengel (Maximum des Durchmessers der Gefässe: hier 28, dort 10; desgleichen der Siebröhren: hier 10, dort 5).

Die Epidermiszellen sind dünnwandiger als im Stengel (die Dicke der Aussenwand hier  $1\frac{1}{2}$ , dort  $5\frac{1}{2}$ ). Die Rinde

ist von lamellöser, das Mark von lacunöser Structur; die Grösse der Zellen ist in beiden die gleiche. Beide sind sehr reich an Stärke.

### 23. *Thalictrum simplex* L.

a) Der Stengel ist unregelmässig kantig, die Zahl der Kanten variirt nach Individuen und Internodien. C. 108, R. 7, q. 15.4.

Das Zwischengewebe der intermediären Zone bildet einen aus dickwandigen Zellen bestehenden Sclerenchymring, der in der Inflorescenzregion nur schwach, an der Basis des Stengels dagegen sehr stark ist. Die Anordnung und Zahl der Leitstränge ist ebenfalls nach dem Internodium sehr verschieden. Im obersten vegetativen Internodium finden wir je einen Strang vor den Kanten, je einen vor den Seiten des Stengels; ausser diesen grossen, dem Sclerenchymring angelehnten Strängen sind noch einige winzige, in ihn eingeschlossene vorhanden. In einem mittleren Internodium ist die Zahl der Stränge grösser, vor jeder Seite des Stengels liegen mehrere; einige davon ragen mehr in's Mark vor, sie bilden einen inneren Kreis, die übrigen, welche von ungleicher Grösse, aber im allgemeinen kleiner als jene sind, bilden einen unregelmässigen äusseren Kreis. — Noch bedeutender ist die Zahl, noch variabler die Grösse, noch complicirter die Anordnung der Stränge in den untersten Stengelinternodien, wo man bereits 3 Kreise derselben unterscheiden kann. — Da ich nur ausgewachsene Zustände untersuchte, so kann ich über den Bau der Leitstränge nichts angeben.

Die dicke Aussenwand der Epidermiszellen hat eine starke Cuticularschicht. Die Zellen der Rinde sind klein, dünnwandig, inhaltreich, nur unter den Kanten schwach

collenchymähnlich verdickt und inhaltsarm. Die Zellen des Marks sind beträchtlich grösser und inhaltsarm, diejenigen der peripherischen Schichten überdies etwas verdickt und verholzt; auch ist das Markgewebe von dichterem Gefüge als das Rindengewebe. — Im Centrum des Marks befindet sich ein Luftgang. — Stärke fehlt.

b) Das Rhizom ist von kreisrundem Querschnitt. C. 149, R. 24.2, q. 6.2.

Der Centralcylinder ist von einer Rindenscheide umgeben. Das Zwischengewebe der intermediären Zone besteht aus Hapalom; nur auf der Rindenseite der Leitstränge befindet sich gewöhnlich ein Bogen von schwach verdickten Sclerenchymzellen. — Die Scleromestomstränge sind ebenso zahlreich wie im oberen Teil des Stengels, sie sind von ziemlich gleicher Grösse und bilden einen etwas unregelmässigen Kreis. Auf der Markseite haben sie ziemlich starke Belege von ebenfalls nur schwach verdicktem Sclerenchym, welches das Xylem von 3 Seiten einschliesst. Dieses enthält nur wenige Gefässe, die sich auf dem Querschnitt von dem umgebenden Sclerenchym kaum unterscheiden lassen; es kommen unter ihnen sowol abrollbare als getüpfelte vor.

Die Epidermiszellen sind ganz dünnwandig, nur mit einer zarten Cuticula versehen. Rinden- und Markparenchym sind ganz gleichartig. Ein centraler Luftgang fehlt. — Stärke findet sich im ganzen Grundgewebe, aber spärlich.

#### 24. *Ranunculus lingua* L.

(Es wurden nur ausgewachsene Exemplare untersucht.)

a) Der Stengel. C. 603, R. 55.5, q. 10.9.

Das Zwischengewebe der intermediären Zone besteht aus weitleumigen, schwach verdickten, verholzten Zellen

mit kleinen Intercellularen. Die Scleromestomstränge sind von variabler Grösse (die grössten von ca. doppelt so grossem Durchmesser als die kleinsten), die Extreme durch Uebergänge verbunden; sie bilden einen Kreis, innerhalb dessen keine Regelmässigkeit der Anordnung besteht. Sie sind auf der Rinden- und Markseite mit schwachen Belegen dickwandigen Sclerenchym versehen. Ob nicht die an den Leitstrang unmittelbar angrenzenden Sclerenchymzellen verkorkt sind, konnte ich nicht mit Sicherheit entscheiden, es scheint dies jedoch nicht der Fall zu sein.

Die Epidermiszellen besitzen verdickte Aussenwände. Die Rinde besteht aus lockerem, stärkefreiem Parenchym. Das Mark ist völlig resorbirt.

b) Das Rhizom. C. 385, R. 82, q. 4.7.

Das Zwischengewebe der intermediären Zone gleicht dem Rindenparenchym. Die Stränge sind von gleicher Grösse; ihre Zahl habe ich nicht genau bestimmt, sie ist aber bedeutend geringer als in den mittleren und selbst den oberen Internodien des Stengels. Die Leitstränge sind von Einzelscheiden umgeben; in manchen Exemplaren sind die Schutzscheidenzellen mit Ausnahme der seitlich gelegenen schwach verdickt und verholzt.

Die Aussenwand der Epidermiszellen ist viel dünner als im Stengel (ihre Dicke hier 2, dort 7). Das lockere Rindengewebe ist reich an Stärke; mit den Strängen alternierend, befinden sich in demselben grosse lysigene Lacunen. Das Mark ist resorbirt, bis auf einige peripherische Schichten, die völlig mit dem Rindenparenchym übereinstimmen.

#### 25. *Mercurialis perennis* L.

a) Der Stengel ist von elliptischem Querschnitt und besitzt 2 scharf vorspringende Leisten. C. 243, R. 27.5, q. 8.8.

Das Zwischengewebe der intermediären Zone besteht aus Hapalom, welches später verholzt. Es sind in den obersten Internodien 8 Leitstränge vorhanden: 2 grosse vor den Kanten, 2 kleinere, mit diesen alternirende, und 4 noch kleinere, diagonal gestellte; die ersteren enthalten ca. 13, die zweiten ca. 7, die dritten 3—4 Radialreihen von Gefässen, welche sämmtlich abrollbar sind. — In den mittleren Internodien wird die Zahl der Stränge beträchtlich grösser, und ihre Anordnung weniger regelmässig.

Die Aussenwand der Epidermiszellen ist verdickt. — Die Leisten des Stengels werden von Collenchym eingenommen. — Das Rindenparenchym unterscheidet sich kaum von dem Gewebe des Marks. Im Centrum des letzteren befindet sich ein Luftgang. — Stärke fehlt entweder, oder findet sich nur spärlich in der Nachbarschaft der intermediären Zone. — Viele Zellen enthalten je eine Druse von oxalsaurem Kalk.

b) Das Rhizom ist von kreisrundem Querschnitt. Es ist behaart, und zwar stärker und reichlicher als der Stengel. In einer gewissen Region in der Nähe der Spitze enthält es spärlich Chlorophyll. C. 183, R. 41, q. 4.5.

Eine Rindenscheide ist im primären Zustande nicht vorhanden<sup>1)</sup>. Das Zwischengewebe der intermediären Zone besteht aus Hapalom, dessen innere Schichten später verholzen. Es sind 9—11 Xylophloemstränge von variabler Grösse, und einige Phloemstränge vorhanden; ihre Anordnung zeigt keine Regelmässigkeit. Sie sind viel kleiner als im Stengel, enthalten höchstens 3 Radialreihen von Gefässen; diese sind sämmtlich abrollbar. Die Gefässe sind kleiner als im Stengel, die Siebröhren dagegen grösser (Ma-

ximum des Durchmessers der Gefässe hier 13, dort 19; desgleichen der Siebröhren hier 15, dort 11).

Die Aussenwand der Epidermiszellen ist genau ebenso dick wie im Stengel ( $4\frac{1}{2}$ ). Rinden- und Markparenchym sind völlig gleichartig. Ein centraler Luftgang fehlt. — Stärke ist im ganzen Grundgewebe reichlich vorhanden. Drusen von oxalsaurem Kalk fehlen.

Ausser den beschriebenen habe ich weniger eingehend, nur auf die wichtigsten Merkmale achtend, folgende Pflanzen (zum Teil an Herbarienmaterial) untersucht:

*Blysmus compressus*, *Typha latifolia*, *Sparganium simplex*, *Polygonatum multiflorum*, *Convallaria majalis*, *Hermidium monorchis*, *Corallorhiza innata*, *Cypripedium calceolus*, *Brunella vulgaris*, *Sweetia perennis*, *Achillea millefolium*, *Parnassia palustris*, *Hypericum quadrangulum*, *Lychnis flos cuculi*, *Epilobium palustre*, und das Rhizom von *Asarum europaeum*. — Nach fertigen Dauerpräparaten habe ich verglichen *Asperula odorata* und *Senecio sarracenicus*.

Meine Untersuchungen erstrecken sich demnach auf 43 Species aus 21 Familien, und zwar 24 Monocotylen aus 8 Familien, und 19 Dicotylen aus 13 Familien. Unter diesen Pflanzen sind Bewohner der verschiedensten Standorte ziemlich gleichmässig vertreten; es wachsen 6 Species auf trockenen Wiesen, 10 auf trockenem Waldboden, 6 auf Gartenboden, 10 auf feuchten Wiesen, 8 in nassen Gräben, 3 in tiefen Sümpfen.

1) Vgl. hierüber pag. 112.

### III. Allgemeiner Teil.

#### Zusammenfassung der Resultate.

Im Interesse einer möglichst vollständigen Beantwortung der hier behandelten Frage (mit den von mir angenommenen Einschränkungen) sollen in diesem Teil nicht nur die Resultate meiner eigenen, sondern auch diejenigen fremder Untersuchungen, soweit sie die meinigen ergänzen oder ihnen zuwiderlaufen, besprochen werden.

Das allgemeinste Resultat, welches die Untersuchung der im vorigen Teil aufgeführten Pflanzen ergeben hat, ist folgendes:

Zwischen dem Bau der Stengel und demjenigen der Rhizome bestehen durchgängig beträchtliche Verschiedenheiten; diese Verschiedenheiten sind sehr mannigfaltig, es gibt kaum einen Punkt, worin die Rhizome nicht von den Stengeln abweichen könnten; sowol die Art, als die Menge der Differenzen ist bei den verschiedenen Pflanzen sehr wechselnd; manche von ihnen finden sich nur vereinzelt, andere sind häufig, wieder andere sind Regel und fehlen nur hin und wieder, kaum eine einzige findet ausnahmslos statt. Es ist somit nicht möglich, eine Reihe von anatomischen Characteren aufzustellen, wodurch alle Rhizome sich von allen Stengeln unterscheiden; wol möglich ist es dagegen, indem man je mehrere häufig oder

auch nur vereinzelt vorkommende Differenzen unter gemeinsame Gesichtspunkte zusammenfasst, gewisse Tendenzen festzustellen, die sich in dem Bau der Rhizome gegenüber demjenigen der Stengel kundgeben. Eine bestimmte Tendenz ist man schon dann anzunehmen berechtigt, wenn dieselbe auch nicht allgemein, sondern nur einigermaassen häufig zu Tage tritt, und das entgegengesetzte Verhalten nicht oder nur ganz ausnahmsweise sich vorfindet. Es gibt aber auch manche ganz vereinzelt vorkommende Unterschiede, welche sich nicht unter allgemeinere Gesichtspunkte fassen lassen, sondern als zufällig aufgefasst werden müssen; diese sind von der folgenden Betrachtung ausgeschlossen.

Manche Tendenzen erkennen wir als zweckmässig, zu den biologischen Bedingungen, unter denen sich die betreffenden Pflanzenteile befinden, in Beziehung stehend; in anderen Fällen lassen sich solche Beziehungen, vorläufig wenigstens, nicht nachweisen, wir müssen das Vorhandensein einer Tendenz einfach registriren.

Schlimmer als mit der Erkenntniss der causae finales, der Zweckmässigkeit, steht es mit derjenigen der causae efficientes, der Frage, wie durch den Aufenthalt in der Erde, das Fehlen des Lichtes, die veränderten Temperatur- und Feuchtigkeitsverhältnisse etc. der abweichende Bau der Rhizome zu Stande kommt, der ja von Costantin als zum Teil auf unmittelbarer Anpassung beruhend nachgewiesen worden ist. Hierüber sind wir noch völlig im Dunkeln. Bevor an die Lösung dieser Frage auch nur gedacht werden kann, müssen die Factoren, welche hier zusammenwirken, durch ausgedehnte vergleichend-anatomische und experimentelle Untersuchungen isolirt werden, — eine schwierige, aber dankbare Aufgabe.

### Unterschiede, welche das Verhältniss des Centralcylinders zur Rinde betreffen.

In den Rhizomen ist das Verhältniss des Durchmessers des Centralcylinders zur Dicke der Rinde geringer als in den Stengeln derselben Pflanzen, also die intermediäre Zone mehr nach innen verlegt. Dies wurde zuerst von Schwendener<sup>1)</sup>, sodann auch von Falkenberg<sup>2)</sup> erkannt und ausgesprochen, von beiden nur für die Monocotylen; von Costantin<sup>3)</sup> wurde die Giltigkeit dieser Regel auch für die Dicotylen bestätigt und durch Zahlenangaben illustriert — Die von mir gefundenen Zahlenwerte stelle ich in beifolgender Tabelle zusammen, in die ich zum Vergleich auch einige an Wurzeln derselben Pflanzen angestellte Messungen aufnehme. In dieser Tabelle bedeutet Q. die Zahl, welche man erhält, wenn man den Wert für q. im Stengel durch den Wert für q. im Rhizom dividirt; sie ist der Maassstab für die Verminderung, welche das Verhältniss des Centralcylinders zur Rinde im Rhizom gegenüber dem Stengel erfährt.

Name der Pflanze.	Stengel.			Rhizom.			Q.	Wurzel.		
	C.	R.	q.	C.	R.	q.		C.	R.	q.
<i>Triticum repens</i> . . . . .	226	10.5	21.5	129	35.2	3.7	5.8	14	16	0.9
<i>Calamagrostis epigeios</i> . . . . .	255	7	36.4	127	65.5	1.9	19.2	—	—	—
<i>Glyceria aquatica</i> . . . . .	411	37	11.1	359	64.5	5.6	2.0	20	48	0.4
<i>Carex chordorrhiza</i> . . . . .	148	7.5	20.0	117	33	3.5	5.7	—	—	—

1) Das mechanische Princip im anatomischen Bau der Monocotylen, 1874, pag. 117 und 118.

2) Vergleichende Untersuchungen über den Bau der Vegetationsorgane der Monocotylen, 1876, pag. 134.

3) l. c.

Name der Pflanze.	Stengel.			Rhizom.			Q.	Wurzel.		
	C.	R.	q.	C.	R.	q.		C.	R.	q.
<i>Carex globularis</i> . . . . .	78	10	7.8	79	35	2.3	3.4	—	—	—
<i>Scirpus silvaticus</i> . . . . .	390	21.5	18.1	239	102	2.3	7.9	16	23	0.7
<i>Blasmus compressus</i> . . . . .	Rinde nur wenige Zellschichten dick.			94	99.5	0.9	—	—	—	—
<i>Typha latifolia</i> . . . . .	—	—	22.3	—	—	1.8	12.4	—	—	—
<i>Sparganium simplex</i> . . . . .	139	23	6.0	41	33	1.2	5.0	—	—	—
<i>Juncus bufonius</i> . . . . .	180.5	11	16.4	87	54.5	1.6	10.3	—	—	—
<i>Luzula campestris</i> * . . . . .	117	8	14.6	118	21	5.6	2.6	—	—	—
<i>Polygonatum multiflorum</i> . . . . .	240	8.7	27.6	437	71	6.1	4.5	37	76	0.5
<i>Convallaria majalis</i> . . . . .	Rinde nur wenige Zellschichten dick.			148	70	2.1	—	—	—	—
<i>Paris quadrifolia</i> * . . . . .	250	50	5.0	106	120	0.9	5.6	—	—	—
<i>Majanthemum bifolium</i> . . . . .	112	18.7	6.0	54	47	1.2	5.0	10	12.5	0.8
<i>Iris sibirica</i> * . . . . .	459	15.3	30.0	495	78	6.3	4.8	32	63	0.5
<i>Epipactis palustris</i> * . . . . .	265	30.2	8.8	90	126	0.7	12.6	—	—	—
<i>Listera cordata</i> * . . . . .	77.8	30.8	2.5	29	38	0.8	3.1	—	—	—
<i>Goodyera repens</i> * . . . . .	156.5	29.5	5.3	53	125	0.4	13.3	—	—	—
<i>Cypripedium calceolus</i> * . . . . .	Rinde nur wenige Zellschichten dick.			340	130	2.6	—	—	—	—
<i>Scheuchzeria palustris</i> . . . . .	112	50.5	2.2	97	112	0.9	2.4	33	50	0.7
<i>Triglochin palustris</i> . . . . .	93	9.3	10.0	12.5	25	0.5	20.0	—	—	—
<i>Myosotis palustris</i> . . . . .	89	40	2.2	51	63	0.8	2.8	—	—	—
<i>Mentha arvensis</i> . . . . .	163	13	12.5	120	32.5	3.7	3.4	—	—	—
<i>Lamium album</i> . . . . .	155	15	10.3	126	26	4.8	2.1	—	—	—
<i>Brunella vulgaris</i> . . . . .	—	—	8.3	—	—	2.6	3.2	—	—	—
<i>Meyanthes trifoliata</i> . . . . .	270	288	0.9	148	244	0.6	1.5	30	76	0.4
<i>Sweetia perennis</i> . . . . .	142	33.7	4.2	137	45	3.0	1.4	17	19	0.9
<i>Asperula odorata</i> . . . . .	—	—	2.3	—	—	1.6	1.4	—	—	—
<i>Achillea millefolium</i> . . . . .	171	15.5	11.0	85	33	2.6	4.2	—	—	—
<i>Trientalis europaea</i> . . . . .	84	18	4.6	61.5	48.6	1.3	3.5	—	—	—
<i>Lysimachia vulgaris</i> . . . . .	205	16	12.8	163.5	69.5	2.4	5.3	—	—	—
<i>Thalictrum simplex</i> . . . . .	108	7	15.4	149	24.2	6.2	2.5	—	—	—
<i>Ranunculus lingua</i> . . . . .	603	55.5	10.9	385	82	4.7	2.3	17	42	0.4
<i>Parnassia palustris</i> * . . . . .	82	7.5	10.9	44	81	0.5	21.8	25	30	0.8
<i>Hypericum quadrangulum</i> . . . . .	68.5	11.5	6.0	69	38	1.4	4.3	—	—	—
<i>Mercurialis perennis</i> . . . . .	243	27.5	8.8	183	41	4.5	2.0	—	—	—
<i>Epilobium palustre</i> . . . . .	—	—	4.4	—	—	2.0	2.2	—	—	—

Bei den mit einem Stern (\*) bezeichneten Pflanzen ist im Rhizom der Wert für R. zu klein, — mithin derjenige für q. zu gross und für Q. zu klein —, weil die Epidermis und vielleicht auch noch die subepidermalen Zellschichten fehlten.

Bei *Herminium monorchis*, *Corallorhiza innata*, *Senecio sarracenicus* und *Lychnis flos cuculi* wurden zwar keine Messungen gemacht, aber Q. ist hier jedenfalls gross.

Aus dieser Tabelle ersieht man die grosse Variabilität der hier in Betracht kommenden Verhältnisse. Der Wert für q. im Stengel schwankt zwischen 36.4 und 2.2 (wenn wir von *Menyanthes*<sup>1)</sup> absehen); derjenige für q. im Rhizom zwischen 6.3 und 0.4; derjenige für Q., auf den es hier hauptsächlich ankommt, zwischen 21.8 und 1.4. Er ist also bis weilen nur wenig grösser als 1, sinkt aber nie auf diesen Wert herab, d. h. das Verhältniss zwischen Centralcylinder und Rinde ist im Rhizom ausnahmslos kleiner als im Stengel (auch Costantin hat von dieser Regel keine Ausnahme gefunden; freilich hat er nur einen Teil der untersuchten Pflanzen gemessen). — Auffallend ist der niedrige Wert für q. im Stengel von *Menyanthes*; derselbe erklärt sich dadurch, dass diesem eine der wesentlichen Eigentümlichkeiten der meisten Stengel, der aufrechte Wuchs, abgeht; in dem aufrechten Inflorescenzstiel von *Menyanthes* ist q. beträchtlich grösser, jedenfalls übersteigt es 2.0. Auch in anderen kriechenden Stengeln, z. B. *Scindapsus multijugus* nach Falkenberg<sup>2)</sup>, soll die Rinde eine auffallende Mächtigkeit haben. Indessen habe ich auch bei dem aufrechten Stengel von *Honkenya peploides* einen auffallend niedrigen Wert von q. beobachtet, nämlich ungefähr 1.0. Leider hatte ich nicht Gelegenheit, das Rhizom dieser Pflanze zu unter-

1) Die im speciellen Teil und in der Tabelle genannten Pflanzen, mit Ausnahme der *Carices*, werde ich fortan der Kürze halber nur mit dem Gattungsnamen bezeichnen.

2) l. c. pag. 134.

suchen, um zu constatiren, ob auch hier die allgemeine Regel zutrifft. — Ein auffallend kleines Mark und sehr dicke Rinde findet sich ferner nach Vöchting<sup>1)</sup> bei vielen *Rhipsalideen*.

Ein Vergleich der 3., 6. und 10. Rubrik der Tabelle lehrt, dass in Bezug auf das Verhältniss des Centralcylinders zur Rinde die Rhizome die Mitte zwischen den Stengeln und den Wurzeln halten. Wenn aber Schwendener<sup>2)</sup> zwischen den oberirdischen Stengeln und den unterirdischen Organen einen „so radicalen Gegensatz“ findet, dass „Rhizome und Wurzeln sich anatomisch näher stehen, als Rhizome und oberirdische Stammorgane“, und wenn es nach ihm „Beispiele gibt, dass die Annäherung zwischen Rhizomen und Wurzeln fast bis zur Uebereinstimmung geht,“ so muss dem entschieden widersprochen werden. Schwendener hat offenbar die constanten anatomischen Charaktere der Wurzeln, wodurch sich diese gegenüber allen Stammorganen, ober- wie unterirdischen, auszeichnen, — nämlich das Vorhandensein einfacher Leitstränge, die alternirende Stellung der Xylem- und Phloëmstränge, und die centripetale Ausbildung beider, — ganz vergessen; er stützt sich blos auf die Verminderung des Verhältnisses zwischen Centralcylinder und Rinde. Aber auch diese berechtigt durchaus nicht zu einer solchen Behauptung; aus der Tabelle ergibt sich, dass in 5 von 11 Fällen das Rhizom in Bezug auf das Verhältniss des Centralcylinders zur Rinde dem Stengel näher, und zwar meist bedeutend näher steht als der Wurzel, — in 1 Fall hält es genau die Mitte zwischen beiden, in 4 Fällen steht es der Wurzel, aber nur in einem derselben bedeutend näher. Eine merkwürdige Ausnahme

1) l. c.

2) l. c. pag. 118 u. 119.

bildet *Parnassia*, wo  $q$ . im Rhizom noch kleiner ist als in der Wurzel (wenn nicht bei der Messung der letzteren ein Versehen untergelaufen ist). — Schwendeners Behauptung ist somit nicht zutreffend, und mit ihr fallen auch die Schlüsse, welche Schwendener aus derselben für die Bedeutung des mechanischen Princips herleitet. Eher könnte man es gegen die allgemeine Giltigkeit dieses Princips anführen, dass trotz der so „verwandten mechanischen Verhältnisse“, unter denen Rhizome und Wurzeln leben, erstere dennoch meist den Stengeln so viel näher stehen als den Wurzeln. Auch der Umstand spricht nicht gerade zu Gunsten der unbestrittenen Herrschaft des mechanischen Princips, dass die Verminderung von  $q$ . auch dann statt hat, wenn entweder im Stengel, oder im Rhizom oder in beiden gar keine specifisch mechanischen Elemente vorhanden sind (wie bei den meisten Dicotylen, den *Lilieen*, *Orchideen* u. a.), und dass die Verminderung von  $q$ . in diesen Fällen durchaus nicht geringer ist, als sonst. Man kann eben die Verminderung von  $q$ . nicht allgemein dadurch erklären, dass die Rhizome nicht biegungsfest zu sein brauchen; dies giebt auch Schwendener zu, der sich damit hilft, dass er dem Stereom und dem Mestom, jedem für sich, in den Rhizomen eine centripetale Tendenz zuschreibt. Aber diese centripetale Tendenz zeigt nicht nur das Stereom (Sclerenchym) sondern ganz in derselben Weise auch das Hapalom, also überhaupt das Inom. Es wird daher richtiger und natürlicher sein, nicht 2 oder 3 gesonderte Tendenzen zu schaffen, sondern einfach zu constatiren, dass das Desmom (des Centralcylinders) in den Rhizomen eine centripetale Tendenz zeigt, die in ihrer Allgemeinheit mit dem mechanischen Princip wol nichts zu schaffen hat. Wo sich dagegen im Stengel und im Rhizom

Sclerenchym findet, lässt sich die veränderte Stellung desselben allerdings zu den veränderten mechanischen Anforderungen in Beziehung setzen; hierüber soll weiter unten die Rede sein.

Vorher bleibt noch die Frage zu besprechen, wodurch die ausnahmslose absolute Zunahme der Rinde, und die häufig stattfindende absolute Abnahme des Markes in den Rhizomen bewirkt wird, — durch Veränderung der Zahl, oder durch Veränderung der Grösse der Zellen? Um dieses zu entscheiden, habe ich eine Reihe von Messungen und Zählungen vorgenommen, die ich in beifolgender Tabelle zusammenstelle. Die Zahlen der beiden letzten Rubriken ergeben sich durch eine einfache Rechnung aus denen der 4 ersten.

Name der Pflanze.	Durchmesser des Marks resp. Dicke der Rinde.		Zellenzahl im Durchmesser resp. im Radius.		Die Veränderung wird bewirkt durch Veränderung der	
	Stengel	Rhizom	Stengel	Rhizom	Zellenzahl zu	Zellengröße zu
Mark von <i>Luzula</i> . . .	112	85	15	17	—	—
Mark von <i>Juncus</i> . . .	187	42	38	27	$\frac{14}{45}$	$\frac{31}{45}$
Rinde von <i>Hypericum</i> . .	11	41	8	11	$\frac{14}{37}$	$\frac{23}{37}$
Mark von <i>Brunella</i> . . .	165	65	25	22	$\frac{11}{28}$	$\frac{17}{28}$
Rinde von <i>Trientalis</i> . .	18	48	7	8	$\frac{3}{7}$	$\frac{4}{7}$
Rinde von <i>Majanthemum</i> . .	18	55	5	9	$\frac{3}{5}$	$\frac{2}{5}$
Rinde von <i>Mentha</i> . . .	11	30	5	9	$\frac{2}{3}$	$\frac{1}{3}$
Rinde von <i>Epipactis</i> . . .	30	126	6	18	$\frac{5}{7}$	$\frac{2}{7}$
Rinde von <i>Juncus</i> . . .	12	66	7	28	$\frac{8}{11}$	$\frac{3}{11}$
Mark von <i>Majanthemum</i> . .	120	65	28	17	$\frac{16}{19}$	$\frac{3}{19}$
Mark von <i>Mentha</i> . . .	130	80	23	16	$\frac{7}{8}$	$\frac{1}{8}$
Mark von <i>Trientalis</i> . . .	65	57	17	12	—	—

Wir sehen also, dass die Beteiligung der beiden Factoren eine sehr variable ist; bald halten sie sich ungefähr das Gleichgewicht, bald überwiegt der eine, bald der andere,

und zwar in sehr wechselndem Grade; es mögen sich also auch Fälle finden, wo einer derselben allein die Veränderung bewirkt. Es kommt sogar vor, dass Zahl und Grösse der Zellen sich in ungleichem Sinne verändern; so im Mark von *Trientalis* und *Luzula*. Die Abnahme des Markdurchmessers im Rhizom beruht bei *Trientalis* ausschliesslich auf der starken Verminderung der Zellenzahl, während die Grösse der Zellen sogar etwas zugenommen hat. Im Mark von *Luzula* wiederum ist die Zellenzahl im Rhizom etwas grösser als im Stengel, aber der Durchmesser der Zellen viel kleiner.

Bisweilen geht die Contraction des Desmomringes in den Rhizomen so weit, dass das Mark völlig schwindet, und ein axiler Desmomcylinder zu Stande kommt; indessen ist dies eine seltene Erscheinung, die auf die Monocotylen beschränkt zu sein scheint. Bisher war sie nur bei *Coralorrhiza innata*, *Epipogon Gmelini*, und im Ausläufer von *Hermidium monorchis* bekannt<sup>1)</sup>, denen ich das Rhizom von *Listera* und den Ausläufer von *Triglochin* (letzterer ist ein besonders charakteristisches Beispiel) hinzufügen kann. Besonders interessant ist das Rhizom von *Goodyera*; dasselbe besitzt normal ein kleines aber unverkennbares Mark; an einzelnen dünneren Stellen des Rhizoms fehlt das Mark völlig, und es ist ein axiler Desmomcylinder vorhanden.

#### Unterschiede, welche mit der Art und Weise der mechanischen Inanspruchnahme zusammenhängen.

Wo im Stengel speciell der Biegungsfestigkeit dienende Einrichtungen vorhanden sind, wie bei den *Gramineen*

1) Vgl. Reinke „Zur Kenntniss des Rhizoms von *Coralorrhiza* und *Epipogon*“, Flora 1873, und Russow „Betrachtungen über das Leitbündel- und Grundgewebe“, 1875, pag. 62 und 63.

die Rippen des Sclerenchymringes, bei den *Cypereen* die bis an die Epidermis reichenden Sclerenchymbelege der Leitstränge, — dort fehlen dieselben im Rhizom. — Vor allem aber ist hier zu nennen die Abrundung des Querschnitts der Rhizome, eine Erscheinung, die so auffallend sie ist, vor Costantin gar nicht beachtet worden zu sein scheint. Der Stengelquerschnitt ist sehr häufig nicht kreisförmig, sondern in sehr verschiedener Weise eckig, gebuchtet, etc. (vgl. im speciellen Teil die Beschreibungen von *Calamagrostis*, *Glyceria*, der *Cypereen*, *Luzula*, der *Lilieen*, *Listera*, der *Labiaten*, *Lysimachia*, *Thalictrum*, *Mercurialis*), der Querschnitt des Rhizoms der genannten Pflanzen ist (mit Ausnahme der *Labiaten*) kreisrund. Diese Abrundung des Rhizoms wurde ausser bei den genannten noch bei folgenden Pflanzen constatirt: *Blysmus*, *Convallaria*, *Polygonatum*, *Asperula*, *Achillea*, *Senecio*, *Parnassia*, *Hypericum* und *Lychnis*. — Unvollständig ist die Abrundung des Rhizoms bei den von mir untersuchten *Labiaten* (*Mentha*, *Lamium*, *Brunella*), hier sind die 4 Kanten des Stengels auch am Rhizom noch mehr oder weniger stark angedeutet; bei *Lamium* habe ich beobachtet, dass die Abrundung um so vollständiger ist, je tiefer unter der Erde sich das Rhizom befindet. Uebrigens findet sich bei vielen anderen *Labiaten* (nach Costantin) eine vollständige Abrundung. — Bei *Epilobium* fand ich unterirdische Stammorgane von stumpfrhombischem Querschnitt, während der Stengel rund ist und nur 2 scharfe Leisten besitzt; hier ist also von einer Abrundung keine Rede. Indessen haben wir es bei *Epilobium* nicht mit einem eigentlichen Rhizom zu thun, sondern mit kurzen Zweigen, welche sich bald bewurzeln, vom Rhizom loslösen und im nächsten Jahr zu Stengeln auswachsen (vom eigentlichen Rhizom hatte ich keine jungen

Zustände zur Verfügung); dieselben sind mit alternirenden Paaren dicker fleischiger Niederblätter dicht besetzt, und es ist nicht unmöglich, dass nur durch den Druck dieser auf das weiche bildsame Gewebe des Stammes die rhombische Querschnittsform des letzteren zu Stande kommt. Diese Ausnahme ist also nicht geeignet, die allgemeine Regel zu beeinträchtigen, auch abgesehen davon, dass sie ganz vereinzelt ist. — In Bezug auf die Querschnittsform stimmen die Rhizome völlig mit den Wurzeln überein (auch unter diesen gibt es Ausnahmen, so fand ich bei *Thalictrum simplex* Wurzeln von scharf 4-eckigem Querschnitt).

Vergleicht man diejenigen Rhizome, in deren Centralcylinder sich Sclerenchym befindet, mit den Stengeln derselben Pflanzen, so bemerkt man, dass die Anordnung derselben in den Rhizomen mehr oder weniger deutlich den Principien der Zugfestigkeit entspricht. Dies zeigt sich vor allem ganz allgemein darin, dass die Sclerenchymringe mehr dem Centrum genähert liegen, als in den Stengeln; — eine bereits oben besprochene Erscheinung. Aber noch einige andere, mehr isolirte Erscheinungen gehören hierher. Im Rhizom von *Scirpus* sind die Leitstränge von Sclerenchym umgeben; die Belege der peripherischen Stränge sind auf beiden Seiten gleich stark, je mehr nach innen dagegen die Stränge liegen, um so stärker wird der Beleg auf der Markseite und erreicht schliesslich eine beträchtliche Mächtigkeit, während derjenige auf der Rindenseite schwach bleibt. — Im Rhizom von *Iris* hat die Mehrzahl der Leitstränge keine Sclerenchymbelege; nur von den dem Centrum genäherten Strängen haben mehrere starke Sclerenchymbelege, und zwar nur auf der Markseite. — Bei *Carex chordorrhiza* und *Thalictrum* ist im Centralcylinder des Rhizoms nur ein Kreis von Strängen vorhanden, welche beider-

seits Sclerenchymbelege haben, auf der Markseite aber stärkere. — Derartige Erscheinungen finden sich zwar bei den übrigen von mir untersuchten Rhizomen nicht, oder nicht so deutlich, aber das entgegengesetzte Verhalten habe ich nie gefunden, während in den Stengeln bekanntlich die Sclerenchymbelege nach der Peripherie hin an Stärke zuzunehmen und auf der Rindenseite stärker als auf der Markseite zu sein pflegen. — In manchen dicotylen Rhizomen verdicken sich und verholzen die inneren Schichten des Inoms der intermediären Zone, und es entsteht so ein innerer Sclerenchymring; so bei den untersuchten *Labiaten*, *Mercurialis*, *Achillea* und *Lysimachia*. (Die Sclerose beginnt bald früher, bald später, bei *Mercurialis* erst nach begonnener Thätigkeit des Interfascicularcambiums; vollendet ist sie immer erst im secundären Zustande). Sehr prägnante Beispiele liefern die beiden letztgenannten Pflanzen, die im Stengel einen äusseren, im Rhizom einen inneren Sclerenchymring haben; bei *Mercurialis* ist im Stengel ebenfalls ein innerer, aber doch weiter nach aussen reichender, im Stengel der *Labiaten* ist gar kein Sclerenchymring vorhanden. — Einer ähnlichen Erscheinung begegnen wir unter den Monocotylen bei den Rhizomen von *Juncus*, *Carex globularis* und den anomal gebauten von *Scirpus*; hier sind ebenfalls die äussersten Schichten des Desmomringes unverholzt, die inneren verholzt. — Die Sclerenchymringe in den Stengeln der Monocotylen nehmen gewöhnlich nur die äussersten Schichten des Centralcylinders ein, alle oder die Mehrzahl der Stränge lehnen sich blos von innen an ihn an (vgl. z. B. *Triticum*, *Calamagrostis*, *Iris*, *Goodyera*); in den monocotylen Rhizomen hingegen pflegt der Sclerenchymring breiter zu sein, mehr nach innen überzugreifen und einen oder häufig mehrere Kreise von Leitsträngen in sich einzu-

schliessen (vgl. z. B. *Triticum*, *Carex globularis*, *Juncus*, *Scirpus*.) — Alle diese Erscheinungen können wir folgendermaassen zusammenfassen: In den Stengeln liegt das Sclerenchym vorwiegend nach aussen, in den Rhizomen vorwiegend nach innen vom Mestom, eine Regel, die aber mehrfache Ausnahmen erleidet.

Noch ist ein Umstand zu nennen, der ebenfalls mit der zugfesten Construction der Rhizome in Zusammenhang steht, dass nämlich centrale Luftgänge in Rhizomen viel seltener vorkommen als in Stengeln, oder doch kleiner sind als dort, gewöhnlich nicht nur absolut, sondern auch relativ, d. h. einen geringeren Teil des Marks einnehmen. Bei folgenden Pflanzen ist im Stengel ein centraler Luftgang vorhanden, im Rhizom nicht: *Carex globularis*, *Scirpus*, *Luzula*, *Iris*, *Triglochin*, *Achillea*, *Thalictrum*, *Mercurialis*, *Lycnis*. — Bei *Triticum*, *Calamagrostis* und *Ranunculus* ist ein solcher im Rhizom zwar vorhanden, aber relativ kleiner als im Stengel; relativ grösser ist derselbe dagegen in den (alten) Rhizomen von *Glyceria* und *Carex chordorrhiza*. Eigenthümlich verhalten sich die *Labiates*; bei *Mentha*, *Brunella* und manchen Exemplaren von *Lamium* findet sich ein centraler Luftgang nur im Rhizom, bei anderen Exemplaren von *Lamium* nur im Stengel. — Hierher gehört auch die Thatsache, dass bei *Juncus* und *Epipactis* das Mark im Stengel von lockerem, im Rhizom von dichtem Gefüge ist. Ob dieses Verhalten auch sonst noch stattfindet, habe ich leider nicht beachtet; eine allgemeine Regel scheint in dieser Beziehung nicht zu bestehen, ebensowenig aber scheint das entgegengesetzte Verhalten jemals stattzufinden.

Im Anschluss hieran mögen auch die Lacunen der Rinde besprochen werden. Bei den *Carices* und *Blysmus*

finden sich lysigene Lacunen in der Rinde sowol des Stengels, als des Rhizoms, in letzterem sind sie aber bedeutend grösser. Nur in der Rinde des Rhizoms finden sich grosse lysigene Lacunen bei *Glyceria*, *Juncus* und *Ranunculus*; ähnlich verhält sich *Triglochin*, wo in der Rinde zwar keine eigentlichen lysigenen Lacunen vorkommen, wo aber grosse Partien des Gewebes abgestorben und collabirt, doch nicht geschwunden sind. Bei *Scirpus* sind zwar grosse lysigene Lacunen in der Rinde auf den Stengel beschränkt, dafür ist aber die Rinde des Rhizoms von lamellöser Structur. — Die Rinde ist im Stengel von dichtem, im Rhizom von lamellösem Gefüge bei *Typha* und *Lysimachia*; bei *Glyceria*, *Epipactis* und wol noch anderwärts ist sie ebenfalls im Rhizom lockerer als im Stengel, wenn auch der Unterschied nicht so bedeutend ist. Anders verhält sich *Luzula*: hier befinden sich in der Rinde des Stengels grosse Lacunen, die von zahlreichen Zellfäden durchzogen werden, die Rinde des Rhizoms hingegen hat nur kleine Intercellularen. — Von dieser vereinzelt Ausnahm abgesehen, kann man die jedenfalls häufig gültige Regel aussprechen, dass die Rinde in den Rhizomen mehr und grössere luftführende Räume enthält, als in den Stengeln, und noch allgemeiner: Die luftführenden Räume finden sich in den Stengeln vorwiegend im Mark, in den Rhizomen vorwiegend in der Rinde.

Häufig findet sich in den Rhizomen ein subepidermaler, 1—mehrschichtiger Ring von Sclerenchym oder sclerotischem Parenchym, welcher demselben eine grössere Festigkeit gegen radial wirkenden Druck ver-

leicht. Es ist dies zuerst von Schwendener<sup>1)</sup> erwähnt und erklärt worden; nach ihm verhalten sich hierin die Rhizome den Wurzeln derselben Pflanze gleich. Ich fand diese Einrichtung nur bei monocotylen Rhizomen, und zwar (abgesehen von *Triticum* und *Iris*) nur bei solchen mit lockerer Rinde, was sehr erklärlich ist. Es sind folgende: *Triticum*, *Glyceria*, die 4 untersuchten *Cypereen*, *Juncus*, *Iris*, *Scheuchzeria*, *Triglochin*. Im Stengel fand ich einen solchen Ring nur bei *Glyceria* und *Scheuchzeria*; bei letzterer steht der Stengel unter ähnlichen mechanischen Bedingungen, wie das Rhizom; das Verhalten von *Glyceria* dagegen ist rätselhaft, zumal da hier der subepidermale Sclerenchymring im Stengel stärker ist, als im Rhizom.

Eine interessante Correlation findet bei den monocotylen Rhizomen statt zwischen dem Vorhandensein oder Fehlen dieses Ringes und der Dicke der Aussenwand der Epidermiszellen (sofern diese noch erhalten sind). Ist ein subepidermaler Ring verdickter Zellen vorhanden, so ist die Aussenwand der Epidermiszellen dünn, oder doch dünner als im Stengel; fehlt ein solcher Ring, so ist sie beträchtlich, stärker als im Stengel, verdickt. Ersteres Verhalten finden wir bei *Triticum*, *Glyceria*, *Scirpus*, *Juncus*, *Scheuchzeria*, *Triglochin*; letzteres findet statt bei *Calamagrostis*, *Majanthemum*, *Polygonatum*, *Convallaria*, auch bei *Paris* (obgleich hier das ausgewachsene Rhizom nur eine „secundäre“ Epidermis hat). Besonders schön tritt die genannte Correlation bei den Rhizomen von *Carex globularis* hervor, wo der subepidermale Sclerenchymring teilweise unterbrochen ist; über den Stellen, wo das Sclerenchym fehlt, ist die Epi-

1) l. c. pag. 127 bis 129.

dermis dickwandig, über denjenigen, wo es vorhanden ist, ist sie dünnwandig; manchen Exemplaren fehlt das subepidermale Sclerenchym ganz, alsdann sind alle Epidermiszellen dickwandig. — Ausnahmen von der Regel bilden *Carex chordorrhiza* und *Blysmus*; in den Rhizomen beider ist trotz des Vorhandenseins eines subepidermalen Sclerenchymringes die Aussenwand der Epidermiszellen sehr stark verdickt, bei ersterer fast bis zum Schwund des Lumens und beträchtlich stärker als im Stengel. — Bei den untersuchten dicotylen Rhizomen ist die Aussenwand der Epidermiszellen dünner als im Stengel, meist ganz zart. Die bei den Monocotylen fast allgemeingiltige Regel kommt hier nur bei *Menyanthes* und teilweise bei *Mercurialis* zum Ausdruck; bei ersterer ist die Aussenwand der Epidermiszellen im Rhizom beträchtlich dicker als im Stengel, bei *Mercurialis* ist sie zwar ziemlich stark, aber nicht stärker als im Stengel verdickt.

Hier möge auch Platz finden, was sonst noch über die Epidermis und deren Anhangsgebilde zu sagen ist. Zunächst ist zu erwähnen, dass Reinke irrthümlicher Weise der Epidermis der Rhizome eine Cuticula abspricht. Wenigstens glaube ich so folgenden Passus<sup>1)</sup> verstehen zu müssen: „Eine Eigenschaft, worin die Rhizome, insbesondere die kriechenden, der Wurzelfunction entsprechen, besteht in der Fähigkeit, die Bodenflüssigkeit mit ihrer Oberfläche endosmotisch aufzunehmen. Zwar fehlt es noch an experimentellen Nachweisen für diese Fähigkeit, allein schon die anatomische Betrachtung lässt keinen Zweifel an dieser Auffassung zu. Die Epidermis dieser Rhizome, — wofern dieselbe nicht durch einen Korkring ersetzt ist, welche Fälle

1) Reinke in Flora 1873, pag. 148.

sich dieser Betrachtung entziehen, — ist nicht cuticularisiert, sondern weich und unverändert, und setzt einem diffundirenden Wasserstrom kein Hinderniss entgegen.“ Reinke dürfte durch die Untersuchung von Rhizomen, deren Epidermis bereits abgestossen war, getäuscht worden sein. Wenn die Epidermis erhalten ist, ist stets eine Cuticula vorhanden, bisweilen sogar eine recht starke. Auch abgesehen von der Cuticula ist die Bezeichnung der Epidermiszellmembran der Rhizome als „weich und unverändert“ durchaus nicht immer zutreffend, nicht z. B. bei den *Gramineen*, *Cypereen* und *Scheuchzeria*, wo dieselbe verholzt, und bei *Menyanthes*, wo sie ringsum verkorkt ist. Wir werden weiter unten sehen, dass Reinkes Annahme betreffend die Wasseraufnahme der Rhizome um so hinfalliger ist, als viele derselben sich ausser der Cuticula noch durch subepidermale verkorkte Schichten nach aussen hermetisch abschliessen.

Die Epidermis der Rhizome besitzt in der Regel keine Haare, auch wenn der Stengel behaart ist. Doch habe ich 3 Ausnahmen von dieser Regel gefunden, nämlich *Mentha*, *Lysimachia* und *Mercurialis*. Bei letzterer ist das Rhizom stärker und dichter behaart als der Stengel; bei *Mentha* sind beide in ganz gleicher Weise behaart; bei *Lysimachia* endlich besitzt der Stengel zweierlei Haare, lange einfache, und kürzere Köpfchenhaare, am Rhizom finden sich nur die letzteren und zwar spärlicher als am Stengel. Bekannt ist ferner das Vorkommen von „Wurzelhaaren“ an circumscribten Stellen des Rhizoms von *Coralorrhiza*. — Da die physiologische Bedeutung der Behaarung wol hauptsächlich darin besteht, dass sie, wenn einigermaassen dicht, die Pflanze vor zu starker Transpiration und verschiedenen schädlichen äusseren Einflüssen schützt, sois

der Umstand, dass sie den Rhizomen in der Regel fehlt, ganz verständlich.

Ueber das Vorkommen der Spaltöffnungen habe ich keine Untersuchungen angestellt, es liegt aber hierüber eine Arbeit Hohnfelds<sup>1)</sup> vor, aus der sich die Regel ergibt, dass die Spaltöffnungen den Rhizomen entweder fehlen, oder in geringerer Zahl vorhanden sind, als auf den Stengeln. Hohnfeld fand bei den Rhizomen von 28 Species keine Spaltöffnungen, bei 27 anderen waren welche vorhanden, und zwar bei 21 Species weniger, meist bedeutend weniger, bei 6 ebensoviel oder mehr als auf dem Stengel. An den Niederblättern der Rhizome fanden sich Spaltöffnungen mit wenigen Ausnahmen; ganz fehlten dieselben fast nur an den unterirdischen Teilen von Wasser- und Sumpfpflanzen, womit die lockere Structur der Rhizomrinde dieser Pflanzen gewiss im Zusammenhange steht.

#### Unterschiede, welche mit dem Grade der mechanischen Inanspruchnahme zusammenhängen.

Die mechanische Inanspruchnahme der Rhizome ist geringer als diejenige der Stengel, und dem entsprechend lässt sich bei denjenigen Pflanzen, welche im Stengel Sclerenchym oder Collenchym haben, eine Reduction dieser Gewebe in den Rhizomen nachweisen, welche freilich in verschiedener Weise zum Ausdruck kommen kann.

Das Collenchym, welches die Kanten des Stengels der *Labiaten*, *Asperula*, *Senecio* und *Mercurialis* einnimmt schwindet im Rhizom der 3 letztgenannten Pflanzen völlig, in demjenigen der untersuchten *Labiaten* bis auf geringe

1) Ueber das Vorkommen und die Verteilung der Spaltöffnungen auf unterirdischen Pflanzenteilen. Inauguraldissertation, Königsberg, 1880.

Andeutungen. — Das Sclerenchym des Stengels fehlt im Rhizom vollständig bei folgenden Pflanzen: *Sparganium*, *Polygonatum*, *Epipactis*, *Goodyera*, *Corallorrhiza*, *Herminium*, *Cypripedium*, *Parnassia*, *Lychnis*. — Im Stengel ein Sclerenchymring, im Rhizom nur die Schutzscheiden sclerotisch bei *Luzula*, *Convallaria*, *Majanthemum*, *Triglochin*. Bei *Iris* ist im Stengel ein Sclerenchymring vorhanden, die isolirten Stränge haben beiderseits schwache Sclerenchymbelege; im Rhizom fehlt der Sclerenchymring (bis auf die Rindenscheide), von den Strängen haben nur wenige einen starken Sclerenchymbeleg, und es ist ein subepidermaler Ring von sclerotischen Zellen vorhanden. Bei *Typha* fehlt im Rhizom der Sclerenchymring, die Sclerenchymbelege der Stränge sind viel schwächer als im Stengel. Bei *Trientalis* ist im Rhizom zwar ein Sclerenchymring vorhanden, aber er ist bedeutend schwächer als im Stengel. Bei *Achillea* findet sich im Stengel ein starker äusserer, im Rhizom ein schwacher innerer Sclerenchymring; ebenso bei *Lysimachia*, nur dass hier im Rhizom noch Spuren des äusseren Sclerenchymringes in Form vereinzelter Sclerenchymfasern oder kleiner Gruppen solcher erhalten sind. *Mercurialis* hat im Stengel und Rhizom einen inneren Sclerenchymring (secundär), aber derselbe ist im Stengel stärker. *Thalictrum* hat im Stengel einen starken Sclerenchymring, im Rhizom haben nur die Leitstränge auf beiden Seiten Sclerenchymbelege. Bei *Menyanthes* haben die Stränge im Inflorescenzstiel starke äussere und schwache innere Sclerenchymbelege, im kriechenden Stamm finden sich nur vereinzelt Sclerenchymfasern, im Rhizom sind auch diese selten. Bei *Ranunculus* haben im Stengel die Stränge Sclerenchymbelege und das Zwischengewebe der intermediären Zone ist verholzt; im Rhizom ist letzteres unverholzt, das die Leitstränge umgebende Sclerenchym ist auf die Schutzscheide

beschränkt, oder fehlt. — In allen diesen Fällen ist die Masse des verholzten Gewebes im Rhizom geringer, als im Stengel, — ein Resultat, das, wie man sieht, auf sehr mannigfaltige Weise zu Stande kommt. Ausserdem ist das Sclerenchym in den Rhizomen der genannten Pflanzen grosszelliger, dünnwandiger und schwächer verholzt als in den Stengeln (mit Ausnahme von *Iris* und *Menyanthes*, und der Schutzscheiden einiger anderer Pflanzen; auch bei *Thalictrum* ist die Verholzung des Sclerenchyms im Rhizom kaum schwächer als im Stengel). — Bei den untersuchten *Gramineen*, *Cypereen*, *Juncus* und *Scheuchzeria* ist die Masse des verholzten Gewebes im Rhizom ebenso gross oder grösser als im Stengel, aber die Verholzung ist durchgängig schwächer, bisweilen sehr schwach, und in manchen dieser Rhizome ist das Sclerenchym auch dünnwandiger und grosszelliger als im Stengel, während freilich bei anderen (*Triticum*, *Calamagrostis*, *Juncus*) das umgekehrte der Fall ist. — In den Stengeln ist nicht selten ein Teil des Marks verholzt; die peripherischen Schichten desselben bei den *Gramineen*, *Iris*, *Triglochin*, *Thalictrum*, *Achillea*, — nur vereinzelt Zellen bei *Majanthemum* und *Epipactis*; das Mark des Rhizoms hingegen ist nur bei *Triticum* verholzt, und zwar sehr schwach. Dasselbe Verhalten zeigt *Paris* in Bezug auf die Rinde, deren Zellen im Stengel zum grösseren oder geringeren Teil verholzt sind, im Rhizom nicht. — Sehr auffallend verhalten sich die drei untersuchten *Labiaten*: sie haben im Stengel gar kein Sclerenchym, im Rhizom sind die 1–3 innersten Schichten des Zwischengewebes der intermediären Zone verdickt und verholzt, allerdings beides nur schwach. Bei *Mentha* finden sich im Rhizom überdies noch über den Leitsträngen einzelne Sclerenchymfasern oder kleine Gruppen solcher.

Dieses verholzte Gewebe dürfte jedoch kaum im Stande sein, das Fehlen der Collenchymstränge aufzuwiegen, so dass auch im Rhizom der *Labiaten* in summa eine Schwächung der mechanisch wirksamen Gewebe stattfindet.

Sehen wir von diesen wenigen Ausnahmen ab, so gelten folgende Regeln: Das Collenchym schwindet in den Rhizomen ganz oder beinahe ganz. Das verholzte Gewebe (ausser dem Tracheom) fehlt häufig ebenfalls ganz; wenn nicht, dann ist entweder 1) seine Masse geringer, oder 2) seine Verholzung schwächer, oder 3) es ist grosszelliger und dünnwandiger als im Stengel; in der Regel finden alle 3 Punkte gleichzeitig statt.

#### Unterschiede im Vorkommen verkorkter Gewebe, namentlich der Schutzscheiden.

In den Rhizomen finden sich fast ausnahmslos Schutzscheiden oder sonstige (nicht phellogene) verkorkte Gewebe, während dieselben in den Stengeln meist fehlen. Diese Thatsache scheint merkwürdigerweise fast gänzlich übersehen worden zu sein (Costantin spricht zwar fast überall von einer „endoderme“, versteht aber darunter offenbar die innerste Rindenschicht im allgemeinen, wenn sie einigermaassen regelmässig ist, ohne Rücksicht auf die Verkorkung; seine Angaben über das Vorkommen der Caspary'schen Punkte sind überdies nicht sehr zuverlässig, denn er zeichnet dieselben in seiner Abbildung des Stengelquerschnitts von *Achillea millefolium*<sup>1)</sup>, im Text<sup>2)</sup> dagegen gibt er an, es seien hier keine vorhanden).

Unter den von mir untersuchten monocotylen Rhizomen fehlen nur bei *Polygonatum* verkorkte Gewebe vollständig. Nur eine einfache Rindenscheide haben: *Convallaria*, *Majanthemum* und die *Orchideen*; eine Rinden- und eine Markscheide: *Calamagrostis* und *Luzula* (bei ersterer ist die Rindenscheide doppelt); eine Rindenscheide und eine peripherische Schutzscheide: *Sparganium*, *Paris*, *Triglochin* (bei dieser ist die Rindenscheide doppelt), und wahrscheinlich auch *Scheuchzeria*; eine Rindenscheide und einen mehrschichtigen subepidermalen Ring verkorkten Gewebes: *Carex globularis*, *Blysmus*, *Typha*, *Juncus*, *Iris*, auch *Triticum* (bei letzterem ist ausserdem wahrscheinlich auch noch das gesammte Zwischengewebe der intermediären Zone verkorkt); Mestomscheiden und eine peripherische Schutzscheide: *Carex chordorrhiza*; nur Mestomscheiden: *Glyceria*. *Scirpus* endlich hat keine Schutzscheiden, aber sowol das subepidermale, als das zur intermediären Zone gehörige, als auch das die markständigen Leitstränge umgebende Sclerenchym<sup>1)</sup> ist verkorkt; die anomal gebauten *Scirpus*-rhizome haben überdies auch noch eine Rindenscheide. — Ausser den genannten finden sich nach Guillaud<sup>2)</sup> noch in folgenden monocotylen Rhizomen Rindenscheiden: *Acorus calamus*, *Canna indica*, *Tofieldia paniculata*, *Smilacina stellata*, *Lloydia serotina*, *Uvularia flava*, *Asparagus tenuifolius*, *Ruscus aculeatus*, *Smilax aspera*, *Nartheccium ossifragum*, *Hemerocallis graminea*, *Veratrum album*, *Eriophorum latifolium*, *angustifolium* u. a., *Funkia ovata*, den Arten von *Tradescantia* und *Commelina*, *Triglochin maritimum*; nach

1) Vgl. pag. 56.

2) „Recherches sur l'anatomie comparée“ etc. „dans les Monocotylédones“, in *Annales des sciences naturelles*, série VI. tome V, 1879.

1) l. c., Tafel VIII, Fig. 85.

2) l. c. pag. 148.

Falkenberg<sup>1)</sup> desgleichen bei *Iris pseudacorus* und *Scirpus palustris*. — Dagegen fehlen Rindenscheiden (ob auch sonstiges verkorktes Gewebe?) nach Guillaud den Rhizomen von *Iris florentina*, *germanica* und *pallida*, der *Polygonatum*-Arten, *Chamaedorea elatior*, *Tamus communis* und der *Dioscorea*-Arten. — Die Ausnahmen (selbst wenn diese Pflanzen wirklich alle Ausnahmen sind) sind somit recht selten und beschränken sich auf dicke Rhizome mit sehr kurzen Internodien, welche sich schon den Knollen nähern. — Die Zellen der Schutzscheiden sind überall, soweit meine Untersuchungen reichen, ringsum verkorkt, mit Ausnahme einiger *Orchideen*.

In den Stengeln der Monocotylen kommen nur Meistomscheiden (mit ebenfalls ringsum verkorkten Zellen) vor, und zwar nach meinen Untersuchungen bei den *Cyperen* und *Juncus*, nach Schwendener<sup>2)</sup> auch bei einigen *Gramineen*. — Somit gilt mit wenigen Ausnahmen die Regel, dass bei den Monocotylen entweder nur in den Rhizomen Schutzscheiden und andere verkorkte Gewebe vorhanden sind, oder dass sie doch hier in grösserer Masse und Mannigfaltigkeit auftreten, als in den Stengeln.

In den dicotylen Rhizomen fand ich ausnahmslos Schutzscheiden, und zwar bei *Ranunculus* Einzelscheiden, sonst Rindenscheiden, bei *Menyanthes* ausser dieser noch eine peripherische Schutzscheide, — aber niemals anderweitige nicht phellogene verkorkte Gewebe (dafür wird hier meist später ein Korkring gebildet); bei *Mercurialis* ist zwar primär keine Rindenscheide vorhanden, aber sie bildet sich bald nach begonnener Cambiumthätigkeit aus; sonst

ist die Rindenscheide stets schon im primären Zustande da. — Die Stengel der Dicotylen verhalten sich sehr verschieden: bei manchen, wie *Thalictrum* und *Parnassia*, wahrscheinlich auch bei *Ranunculus* und *Achillea*, ist im ganzen Stengel entschieden keine Schutzscheide vorhanden; bei *Lysimachia* dagegen ist im ganzen Stengel schon primär eine Rindenscheide ausgebildet; auch diejenige von *Menyanthes* und *Trientalis* dürfte schon primär vorhanden sein. Bei *Myosotis*, den *Labiaten*, *Sweetia*, *Hypericum*, *Mercurialis*, *Epilobium* und *Lychnis* fehlt die Rindenscheide im primären Zustande, es bildet sich aber eine solche nachträglich aus bei *Lamium*, *Brunella*, *Sweetia*, *Mercurialis* und *Epilobium*; ob auch bei den übrigen, ist mir nicht bekannt<sup>1)</sup>. Bei *Lamium* und *Mercurialis*, welche ich hierauf näher untersuchte, tritt die Rindenscheide erst im 4., resp. 3. ausgebildeten Stengelinternodium auf, also in der Mitte der Höhe des Stengels.

Auch abgesehen von dem verspäteten Auftreten sind die Schutzscheiden der Stengel gewöhnlich mangelhafter ausgebildet, als diejenigen der Rhizome. — In dem Infloreszenzstiel von *Menyanthes* ist die Rindenscheide nur über den Strängen vorhanden und es sind nur die Casparyschen

1) Ich bin nämlich erst gegen Ende meiner Untersuchungen auf diese Erscheinung aufmerksam geworden. Sie äussert sich darin, dass die Rindenscheide in den unteren und mittleren Internodien des ausgewachsenen Stengels vorhanden ist, in den oberen nicht. Es kann dieses Verhalten, wie im Text geschehen, durch die verspätete Ausbildung der Rindenscheide erklärt werden, es ist aber auch noch eine zweite Annahme möglich, nämlich dass die Schutzscheide zwar schon im primären Zustande sich ausbildet, aber eben nur im unteren Teil des Stengels. Welche Erklärung die richtige ist, wird die Untersuchung noch wachsender Sprosse in verschiedenen Entwicklungsstadien zeigen. Ein Analogiegrund, nämlich das Verhalten der Rhizome von *Mercurialis* in Bezug auf die Ausbildung der Rindenscheide, spricht für die erstere Annahme.

1) l. c.

2) l. c. pag. 17.

Streifen verkorkt; im kriechenden oberirdischen Stamm ist die Rindenscheide ununterbrochen, aber ob die Zellen derselben ringsum verkorkt sind, blieb mir zweifelhaft; im Rhizom endlich sind die Zellen der Rindenscheide entschieden ringsum verkorkt, zudem ist hier, wie auch im kriechenden Stengel, auch eine peripherische Schutzscheide vorhanden, welche im Inflorescenzstiel fehlt. — Im Stengel von *Mercurialis* ist die Rindenscheide ebenfalls nur über den Leitsträngen vorhanden; Zellen, welche nur den Casparyschen Punkt zeigen, sind hier mit ringsum verkorkten untermischt; im Rhizom ist die Rindenscheide ununterbrochen, nur über dem Zwischengewebe sind einige Zellen derselben nicht ringsum verkorkt; wie erwähnt, bildet sie sich hier zwar erst secundär, aber doch weit früher als im Stengel aus. — Im Stengel von *Sweetia* ist die Rindenscheide zwar ununterbrochen, aber ihre Zellen haben nur kleine Casparysche Punkte, während sie im Rhizom (O-förmig verdickt, aber unverholzt, und) ringsum verkorkt sind. Ebenso verhält sich *Lamium*. Auch bei *Lysimachia* sind die Zellen der Rindenscheide im Rhizom ringsum verkorkt, während mir im Stengel die Verkorkung der Tangentialwände zweifelhaft blieb. Nur bei *Trientalis* scheint die Rindenscheide im Stengel ebenso typisch wie im Rhizom ausgebildet zu sein.

Ueberhaupt pflegen in den Rhizomen die Schutzscheidezellen ringsum verkorkt zu sein, schon im primären Zustande. Mir sind nur 2 Ausnahmen vorgekommen: *Asarum*, wo selbst in alten Rhizomen nur die Casparyschen Streifen verkorkt sind, und *Achillea*; bei dieser ist es aber höchst wahrscheinlich, dass nachträglich die Schutzscheidezellen ringsum verkorken (ich habe nur junge Ausläufer untersucht). — Im allgemeinen kann man sagen, dass bei den Dicotylen Schutzscheiden entweder nur in

den Rhizomen vorhanden sind, oder doch in diesen früher, vollständiger und typischer sich ausbilden, als in den Stengeln.

Da Schutzscheiden und verkorkte Gewebe überhaupt bekanntlich ausnahmslos auch den Wurzeln, also im allgemeinen den unterirdischen Pflanzenteilen zukommen, so ist mit Sicherheit ein Causalnexus zwischen ihrem Auftreten und der unterirdischen Lebensweise zu erwarten. Für die ubepidermalen verkorkten Gewebe ist die Erklärung leicht gefunden: dieselben dürften dazu dienen, den Wassergehalt der betreffenden Pflanzenteile von demjenigen des Bodens unabhängig zu machen; unterstützt wird diese Erklärung durch die Thatsache, dass die fraglichen Gewebe bei den in feuchtem oder sumpfigem Boden wachsenden Rhizomen und Wurzeln besonders häufig und mächtig entwickelt sind. — Warum aber die Rindenscheiden so vorwiegend in den unterirdischen Organen vorkommen, dafür habe ich keine Erklärung zur Hand, denn wir wissen noch zu wenig über ihre Function; zwar kann man mit grosser Wahrscheinlichkeit annehmen, dass dieselbe vorwiegend darin besteht, die Stoffwanderung in bestimmte Bahnen zu lenken oder einzudämmen (z. B. etwa dass die Eiweisssubstanzen im Centralcylinder direct zu den noch wachsenden Teilen geleitet werden, ohne dass ein Teil derselben unterwegs in die Rinde hinüberwandert); aber wozu dies notwendig ist, welcher Nutzen dadurch für die Pflanze erzielt werden soll, dafür haben wir noch so gut wie gar keine sicheren Anhaltspunkte. Solche werden wir vielleicht gewinnen durch eingehendes Studium über die Verbreitung der Schutzscheiden, über den Zeitpunkt ihres Auftretens und ihrer endgiltigen Ausbildung, sowie durch experimentelle Untersuchungen über

Auftreten und Ausbildung derselben unter verschiedenen biologischen Bedingungen.

Schliesslich sei hier noch eine interessante Erscheinung erwähnt, welche an dem kriechenden Stamm von *Scindapsus multijugus* von Falkenberg gefunden worden ist <sup>1)</sup>. Hier findet sich nur an der, vermutlich dem Boden direct aufliegenden, ventralen Seite eine partielle, etwa ein Drittel des Stammumfangs einnehmende Rindenscheide. Es ist dies ein schlagendes Beispiel für den Einfluss des Bodens auf die Ausbildung verkorkter Gewebe.

#### Unterschiede in dem Vorkommen der geformten Inhaltsstoffe.

Dass das Chlorophyll in den Rhizomen fehlt, bedarf keiner Erklärung. Ich fand nur eine Ausnahme von dieser Regel: nämlich in einer bestimmten, nahe der wachsenden Spitze gelegenen Region der Rhizome von *Mercurialis* enthält die Rinde spärlich Chlorophyll.

Dass die Rhizome entweder ausschliesslich oder doch viel reichlicher als die Stengel Reservestoffe enthalten, ist bekannt, doch findet dies nicht ausnahmslos statt. Folgende Pflanzen fügen sich der Regel, d. h. enthalten im Stengel keine oder wenig, im Rhizom reichlich oder sehr reichlich Stärke: *Glyceria*, die untersuchten *Cypereen*, *Typheen*, *Junceen* und *Juncagineen*, *Paris*, *Convallaria*, *Iris*, *Corallorrhiza*, *Epipactis*, *Listera*, *Goodyera*<sup>2)</sup>, *Sweetia*<sup>2)</sup>, *Lysimachia*, *Ranunculus*, *Parnassia*, *Hypericum*, *Mercurialis*, *Epilobium*. Auch das Rhizom von *Asarum* ist reich an

1) l. c. pag. 105.

2) Die Stärke von *Goodyera* und *Sweetia* wird durch Jod nicht blau, sondern braun gefärbt.

Stärke. Hier schliesst sich auch *Senecio* an, welcher im Stengel kein, im Rhizom viel Inulin enthält. Im Rhizom von *Iris* befinden sich neben der Stärke auch noch Oel und körnige Proteinstoffe, in demjenigen von *Parnassia* findet sich entweder neben viel Stärke wenig Oel, oder neben viel Oel wenig Stärke. — Folgende Pflanzen weichen von der Regel ab: *Trientalis* enthält im Stengel und Rhizom gleich reichlich Stärke, *Asperula* in beiden mässig viel. Bei *Majanthemum*, *Lamium* und *Thalictrum* enthält der Stengel keine oder fast keine, das Rhizom nur wenig Stärke. Bei *Menyanthes* ist in beiden gleich wenig Stärke vorhanden; bei *Triticum*, *Calamagrostis*, *Polygonatum*, *Cypripedium*, *Herminium* und *Achillea* fehlen Stärke und überhaupt geformte Reservestoffe ganz (wenn nicht der im Rhizom von *Polygonatum* reichlich vorhandene Schleim ein Reservestoff ist). Bei *Lychnis* und *Myosotis* ist im Stengel wenig, im Rhizom aber noch weniger, bei *Mentha* und *Brunella* im Stengel wenig, im Rhizom gar keine Stärke vorhanden. — Die Zahl der Pflanzen (16 unter 43), welche sich der Regel nicht zu fügen scheinen, ist somit auffallend gross; aber diese Ausnahmen beeinträchtigen die Regel nicht. Denn erstens ist das Vorhandensein löslicher Reservestoffe in den Rhizomen dieser Pflanzen nicht ausgeschlossen, — und zweitens ist das Auftreten grösserer Mengen geformter Reservestoffe in den Rhizomen jedenfalls an eine bestimmte Jahreszeit und ein bestimmtes Entwicklungsstadium geknüpft, das bei verschiedenen Pflanzen verschieden sein kann, — Beziehungen, welche bisher überhaupt nicht untersucht zu sein scheinen.

Auffallend ist es, dass bei verschiedenen Exemplaren von Pflanzen, welche gleichzeitig und von demselben Standort gesammelt wurden, der Stärkereichtum mitunter sehr variabel ist.

So waren einzelne Rhizome von *Scirpus* und von *Goodyera* ganz stärkefrei; manche Rhizome von *Sweetia* enthielten viel, andere sehr wenig Stärke; auch das Verhalten der Rhizome von *Parnassia*, in denen bald das Oel, bald die Stärke bedeutend überwiegt, verdient hervorgehoben zu werden.

Nicht nur Reservestoffe, sondern auch oxalsaurer Kalk kommt in Rhizomen häufiger und reichlicher vor, als in Stengeln. Bei *Polygonatum*, *Majanthemum*, *Iris*, *Goodyera* und *Lychnis* ist derselbe auf das Rhizom beschränkt. Bei *Paris* und *Epipactis* ist derselbe im Rhizom reichlicher vorhanden; bei *Listera* und *Epilobium* findet er sich ebenfalls in Stengel und Rhizom, ob in letzterem reichlicher, ist mir nicht bekannt. Nur bei *Mercurialis* ist der oxalsaure Kalk auf den Stengel beschränkt.

#### Unterschiede in der Differenzirung der Gewebe.

Eine Reihe von verschiedenen Erscheinungen lässt sich in den Satz zusammenfassen, dass die Differenzirung der Gewebe im Rhizom geringer zu sein pflegt, als im Stengel. Hierher gehört zunächst die Thatsache, dass die charakteristischen, hochdifferenzirten Formen des Inoms, Collenchym und Sclerenchym, in den Rhizomen viel häufiger fehlen als in den Stengeln, und dass das Sclerenchym, wenn in beiden vorhanden, doch in den Rhizomen weniger typisch ausgebildet ist, als im Stengel. — In den Stengeln ist zuweilen das Sclerenchym in der Weise differenzirt, dass dasjenige, welches die Belege der Leitstränge bildet, durch seine Kleinzelligkeit und Dickwandigkeit, wol auch durch die Länge und in manchen Fällen die Zuspitzung seiner Zellen sich von dem sclerenchymatischen Zwischengewebe der intermediären Zone unter-

scheidet; so bei *Glyceria*, *Juncus*, *Luzula*, vielleicht *Ranunculus*, u. a. In den Rhizomen dagegen ist das gesammte Sclerenchym des Centralcylinders gleichartig. — In den Stengeln enthalten die Leitstränge, wenigstens die grösseren, wol stets hapalotische Xylemleitzellen, welche sich von dem eventuell angrenzenden Sclerenchym sehr deutlich unterscheiden. In den Rhizomen ist dies häufig nicht der Fall<sup>1)</sup>; die Gefässe der concentrischen Leitstränge von *Carex globularis* und *Juncus* grenzen unmittelbar an das völlig gleichförmige, schwach verholzte, inhaltführende Sclerenchym (welches also hier zugleich die Function der Leitzellen erfüllt); dasselbe ist der Fall bei denjenigen Leitsträngen der Rhizome von *Triticum*, *Calamagrostis*, *Scirpus*, *Scheuchzeria*, welche keine abrollbaren Gefässe enthalten, und auch in den übrigen Leitsträngen dieser Rhizome sind die Xylemleitzellen sehr reducirt, und unterscheiden sich von dem umgebenden Sclerenchym viel weniger als im Stengel. — Diese 3 Punkte kann man folgendermaassen zusammenfassen: Das Inom ist in den Rhizomen häufig weniger differenzirt, als in den Stengeln.

Beimanchen Pflanzen ist das Phloëm im Rhizom weniger differenzirt, als im Stengel. Bei *Paris*, *Iris* und *Epipactis* besteht dasselbe im Stengel aus zweierlei Elementen von verschiedener Lumenweite und eventuell auch verschiedener Wanddicke, im Rhizom dagegen aus ganz oder fast gleichartigen Elementen. Ein derartiger Unterschied im Bau des Phloëms, wenn auch nicht so ausgesprochen, scheint von allgemeinerer Verbreitung zu sein.

1) Dieser Umstand hat, weil zu spät bemerkt, in dem speciellen Teil keine Berücksichtigung gefunden.

Sehr häufig besteht in den Stengeln, zumal der Monocotylen, zwischen dem Rinden- und dem Markparenchym eine bedeutende Verschiedenheit. So besteht das Chlorophyllparenchym der Rinde in den Stengeln von *Triticum*, *Calamagrostis*, der *Cypereen* und *Juncus* aus kleinen, sehr dünnwandigen, sehr inhaltreichen Zellen ohne (senkrecht verlaufende) Intercellularen, — das Markparenchym aus viel grösseren, dickwandigeren, inhaltsarmen Zellen mit Intercellularen; bei *Triticum* und *Calamagrostis* sind die Markzellen überdies verholzt, und bei *Juncus* kommt hinzu, dass die Rindenzellen radial gestreckt, also Pallisadenparenchym sind (eine Erscheinung, die bei *Blysmus rufus* noch viel ausgesprochener ist, und unter den Dicotylen z. B. bei *Polygonum aviculare* sich findet). In den Stengeln von *Luzula*, *Iris*, *Triglochin*, *Polygonatum*, *Thalictrum* finden wir dieselben Differenzen zwischen Rinden- und Markgewebe, nur dass sich ersteres nicht durch Mangel der Intercellularen, sondern umgekehrt durch sein lockeres Gefüge vom Markparenchym unterscheidet; auch hier ist bei *Triglochin* und *Thalictrum* das Markgewebe ganz oder grösstentheils verholzt, das Rindengewebe nicht. — Im Stengel von *Glyceria* ist die Rinde von lacunösem, das Mark von dichtem Gefüge und überdies verholzt. — In den Stengeln von *Mentha* und *Lysimachia* unterscheidet sich das Rindenparenchym wesentlich durch seine Kleinzelligkeit, sowie bei ersterer durch sein lockeres, bei letzterer umgekehrt durch sein dichtes Gefüge vom Markparenchym. — Im Stengel von *Paris* ist ein grösserer oder kleinerer Theil des Rindengewebes verholzt, das Markgewebe ist unverholzt. — In manchen Stengeln finden sich auch innerhalb des Rinden- resp. Markparenchyms Differenzen, so bei *Luzula*, *Paris*, (bei beiden in der Rinde), *Thalictrum* (in Rinde und Mark);

vgl. den speciellen Teil; ganz ähnlich wie *Thalictrum* verhält sich in dieser Beziehung *Achillea*.

In den Rhizomen hingegen ist es fast ausnahmslose Regel, dass das gesammte Grundgewebe entweder ganz gleichartig ist, oder nur ganz geringfügige Differenzirungen zeigt; dass freilich das sehr reducirte Mark einiger *Orchideenrhizome* kleinzelliger und eventuell auch dichter ist als die Rinde, kann nicht Wunder nehmen. Im allgemeinen aber kann man sagen, dass das Grundgewebe in den Rhizomen nicht oder viel weniger differenzirt ist, als in den Stengeln.

In den Stengeln sind die Leitstränge meist von sehr verschiedener Grösse und häufig auch von verschiedenem Bau; zwar sind oft die Extreme durch Uebergänge verbunden, doch gibt es auch Fälle, wo sie unvermittelt oder fast unvermittelt dastehen. In den Rhizomen sind die Leitstränge im allgemeinen unter einander viel gleichartiger als in den Stengeln; zwar sind sie auch hier häufig nach Grösse und Bau verschieden, aber die Differenzen sind meist nur gering, beträchtlich geringer als im Stengel (man vergleiche z. B. *Triticum* im speciellen Teil), und die Extreme sind stets durch ganz allmähliche Uebergänge mit einander verknüpft. — Diese Regel kommt mehr oder weniger deutlich bei fast allen untersuchten Pflanzen zur Geltung, im einzelnen aber herrscht unter ihnen in dieser Beziehung grosse Mannigfaltigkeit; es würde zu weit führen, hier alle zu besprechen; ich verweise den Leser auf die Beschreibungen im speciellen Teil. — Ausnahmen bilden unter den näher untersuchten Pflanzen nur *Listera* (wo auch im Stengel alle Stränge ziemlich gleich sind) und die *Primulcen* (wo im Rhizom Grösse und Bau der Stränge ebenso variabel ist, wie im Stengel).

### Unterschiede in Zahl, Verlauf, Anordnung und Bau der Desmomstränge.

Die Zahl der Desmomstränge (des Centralcylinders) ist in den Rhizomen in der Regel kleiner als in den Stengeln. Von den eingehender untersuchten Pflanzen machen nur wenige eine Ausnahme hiervon, nämlich *Carex globularis*, *Glyceria* und *Iris*; bei ersterer finden sich im Rhizom ungefähr gleich viel, bei den beiden letzten mehr Stränge als im Stengel. Bei den übrigen Pflanzen sind die Differenzen, welche in dieser Beziehung zwischen Stengel und Rhizom stattfinden, sehr verschieden gross. Die Extreme sind folgende: Bei *Calamagrostis* betragen die Zahlen für den Stengel resp. das Rhizom 51 und 19, ihr Verhältniss = 2.7 : 1; bei *Triticum* desgleichen 36 und 29, ihr Verhältniss = 1.2 : 1.

Nicht selten ist der Verlauf der Desmomstränge im Rhizom ein anderer als im Stengel, wie sich schon aus der Anordnung derselben ergibt. Da sich indessen hierin keinerlei Regel, ja nicht einmal eine bestimmte Tendenz nachweisen lässt, so sollte dieser Umstand hier gar nicht besprochen werden, und nur wegen der grossen Wichtigkeit des Strangverlaufes will ich einige Beispiele anführen, welche zeigen, dass bei verschiedenen Pflanzen gerade entgegengesetzte Differenzen statthaben können. In der Rinde des Stengels finden sich bei *Sparganium* Sclerenchymstränge, bei *Glyceria* vollständige Scleromestomstränge; die Rinde des Rhizoms beider Pflanzen ist frei von Strängen. Bei *Typha*<sup>1)</sup> und *Triticum* hingegen finden sich der Rinde eigentümliche Sclerenchym- und Sclerophloëmstränge nur im

1) Vgl. Falkenberg l. c. pag. 93.

Rhizom. — Bei *Luzula*, *Sparganium*, *Thalictrum* bilden die Leitstränge im Stengel mehrere, im Rhizom nur einen Kreis; gerade das umgekehrte ist bei *Carex globularis* der Fall. — Derartiger Beispiele liessen sich noch mehrere anführen.

Die Anordnung der Desmomstränge der intermediären Zone ist in den Rhizomen im allgemeinen unregelmässiger als in den Stengeln. In den letzteren sind, wie erwähnt, die Stränge häufig von sehr verschiedener Grösse, und die verschiedenen Kategorien derselben sind entweder auf verschiedene Kreise verteilt, oder, wenn sie einen Kreis bilden, so alterniren gewöhnlich die grossen und kleinen Stränge mit einander, — wie das z. B. in sehr regelmässiger Weise bei *Carex chordorrhiza*, *Mentha* u. a. stattfindet. In ersterem Falle sind bisweilen die verschiedenen Kreise scharf getrennt, und alterniren mit einander, wie bei *Triticum*, *Scirpus* u. a. Oder wenn auch die successiven Kreise allmählig in einander übergehen, so sind sie gewöhnlich doch in soweit deutlich, dass man angeben kann, welche Stränge zu jedem, oder doch zu dem äussersten und innersten derselben gehören; auch in diesem Falle pflegt ein mehr oder minder deutliches Alterniren der verschiedenen Kreise stattzufinden, so z. B. bei *Juncus*, *Luzula*, *Triglochin*. — Sind dagegen in den Rhizomen die Stränge zahlreich und in mehr als einen Kreis gestellt, wie bei *Carex globularis*, *Scirpus*, *Juncus*, *Iris*, so sind die Kreise so unregelmässig und gehen so allmählig in einander über, dass es unmöglich ist, die Stränge zu bezeichnen, welche zusammen einen Kreis bilden. Stehen aber in den Rhizomen Stränge von verschiedener Grösse in einem Kreis, so ist entweder keine Spur von Alternation da, wie bei *Mercurialis*, *Myosotis*, oder dieselbe ist getrübt, wie bei *Mentha* und *Lamium*. Sind die Stränge von annähernd gleicher

Grösse, so ist der Kreis, den sie bilden, zuweilen sehr unregelmässig, wie bei *Calamagrostis*. — Ich habe hier nur wenige Beispiele angeführt, aber die in Rede stehende Differenz tritt, mehr oder weniger deutlich, bei fast allen untersuchten Pflanzen hervor.

Die Differenzen in dem Bau der Leitstränge betreffen entweder die Lagerung von Xylem und Phloëm, oder die Zusammensetzung des Xylems und Phloëms. Eine Differenz der ersteren Art besteht darin, dass bei vielen Monocotylen die Leitstränge im Stengel collateral, im Rhizom concentrisch sind, oder eine Annäherung an den concentrischen Bau zeigen. Vereinzelt Beobachtungen über concentrisch gebaute Leitstränge waren bereits von den älteren Botanikern gemacht, aber in neuerer Zeit vergessen worden, bis Russow<sup>1)</sup> und Falkenberg<sup>2)</sup> das häufige Vorkommen derselben bei den monocotylen Rhizomen feststellten; Guillaud<sup>3)</sup> (welcher nur Rhizome untersuchte), ging sogar so weit, den concentrischen Bau der Leitstränge als anatomischen Charakter der Monocotylen überhaupt hinzustellen! — Dieser Bau der Leitstränge findet sich im Stengel nur sehr selten (bei *Alisma plantago* nach Russow<sup>4)</sup>), dagegen fand ich ihn in den Rhizomen folgender Pflanzen: *Carex globularis*, *Blysmus*, *Juncus*, *Luzula*, *Paris*, *Convallaria*, *Iris*, *Cypripedium* und in manchen Exemplaren von *Scheuchzeria* und *Scirpus*; nach Russow<sup>5)</sup> findet er sich ferner bei *Allium nutans*, *Plectogone variegata*, *Flüggen japonica*, *Paepalanthus*, *Acorus*

1) „Vergleichende Untersuchungen etc.“, 1872, pag. 153, und „Betrachtungen etc.“, 1875, pag. 32.

2) l. c. pag. 156.

3) l. c. pag. 152 (des Separatabdruckes).

4) Betrachtungen; pag. 33.

5) Betrachtungen, pag. 32.

*calamus* und *gramineus*; nach Guillaud<sup>1)</sup> bei *Iris florentina*, *Veratrum*, *Toxicaria paniculata*, *Asparagus tenuifolius*, *Ruscus aculeatus*, *Narthecium ossifragum*, *Eriophorum*, *Triglochin maritimum*; nach Falkenberg<sup>2)</sup> bei *Iris pseudacorus* und *Asparagus officinalis*. Der concentrische Bau der Leitstränge ist somit bei den monocotylen Rhizomen sehr verbreitet. Wol in allen genannten Rhizomen sind nicht sämtliche Leitstränge rein concentrisch, sondern in den der Peripherie des Centralcyinders am meisten genähernten Strängen schliessen die Gefässe auf der Rindenseite des Phloëms nicht zusammen, ja bisweilen bilden sie in diesen peripherischen Strängen nur einen Halbkreis um das Phloëm. — In einer Anzahl anderer monocotyler Rhizome zeigen die Leitstränge insofern eine Annäherung an den concentrischen Bau, als die Gefässe einen grösseren oder kleineren Bogen um das Phloëm bilden; so bei *Majanthemum*, *Epipactis*, *Scheuchzeria*, während im Stengel der beiden erstgenannten Xylem und Phloëm durch eine gerade Linie getrennt sind, und im Stengel von *Scheuchzeria* die Gefässe zwar ebenfalls einen Bogen bilden, aber einen kleineren als im Rhizom. — Schliesslich ist hier zu erwähnen der höchst eigenthümliche Bau der Mehrzahl der Leitstränge im Rhizom von *Calamagrostis*, deren Gefässe nach aussen vom Phloëm gelegen sind, während die Leitstränge im Stengel nach dem Gramineentypus, und in der Uebergangsregion zwischen Stengel und Rhizom concentrisch gebaut sind.

Was die Zusammensetzung des Xylems betrifft, so wurde bereits erwähnt, dass in den Rhizomen mancher Mo-

1) l. c.

2) l. c.

nocotylen, im Gegensatz zu den Stengeln, keine von dem angrenzenden Inom verschiedenen Xylemleitzellen vorhanden sind.

Ein zweiter wichtiger Unterschied besteht darin, dass in dem Tracheom der Rhizome die getüpfelten Gefässe vorwiegen, während dasjenige der Stengel ausschliesslich aus abrollbaren, oder aus solchen und netzförmig verdickten Gefässen besteht; ob jemals in den Stengeln primär getüpfelte Gefässe (sensu strictiore) vorkommen, scheint mir fraglich; ich habe mich in keinem Falle von der Anwesenheit derselben unzweifelhaft überzeugen können. — Es gibt nun freilich auch Rhizome, welche in dieser Beziehung völlig mit den Stengeln übereinstimmen, so diejenigen von *Goodyera*, *Triglochin*, *Myosotis*, *Mercurialis*, wahrscheinlich auch der *Labiatae*. Aber in den Rhizomen der übrigen untersuchten Monocotylen treten auch getüpfelte Gefässe auf, — meist solche mit rundlichen Tüpfeln, — und bilden gewöhnlich die Hauptmasse des Tracheoms, während die abrollbaren Gefässe stark zurücktreten und meist in jedem Leitstrang nur eine kleine, auf der Markseite gelegene Gruppe bilden, ja nicht selten einem Teil der Leitstränge ganz fehlen. Besonders charakteristische Beispiele sind *Calamagrostis* und *Luzula*, wo von den Leitsträngen des Rhizoms wahrscheinlich kein einziger abrollbare Gefässe enthält. Bei den Dicotylen ist die in Rede stehende Erscheinung schwierig nachzuweisen, weil man fast nie sicher sein kann, ob nicht die getüpfelten Gefässe, die man im Rhizom vorfindet, schon secundär sind; doch findet dieselbe unzweifelhaft statt bei *Trientalis* und *Lysimachia*. — Dass die Rhizome häufig wenige oder gar keine abrollbaren Gefässe enthalten, war schon Naegeli bekannt, welcher dies auf die geringe

Streckung ihrer Internodien zurückführt <sup>1)</sup>, was a priori sehr plausibel erscheint; indessen lässt sich die Sache nicht so einfach erklären, denn alsdann wäre zu erwarten, dass die abrollbaren Gefässe um so mehr zurücktreten werden, je kürzer die Internodien sind, was nicht zutrifft. In dem Rhizom von *Butomus umbellatus*, dessen Internodien ganz unentwickelt sind, finden sich nur oder doch weit überwiegend abrollbare Gefässe, ebenso bei *Goodyera*, deren Rhizom ebenfalls sehr kurze Internodien hat; dagegen sind in dem Rhizom von *Convallaria* mit relativ sehr entwickelten (bis 4 cm. langen) Internodien fast sämtliche Gefässe getüpfelt. — Wie in der Einleitung erwähnt, hat auch Chatin, dessen Arbeit ebenfalls 1858 erschien, das Zurücktreten der abrollbaren Gefässe in den Rhizomen bemerkt, er ging aber viel zu weit, indem er den Rhizomen die abrollbaren Gefässe überhaupt absprach, wenigstens als Regel.

Mit dem Zurücktreten der abrollbaren Gefässe steht auch der Umstand in Zusammenhang, dass die Lacunen des Xylems, welche dieselben vertreten, in den Rhizomen zu fehlen pflegen. Doch geht De Bary zu weit, wenn er behauptet <sup>2)</sup>, dass dieselben bei den Rhizomen überhaupt nicht vorkommen; sie finden sich vielmehr auch hier, so bei *Glyceria*, *Scirpus* und *Scheuchzeria*, freilich nur bei einem relativ kleinen Teil der Leitstränge, und sind beträchtlich kleiner als in den Stengeln derselben Pflanzen. In der Mehrzahl der Fälle hat übrigens De Bary Recht.

Dass auch das Phloëm bei einigen Pflanzen, vielleicht auch häufiger, im Rhizom eine andere Zusammensetzung

1) Beiträge zur wissenschaftlichen Botanik, Heft I, pag. 7, 1858.

2) Vergleichende Anatomie, pag. 340.

hat, als im Stengel, wurde bereits erwähnt; genauer anzugeben, worin die Verschiedenheit besteht, ist bei unserer gegenwärtigen höchst mangelhaften Kenntniss von der Zusammensetzung des Phloëms unmöglich.

Die Lumenweite der Leitstrangelemente ist gewöhnlich in den Rhizomen eine andere als in den Stengeln. Es wurden die grössten Phloëmelemente (wahrscheinlich die Siebröhren) und die grössten Gefässe gemessen. Die Siebröhren sind in den Rhizomen im allgemeinen weitulmiger als in den Stengeln derselben Pflanzen; oft nicht unbeträchtlich, bis zu  $2\frac{1}{4}$  mal (bei *Majanthemum*); in geringerem Grade bei 10 anderen Pflanzen; in 7 Fällen waren sie im Stengel und im Rhizom ungefähr von gleicher Weite, in 2 Fällen (*Luzula* und *Iris*) in letzterem etwas enger. — Auch die Gefässe sind in den Rhizomen im allgemeinen weitulmiger als in den Stengeln (sehr beträchtlich ist der Unterschied wieder namentlich bei *Majanthemum*). Dies ist aber nur eine Folge davon, dass sie in den Stengeln abrollbar und netzförmig verdickt, in den Rhizomen meist getüpfelt sind; die getüpfelten Gefässe pflegen ja überhaupt weitulmiger zu sein, als die abrollbaren und die netzförmig verdickten. Vergleicht man nun aber nur die gleichartigen Gefässe mit einander, also die abrollbaren des Stengels mit den abrollbaren des Rhizoms u. s. w., so ergibt sich das entgegengesetzte Resultat, nämlich: Die abrollbaren und netzförmig verdickten Gefässe sind im Stengel im allgemeinen weitulmiger, als im Rhizom derselben Pflanze, wie das schon der Augenschein in den meisten Fällen lehrt; durch Messung wurde diese Thatsache festgestellt bei *Triticum*, *Glyceria*, *Scirpus*, *Triglochin*, *Myosotis*, *Mentha* und *Mercurialis*; die grösste Differenz findet sich unter diesen Pflanzen bei *Tri-*

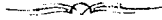
*glochin* und *Myosotis*, wo der Durchmesser der grössten Gefässe im Stengel 2.5 resp. 2.3 mal grösser ist, als im Rhizom; bei anderen Pflanzen kommen aber sicherlich noch weit grössere Differenzen vor. Bei *Goodyera* sind die Gefässe im Stengel und Rhizom ungefähr gleich weit; die einzige beobachtete Ausnahme endlich bildet *Carex chordorrhiza*, wo der Durchmesser der Ringgefässe im Rhizom beinahe doppelt so gross ist, als im Stengel.

Hiermit ist die Reihe der mir bekannt gewordenen Unterschiede, abgesehen von den ganz vereinzelt, erschöpft. Von einer Zusammenstellung und Numerirung derselben, wie das Costantin gethan hat, sehe ich ab, denn eine solche Liste wäre nur mit grossen Einschränkungen gültig und zweitens doch nicht erschöpfend, sie könnte also nur von problematischem Wert sein und zu falschen Vorstellungen Veranlassung geben. Hingegen will ich versuchen, die vom physiologisch-anatomischen Gesichtspunkte besonders wichtigen (aber nur diese) Eigentümlichkeiten der Rhizome in ihren Hauptzügen kurz zusammenzufassen:

Die Differenzirung der Gewebe ist eine geringere; das Speichergewebe und die verkorkten Gewebe sind stark entwickelt; das Assimilationsgewebe fehlt; das mechanisch wirksame Gewebe ist stark reducirt, und ist nach den Principien der Zugfestigkeit und eventuell auch der Festigkeit gegen radial wirkenden Druck angeordnet; alle specifisch der Biegungsfestig-

keit dienenden Einrichtungen fehlen; die Rhizome zeigen in vielfacher Beziehung eine Annäherung an den anatomischen Bau der Wurzeln, behalten jedoch alle wesentlichen anatomischen Charaktere der Stämme.

Dorpat, im October 1884.



## Thesen.

1. In morphologischen Fragen hat die Entwicklungsgeschichte, nicht die vergleichende Betrachtung das entscheidende Wort.
2. Die physiologisch-anatomische Betrachtungsweise ist nicht geeignet, die morphologisch-anatomische zu verdrängen.
3. Die vergleichende Histologie und namentlich die vergleichende Histogenie sollten viel mehr als bisher bearbeitet werden.
4. Zwischen dem primären Bau der Monocotylen und Dicotylen besteht kein principieller Unterschied.
5. Ein Hautgewebe als dem Grund- und Stranggewebe coordinirtes Gewebesystem aufzustellen, ist ungerechtfertigt.
6. Das Sclerenchym ist zum Stranggewebe zu rechnen.
7. Die Hauptfunction der Schutzscheiden ist nicht in ihrer mechanischen Bedeutung zu sehen.
8. Die Bezeichnung der grossen einzelligen Thallophyten als „nichtcelluläre Pflanzen“ ist zu verwerfen.
9. Die botanische Terminologie, besonders die in der Morphologie der Thallophyten übliche, bedarf dringend einer gründlichen Umgestaltung.
10. Auch in der botanischen Nomenclatur sollte man den Speciesnamen stets den Namen desjenigen Autors hinzusetzen, der die betr. Species zuerst unterschieden hat, ohne Rücksicht auf den Genusnamen.