

IX.

Beiträge zur Anatomie der Inflorescenzaxen.

Von

Otto Klein.

Einleitung.

Bei einer anatomischen Betrachtung der Gewebe einer Pflanze ist man geneigt anzunehmen, dass in den gleichartigen Organen die Gewebe in einem bestimmten, unveränderlichen Verhältniss zu einander ständen. Doch wäre eine solche Annahme eine durchaus irrige. Allerlei äussere und innere Bedingungen können die Quantitäten der einzelnen Gewebepartien verändern. Vermehren sich die Ansprüche an die Leistungen eines bestimmten Gewebes, so ist eine Vermehrung desselben die Folge, während umgekehrt verringerte Inanspruchnahme eine Verkleinerung des Umfanges hervorruft. Solche Schwankungen in den Mengenverhältnissen sind nicht allein zwischen den verschiedenen Arten, sondern auch innerhalb derselben Pflanze, ja sogar innerhalb desselben Organs zu beobachten.

Zuerst machte Haberlandt¹⁾ auf diese Thatsache aufmerksam. Er untersuchte 2 Haselnusszweige, von denen der eine ein einjähriger, vegetativer Spross war, während der andere 2 männliche Blütenkätzchen trug, in Bezug auf die Querschnittsgrösse der einzelnen Gewebepartien. Das für die Leitung der plastischen Baustoffe bestimmte Rindenparenchym und Leptom nimmt im vegetativen Spross 52,2% ein, im kätzchentragenden dagegen 79% des gesammten Querschnitts. Im vegetativen Zweige ist das wasserleitende und mechanische System 3 Mal so stark als im reproductiven. Letzteren Umstand erklärt er aus der so ungleichen Transpirationsgrösse der mit Wasser zu versorgenden Organe und aus den verschieden grossen Ansprüchen, welche an die Festigkeit der beiden Zweige gestellt werden. Die stärkere Ausbildung des Rindenparenchyms und Leptoms im kätzchentragenden Zweig findet ihre Erklärung in den grössern Anforderungen, welche an die Leitungsbahnen gestellt werden durch den Verbrauch an Baustoffen zur Pollenbereitung.

¹⁾ Haberlandt, Physiologische Pflanzen-Anatomie.

Eine weitere Beleuchtung dieser Thatsachen ist von E. Laborie¹⁾ in seinen Untersuchungen über den Bau der Blüten- und Fruchstiele gegeben worden. Als wesentliche Merkmale im Bau der Blütenstiele führt er an:

- 1) Eine starke Entwicklung der Rinde.
- 2) Eine charakteristische Organisation der Gefässbündel.
 - a) In ihrem äussern Theil durch eine Vermehrung des Durchmessers der Bastzellen, welche unabhängig ist von ihrer Zahl, die vermehrt oder vermindert sein kann.
 - b) In ihrem innern Theil durch eine auffällige Verringerung der Zahl und der Oeffnungsweite der grossen Gefässe.

Er zeigt dann, dass gewisse Gewebe, die im vegetativen Spross vorkommen, im Blütenstiel fehlen, ebenso wie im Blütenstiel Gewebe auftreten können, die im Stamm nicht vorhanden sind. Schliesslich weist er darauf hin, dass diese anatomischen Differenzen in Beziehung zur Grösse der Blüthe und Frucht stehen und sogar abhängig sein können vom Geschlecht der Blüthe.

Die vorliegende Abhandlung bezweckt eine Prüfung und Erweiterung der von obigen Autoren gefundenen Resultate. Es soll das quantitative Verhalten der Gewebe geprüft werden einerseits in den Inflorescenzaxen aufsteigend von der Hauptaxe zu den Blütenstielchen, andererseits in derselben Axe. Bei den ausdauernden Dicotylen soll auch das Verhältniss der Gewebe beim Uebergang aus dem einjährigen Spross zum Blütenstand untersucht werden.

Zur Untersuchung wurden hauptsächlich Gramineen herangezogen, welche durch ihre reichverzweigten Inflorescenzen ganz besonders günstige Objecte sind. Aber auch die übrigen Familien der Phanerogamen wurden, so weit dies möglich war, berücksichtigt. Um die Grösse der einzelnen Gewebepartien auf dem Querschnitt vergleichen zu können, wurden mittels des Zeichnenprismas die Grenzen der Gewebe auf Papier aufgetragen, die einzelnen Gewebecomplexe ausgeschnitten und abgewogen. Das Gewicht jeder einzelnen Gewebeart wurde dann auf einen gemeinsamen Querschnitt, dessen Gewicht gleich 1000 angenommen war, bezogen. Dieses Verfahren stimmt mit dem von Haberlandt angewandten vollkommen überein, nur dass für den gemeinsamen Querschnitt das zehnfache Gewicht angenommen wird. Es ist dies insofern von Nutzen, als auch kleinere Schwankungen mehr in das Auge fallen. Das zur Zeichnung und Wägung benutzte Papier war ein Cartonpapier von mittlerer Stärke und grosser Gleichmässigkeit. Auf letztere Eigenschaft wurde es

¹⁾ E. Laborie: Sur l'anatomie des pédoncules, comparée à celle des axes ordinaires et à celle des pétioles, in *Compt. rend.* 1884, tome XCIX, 24.

sorgfältig geprüft, indem an verschiedenen Stellen gleich grosse Stücke herausgeschnitten und gewogen wurden. Die so erhaltenen Gewichtsgrössen waren nahezu übereinstimmend. Die geringen Abweichungen waren wohl mehr auf nicht zu vermeidende Fehler beim Ausschneiden, als auf ungleiche Beschaffenheit des Papiers zurückzuführen. Für die Untersuchung wurden einerseits Querschnitte von den Axen in aufsteigender Ordnung bis zum Blütenstielchen angefertigt, andererseits Querschnitte in derselben Axe in acropetaler Reihenfolge von Internodium zu Internodium steigend. Die Schnitte wurden dicht unterhalb des Knotens durch die Axe geführt, in der Hauptaxe unter der ersten Verzweigungsstelle, in den Axen höherer Ordnung unter dem ersten Knoten. Wurde dieselbe Axe untersucht, so steigen die Schnitte von der ersten Insertionsstelle nach oben von Knoten zu Knoten auf. Die Nebenaxen gleicher Ordnung wurden möglichst so gewählt, dass sie alle aus derselben Axe der nächst niedern Ordnung entsprangen, besonders gilt dies für die Blütenstielchen.

Die Bezeichnung Leptom ist im Haberlandt'schen Sinne gebraucht und es wird darunter das spezifisch eiweissleitende Gewebe verstanden, welches sich aus Siebröhren und Geleitzellen zusammensetzt. Die Dicotylen enthalten bekanntlich neben den Siebröhren und Geleitzellen noch Kohlehydrate leitendes und speicherndes Parenchym. Da sich nun hier die Menge der Siebröhren und Geleitzellen schwierig feststellen lässt, so kann man, wenn es darauf ankommt, das Verhalten des eiweissleitenden Gewebes festzustellen, eigentlich nur Monocotylen zur Untersuchung heranziehen.

Das Hadrom umfasst den gesammten innern Theil des Leitbündels mit Ausnahme des starkwandigen Libriforms, welches seiner mechanischen Leistungen wegen zum mechanischen Gewebe gerechnet worden ist.

Die Begrenzung des Rindenparenchyms ist durch den Gefässbündelkreis oder den mechanischen Ring gegeben. Bei denjenigen Monocotylen aber, bei welchen die Leitbündel gleichmässig über den ganzen Querschnitt vertheilt sind, ist oft eine Scheidung des Rindenparenchyms vom Markgewebe schwierig oder gar nicht durchführbar (*Paspalum stoloniferum*, *Zea mais*). Epidermis und Kork sind nicht zum Rindenparenchym gerechnet worden. Wo Kork in den Inflorescenzaxen vorkommt, ist er für sich in Rechnung gebracht worden.

Zum mechanischen Gewebe ist das Collenchym, der Bast und das Libriform gezählt worden, also alle Gewebe, welche mechanische Leistungen verrichten, ohne Rücksicht darauf, ob sie neben ihrer Hauptfunction noch eine Nebenfunction haben. Um die Configuration des mechanischen Gewebes in den verschiedenen Axen vergleichen und Schlüsse auf die Festigkeit machen zu können, wurden Querschnitts-

zeichnungen angefertigt und die einzelnen Gewebepartien durch Farben kenntlich gemacht.

Es möge an dieser Stelle eine Bemerkung über das Monocotylenbündel Platz finden. Eine Zahl von Monocotylen hat in den Gefässbündeln zwischen den grossen porösen Gefässen eine Querverbindung aus stark verdickten Zellen, welche 8—10 Mal so lang als breit sind und nicht zahlreiche, rundliche Poren haben. Sie zeigen auf dem Querschnitt ein milchweisses Aussehen und treten in 1—3 Reihen auf. Doch kommt es auch vor, dass die Querverbindung nur durch einzelne Zellen angedeutet wird. Solche Brücken finden sich bei den *Poaeoideae* ohne Ausnahme, während sie den meisten *Panicoideae* fehlen. Sie wurden ferner bei einer Anzahl von *Juncus*-Arten und bei *Scirpus atrovirens* gefunden. Diese Querverbindung dient offenbar dazu, die Bündel vor einseitigem Druck zu schützen.

Hautsystem.

Das Hautsystem hat die Aufgabe, die innern Gewebe vor äusseren, schädlichen Einflüssen zu bewahren. Zu den Geweben dieses Systems sind die Epidermis und der Kork zu rechnen.

Die Zellen der Epidermis in den Inflorescenzaxen zeigen nicht jene starken Verdickungen, wie sie sich bei *Pinus*-Nadeln und Blättern von *Aloë*-Arten finden. Die Zellwände sind nur schwach verdickt, was nicht überraschen kann, da ja die Inflorescenzen im Allgemeinen nur kurzlebig sind und daher verhältnissmässig wenig von den Unbilden der Witterung zu leiden haben. Auch sonst zeigt die Epidermis in den verschiedenen Axen der Inflorescenz keine Modificationen. Nur in einzelnen Fällen, wo sie neben ihrer Hauptfunction noch eine andere Function übernimmt, kann eine Veränderung eintreten. Es ist dies bei *Bocconia cordata* der Fall. Die Blütenstielchen dieser Pflanze sind ganz ohne mechanische Elemente. Die Epidermiszellen haben eine radialgestreckte, pallisadenähnliche Gestalt. Sie und der Turgor sorgen für die nöthige Steifigkeit des Stielchens. Doch muss bemerkt werden, dass die hierdurch erzielte Festigkeit nur eine geringe ist. Die Stielchen vermögen wohl die Blüten aufrecht zu tragen, aber nicht mehr die schwereren, langgestreckten Fruchtkapseln. Diese sind daher hängend.

Was nun den Kork anlangt, so ist er einerseits ein Ersatz der Epidermis, andererseits ein Gewebe zum Schutz gegen starke Temperaturschwankungen. Bei den zur Untersuchung gelangten Inflorescenzaxen hat sich kein Beispiel für den ersten Fall ergeben. Den Kork als Gewebe zum Schutz gegen Temperaturschwankungen werden wir überall da zu suchen haben, wo Blüten oder Inflorescenzen im Herbst bereits ausgebildet werden und, ohne in Knospenschuppen eingehüllt zu sein, den

Winter überdauern müssen. Dieser Fall tritt für die Kätzchenblüther ein. Die männlichen Kätzchenträger von *Betula alba* und *Corylus* sind daher mit einer Korkschiebt versehen, welche den entsprechenden Kätzchenspindeln fehlt, die durch die verkorkten Deckschuppen geschützt sind. Bei den weiblichen Kätzchenträgern der genannten Arten fehlt der Korkring, da die Kätzchen während des Winters in der Knospe eingeschlossen bleiben.

System der Ernährung.

Dieses System umfasst als Untergruppen das Assimilations- und das Leitungssystem. In dem ersteren findet die Umwandlung der unorganischen Stoffe in organische statt, in dem letzteren werden die durch den Assimilationsprocess bereiteten Baustoffe zu den Orten stärksten Verbrauchs, den Vegetationspunkten, Blüten und Samen, geleitet. Diese Translocation geht für die einzelnen Arten von Nährstoffen in bestimmten Geweben vor sich. Die Leitung der Kohlehydrate wie Stärke, Inulin, Glycose u. s. w. wird hauptsächlich durch das Rindenparenchym besorgt. Die Eiweissstoffe werden im Leptom translociert. Doch werden auch hier kleine Mengen von Stärke fortgeschafft, ebenso wie das Rindenparenchym Eiweissstoffe in löslicher Form leitet. Als dritte Leitungsbahn ist das Hadrom zu betrachten. In demselben steigt das Wasser und die darin aufgelösten Nährsalze auf.

Das Rindenparenchym zeigt von der Hauptaxe zu den Blütenstielchen aufsteigend eine beständige Zunahme und zwar so, dass im Blütenstielchen das Maximum erreicht wird. Für diesen Satz hat sich nicht eine einzige Ausnahme ergeben. Die Zunahme findet sowohl in den Axen in aufsteigender Ordnung, als auch in derselben Axe von der Basis zur Spitze und beim Uebergang vom einjährigen Zweige zur Inflorescenz statt. Die in der Hauptaxe enthaltene Menge Rindenparenchym steigert sich bis zum Blütenstielchen häufig auf den doppelten, mitunter auf den 3—4fachen Betrag.

Die Rinde besteht entweder ganz aus grünen Zellen oder es sind nur die unmittelbar unter der Epidermis liegenden Zellen chlorophyllhaltig, während die tieferen Schichten farblos sind. Als dritter Fall wäre zu erwähnen, dass die Rinde ganz aus farblosen Zellen bestehen kann. Der erstere Typus findet sich bei den Gramineen und zwar am ausgesprochensten bei denjenigen, bei welchen die mechanischen Elemente einen Hohlcyylinder bilden. Auch die Parenchymseide enthält hier meist Chlorophyllkörner. Der Fall, dass das Rindenparenchym in seinen äussern Partien aus grünen, in seinen innern aus farblosen Zellen besteht, ist ein bei Mono- und Dicotylen häufiger. Meist findet ein

allmählicher Uebergang zwischen den beiden Schichten statt. Sehr scharf zeichnet sich dagegen die Grenze bei den Umbelliferen ab.

Da auch für die Pflanzen, deren Rinde ganz aus grünen Zellen besteht, der Satz gilt: „das Rindenparenchym nimmt in den Inflorescenzaxen zu und erreicht im Blütenstielchen sein Maximum“, so haben sie ein nach den Blütenstielen zunehmendes Assimilationsgewebe. Dieser Fall tritt bei Pflanzen mit mangelhafter oder fehlender Blattbildung auf, die also jede gebotene Fläche zur Assimilation ausnutzen müssen (Juncaeen) oder bei solchen mit langen Inflorescenzaxen, deren Blüten weit von den assimilirenden Flächen entfernt sind (Gramineen). Bei der Mehrzahl der Pflanzen, deren Rindenparenchym aus chlorophyllhaltigen und farblosen Zellen besteht, ist bei der Vermehrung desselben nicht immer eine Vermehrung des Assimilationsgewebes nachzuweisen. In manchen Fällen ist sogar eine entschiedene Abnahme des grünen Gewebes selbst oder der Chlorophyllkörner in den einzelnen Zellen zu constatiren (*Habrothammis Nevelli*, *Heliotropium peruvianum*, *Vernonia centranthifolia*). Die Inflorescenzaxen haben in diesem Falle ein mehr oder weniger chlorotisches Aussehen, wenn nicht die Epidermis Farbstoffe enthält (*Chamaedorea oblongata*, *Ch. Verschaffeltii*). Ganz ohne Chlorophyll sind die Zellen des Rindengewebes bei den *Begonia*- und *Impatiens*-Arten.

Die in einigen Fällen so starke Zunahme des Rindenparenchyms geschieht auf Kosten des mechanischen Gewebes, des Markes und Hadroms. Das mechanische Gewebe selbst erleidet meist keine Einbusse, sondern es wird nur aus seiner peripherischen Lage verdrängt. Nur wenig wird das Hadrom betroffen, am meisten das Mark, welches die stärkste Verminderung erfährt. Den Grund für das Zurückdrängen der andern Gewebe durch das Rindenparenchym haben wir in den hohen Anforderungen, die an dasselbe für den Ausbau der Blüten und Früchte gestellt werden, zu suchen. Je grösser daher die Blüten sind oder je grösser ihre Anhäufung ist und je umfangreicher die Früchte sind, um so mehr muss auch das Parenchym zunehmen, um den Baustoffen, vor allem den Kohlehydraten, einen möglichst grossen Weg zu schaffen. So beträgt bei *Citrus Aurantium* das Rindenparenchym im Stengel $668,5 \frac{0}{0}$, im Blütenstielchen dagegen $889,3 \frac{0}{0}$. Bei *Anemone nemorosa* sind die entsprechenden Zahlen $321,6 \frac{0}{0}$ und $368,4 \frac{0}{0}$. Die zuerst angeführten Zahlen geben eine Bestätigung des oben Gesagten, die andern beweisen die Richtigkeit nach der negativen Seite.

Das Leptom zeigt wie das Rindenparenchym eine Zunahme in den Axen aufsteigender Ordnung und erreicht im Blütenstielchen sein Maximum. Die Zunahme lässt sich auch in derselben Axe und beim Uebergang vom einjährigen Spross zur Inflorescenz constatiren. Die Grösse

der Vermehrung ist meist nur gering, und es ist daher, um sie sicher festzustellen, eine grosse Genauigkeit bei der Zeichnung und Wägung geboten. Nicht ganz so gleichmässig wie beim Rindenparenchym ist die Zunahme bei dem Leptom und oft zeigen sich Schwankungen, namentlich beim Uebergang von der Hauptaxe zu den Nebenaxen; doch werden diese durch rasche Vermehrung in den Axen der nächst höhern Ordnung ausgeglichen (*Bromus purgans*, *Briza media*, *Avena argentea*). Die Zunahme des Leptoms bei demselben Bündel lässt sich mitunter sehr schön beobachten. Bei *Eragrostis verticillata* ist das Leptom der Leitbündel in der Hauptaxe keilförmig gestaltet und liegt zwischen den grossen, porösen Gefässen. In der Axe III. O. hat es halbkreisförmige oder nierenähnliche Gestalt und lagert über den beiden grossen Gefässen. Im ersten Falle macht es $\frac{1}{8}$, im zweiten $\frac{1}{2}$ des ganzen Bündels aus. Das Leptom müsste also viel stärker zunehmen, als dies in Wirklichkeit der Fall ist, wenn nicht die starke Vermehrung desselben in den einzelnen Bündeln fast compensirt würde durch die rasche Abnahme der Zahl der Bündel. Diese beträgt bei der genannten Grasart 45 in der Hauptaxe und 6 in der Axe III. O. Die Zunahme des Leptoms ist auf die gesteigerten Ansprüche zurückzuführen, welche an dasselbe als eiweissleitendes Gewebe gestellt werden. Die Blüthe und deren Producte, der Pollen und die Samen, verdanken ihren Aufbau neben den Kohlehydraten den Proteinstoffen. Man wird daher schliessen können, dass der Menge des bereiteten Pollens oder dem Gehalt der Samen an Eiweissstoffen der Umfang und die Zunahme des Leptoms entsprechen wird. Bei *Oryza sativa* enthalten die Samen 3,5—6 $\frac{0}{0}$ Proteinstoffe gegen 15—18 $\frac{0}{0}$ bei den übrigen Getreidearten und 23—29 $\frac{0}{0}$ bei den Hülsenfrüchten. Mit der geringen Menge der Eiweissstoffe steht der Umfang und die kaum nennenswerthe Vermehrung des Leptoms im Einklang. Die Menge desselben beträgt in der Hauptaxe 43,5 $\frac{0}{0}$ und erhebt sich im Blütenstielchen nur auf 46,9 $\frac{0}{0}$.

Der Hadromtheil der Leitbündel nimmt beständig ab und erreicht im Blütenstielchen sein Minimum. Die Verminderung des Hadroms, wie die Zunahme des Leptoms bewegt sich innerhalb enger Grenzen. Die Abnahme und Zunahme beider Gewebe entspricht sich ungefähr, so dass die Querschnittssumme der Bündel eine constante Grösse ergibt. Wenigstens ist dies innerhalb der Inflorescenz der Fall, wo die Vermehrung des Leptoms und die Verminderung des Hadroms eine gleichförmige ist. Beim Uebergang vom vegetativen Spross findet dagegen eine sprungweise Abnahme statt. Für das Hadrom ist eine solche leicht erklärlich, wenn man bedenkt, dass den Inflorescenzenaxen die grossen, transpirirenden Blattflächen fehlen, die die vegetativen Zweige besitzen.

Ginge daher das Hadrom in seinem ganzen Umfange auf die Infloreszenzhauptaxe über, so würde seine Leitungsfähigkeit nicht vollkommen ausgenutzt werden, was einer Materialverschwendung gleichkäme, die im Aufbau der Organismen möglichst vermieden wird.

Da den Infloreszenzaxen grössere Blattflächen fehlen oder da sie gänzlich blattlos sind, so ist ihre Transpirationsgrösse gering und ihre wasserleitenden Gewebe haben fast nur für die Blüthe und deren Producte zu sorgen. Das Hadrom kann daher auch fast constanten Querschnitt haben, besonders wenn den Infloreszenzaxen alle Anhangsorgane fehlen wie bei den Gramineen. Bei *Melica nutans* sind die Querschnittsgrössen des Hadroms I. O. 105,1 $\frac{0}{00}$, II. O. 102,5, III. O. 94,9 und IV. O. 93,6 $\frac{0}{00}$. Giebt die Menge des Hadroms in den Blütenstielchen ein Mass für die Transpirationsgrösse der Blüthe, so erhält man aus der Zunahme des wasserleitenden Gewebes nach der Hauptaxe hin ein Mass für die zunehmende Transpirationsgrösse der Axen.

Die Verringerung des Hadroms kommt zu Stande durch eine Verringerung der Zahl der Leitbündel und durch eine Abnahme der Gefässe in den Bündeln. Die Zahl der Bündel nimmt in auffälligster Weise ab. Bei *Zea mais* waren in einem Falle in der Hauptaxe 120 gegen 27, 18 und 7 in den Nebenaxen aufsteigender Ordnung. Bei *Sorghum vulgare* fanden sich in der Hauptaxe 90 Gefässbündel; diese Zahl verminderte sich in den folgenden Axen auf 28, 14, 11 und 5 im Blütenstielchen. Eine ähnlich starke Verminderung findet bei *Cyperus*- und *Juncus*-Arten statt. Die meisten Gramineen haben im Blütenstielchen nur ein grosses, centrales und 1—3 kleinere, mehr peripherisch gelegene Leitbündel. Die Umbelliferen haben hier meist 2 Bündel von gleicher Grösse (*Conioselinum Fischeri*, *Ferula abyssinica*). Ebenso auffällig wie die Reduction der Zahl der Gefässbündel ist auch die Abnahme der grossen Gefässe.

Bemerkenswerth ist die stetige Abnahme des Durchmessers der Gefässe. Ob nun die Verminderung proportional der Abnahme des Durchmessers in den verschiedenen Axen oder grösser sei, liess sich nicht entscheiden. Wäre letzteres zu erweisen, so würde die Reduction des Kalibers der Gefässe zur Verminderung des Hadroms beitragen. In der folgenden Tabelle sind von einigen Pflanzen die Durchmessergrössen der Gefässe in den Axen aufsteigender Ordnung gegeben. Die Durchmesser sind mittels des Mikrometers gemessen. Die Zahlen geben die Grösse des Kalibers in Millimetern an.

	I. O.	II. O.	III. O.	IV. O.
<i>Oryza sativa</i> . .	0,033	0,027	0,017	
<i>Bromus pendulinus</i>	0,027	0,023	0,019	0,016
<i>Br. purgans</i> . .	0,043	0,019	0,017	0,016

	I. O.	II. O.	III. O.	IV. O.
<i>Festuca gigantea</i> . .	0,043	0,026	0,016	
<i>Melica nutans</i> . . .	0,024	0,016	0,013	0,009
<i>Briza media</i> . . .	0,022	0,018	0,015	0,009
<i>Triodia decumbens</i>	0,016	0,009	0,008	
<i>Avena argentea</i> . .	0,016	0,009	0,008	
<i>Festuca diandra</i> . .	0,023	0,016	0,009	
<i>Uniola latifolia</i> . .	0,029	0,019	0,009	

Bei den Dicotylen, welche ein Dickenwachstum haben, stehen die Bündel zu einem Cylinder vereinigt. In den Inflorescenzaxen lockert sich diese enge Verbindung und die Bündel stehen getrennt im Kreise, wie dies bei den krautigen Gewächsen die Regel ist. Bei *Aralia cordata* sind neben einem äussern Kreise von Leitbündeln noch mehrere Kreise marktständiger Bündel vorhanden. In den Inflorescenzaxen verschwinden diese marktständigen Bündel nach und nach und die Bündel des äussern Kreises reduciren sich in ihrer Anzahl. Das Blütenstielchen enthält 5—6, welche nahe dem Centrum liegen und rings von mechanischem Gewebe umschlossen sind. Der umgekehrte Fall tritt bei *Platanus* ein. Der vegetative Spross enthält einen Holzcyylinder ohne marktständige Bündel. Im Blüthenträger findet sich neben einem äussern Kreis von Gefässbündeln noch ein zweiter im Mark. Die einzelnen Bündel sind mit starken Bastbelegen auf der Leptom- und Hadromseite versehen, aber nicht unter sich durch mechanische Elemente verbunden. Nach der Fruchtreife schwindet das parenchymatische Gewebe des Blüten- oder jetzt Fruchträgers, so dass nur die einzelnen Bündelstränge mit ihren Bastbelegen übrig bleiben und die Früchte an einem Bündel getrennter Fäden hängen.

Das Mark nimmt von der Hauptaxe oder vom vegetativen Spross aus ab. Seine Abnahme ist meist eine rapide und sprungweise. Die Blütenstielchen enthalten oft kein Mark, indem die Leitbündel oder die mechanischen Elemente sich im Centrum zusammendrängen. Das Mark ist meist zartwandig und behält diese Beschaffenheit entweder bei oder die Wanddicke seiner Zellen nimmt von Axe zu Axe zu, so dass es im Blütenstielchen auf Querschnitten nicht von dem umgebenden mechanischen Gewebe zu unterscheiden ist (*Sorghum vulgare*, *Panicum capillare*, *P. virgatum*, *Cinna sobolifera*, *Galium rubioides*). Es nimmt hier den Character eines mechanischen Gewebes an und wird bis zu einem gewissen Grade zur Festigkeit beitragen. Auch der umgekehrte Fall kann eintreten, indem der Spross ein starkwandiges Mark besitzt, während der Blütenstiel ein zartwandiges hat (*Grevillea glabrata*).

Das Mark macht in seiner Unbeständigkeit und seinem wechselnden

Character den Eindruck eines Füllgewebes, das den Raum einnimmt, den ihm die übrigen Gewebe lassen, und welchem diese oder jene Functionen übertragen werden. Es ist bald leitendes, bald speicherndes Gewebe oder es verstärkt seine Zellwände, um zur Festigkeit beizutragen. Oft ist es nur in seinen äussern Partien lebend und in seinem Innern abgestorben. Es zerreisst dann häufig und es entstehen grosse Markhöhlen, wie dies bei Gramineen, Juncaceen und vielen Dicotylen vorkommt.

Mechanisches System.

Das mechanische System, welches für die nöthige Festigkeit zu sorgen hat, nimmt aus mechanischen Gründen eine möglichst peripherische Lage ein. Denn eine Röhre ist um so biegungsfester, je grösser ihr Durchmesser ist. Da aber die Pflanzen nicht nur den Anforderungen der Festigkeit zu genügen haben, sondern sich auch noch ändern für die Lebensthätigkeit wichtigen Bedingungen anpassen müssen, so kommt das mechanische System häufig mit andern biologischen Principien in Conflict. In einem solchen befindet es sich in den Inflorescenzaxen. Es muss daher seine bevorzugte peripherische Lage aufgeben und mehr und mehr nach dem Centrum zu zurückweichen. Es soll nun geschildert werden, in welcher Weise dieses Zurückgehen bei den Haupttypen des mechanischen Systems erfolgt.

Bei den Pflanzen, deren Festigkeit durch subcorticale Leitbündel mit starken Bastbelegen hergestellt wird, findet in den Inflorescenzaxen in aufsteigender Ordnung ein schrittweises Zurückweichen statt, derart dass die bündelfreie Zone immer breiter wird. Dabei verringert sich die Zahl der Gefässbündel von Axe zu Axe. In den Axen höherer Ordnung berühren sich die Bastmäntel der Bündel und verschmelzen mit einander, so dass ein mechanischer Ring entsteht (*Chamaedorea oblongata*). Wie stark das Zurückgehen der mechanischen Elemente von der Peripherie ist, lässt sich am besten an dem Verhältniss der Radien der Zone, welche die Fibrovasalstränge enthält, und des ganzen Querschnitts beurtheilen. Es ist dieses Verhältniss bei der genannten Palmenart 4 : 5 in der Hauptaxe und 1 : 2 in der Axe III. O. Ein ähnliches Verhalten zeigen die Pflanzen, deren mechanisches System aus zusammengesetzten, peripherischen Trägern besteht. Aufsteigend zu den Axen höherer Ordnung, vermindert sich die Zahl der subepidermalen Rippen oder wird gleich Null. Die Leitbündel, welche mit den Rippen correspondirten, vermindern sich zwar ebenfalls, doch nicht in dem Masse wie diese. Sie schliessen sich zusammen und ihre Bastscheiden verschmelzen, so dass ein Ring aus mechanischen Elementen entsteht, welchem ein Kranz von Leitbündeln eingelagert ist.

Die am häufigsten vorkommende Festigkeitsconstruction ist der Hohlcyylinder aus mechanischen Elementen, entweder für sich allein oder in Verbindung mit subepidermalen Rippen. Die Rippen bestehen bei den Monocotylen aus Bast und schliessen sich meist dem Hohlcyylinder an. Bei den Dicotylen werden sie aus Collenchym gebildet und sind durch eine Lage von Parenchymzellen vom Cyylinder getrennt. Die Collenchymrippen verbreitern sich oft, verschmelzen mit einander und bilden subepidermale Platten oder Ringe. Die Collenchymrippen vermindern, wie die Bastrippen, ihre Zahl in den Axen in aufsteigender Ordnung. Bei den Umbelliferen geht die Zahl von 10—12 in der Hauptaxe auf 2 im Blütenstielchen herab. Ist ein subepidermaler Collenchymring vorhanden, so verwischen sich die collenchymatischen Verdickungen von Axe zu Axe immer mehr, so dass das Collenchym im Blütenstielchen sich wenig oder gar nicht vom Rindenparenchym unterscheidet. Bei den Gramineen werden zuerst die Bastrippen höher. Bei einzelnen hört die Verbindung mit dem Bastcyylinder auf und die so isolirten Rippen verschwinden zunächst. Auf diese Weise reduciren sich die Rippen auf 3—1 im Aehrenstiel. Bei andern geht die Abnahme der Rippen noch weiter und es bleibt nur ein centraler Hohlcyylinder übrig. Das eine war bei 12, das andere bei 31 der untersuchten Grasarten der Fall. Was nun den Hohlcyylinder selbst betrifft, so zieht er sich von Axe zu Axe immer weiter von der Peripherie zurück, so dass das Rindenparenchym auf die 2—3fache Dicke wächst. Die Zahl der Bündel, welche in den Cyylinder eingelagert sind, ist meist auf ein centrales und 1—2 mehr peripherisch gelegene zurückgegangen. Bei einigen Pflanzen fehlen die mechanischen Elemente in den Blütenstielen gänzlich. In diesen Fällen muss der Turgor für die nöthige Steifigkeit der Stielchen sorgen. Dies ist auch um so eher möglich, als die Blüten wie die Früchte nur geringe Grösse haben und daher ihre Träger nicht allzu sehr auf Festigkeit in Anspruch nehmen. Die Verminderung der subepidermalen Rippen geht nicht auf allen Seiten gleichmässig vor sich, sondern dasselbe physiologische Moment, das das Zurückweichen der mechanischen Elemente überhaupt bedingt, wirkt auch hier bestimmend. Es gehen nämlich in den Nebenaxen zuerst die Rippen auf der dem Lichte zugewendeten Seite verloren, während die nach unten liegenden, freilich in verminderter Zahl, sich bis zuletzt erhalten.

Gewisse Bastrippen dienen weniger der Festigkeit als mehr localen Functionen und bleiben daher so lange erhalten, als diese in Geltung bleiben. So können sie dazu dienen, die Axen vor gegenseitigem Druck zu schützen oder das Einreissen zu verhindern, wenn die Stengel kantig gebaut sind. Ersteres lässt sich sehr gut an den Hauptaxen beobachten, wenn diese nur wenige Rippen besitzen. Bei *Bromus purgans*, *Br.*

inermis, *Deschampsia grandis* liegen die Rippen in dem ersten Internodium auf der Seite, wo dem zum Internodium gehörenden untern Knoten die Nebenaxen inserirt sind. In dem nächst höhern Internodium liegen die Rippen um ungefähr 180° gedreht gegen die frühere Lage, weil die Stellung der Nebenaxen um ebenso viel verändert ist. Dienen die Rippen nur zum Schutz für die Kanten, so sind sie meist nur 1—2-schichtig und haben keine Verbindung mit dem mechanischen Ring. Sie gehen nicht auf die Axen der nächst höhern Ordnung über, wenn diese nicht ebenfalls kantig sind (*Glyceria fluitans*, *Leptochloa fascicularis*, *Festuca arundinacea*).

Aus dem oben Geschilderten geht hervor, dass das mechanische System in den Inflorescenzaxen eine centripetale Tendenz zeigt. Es fragt sich nun, welchen Einfluss diese Annäherung der mechanischen Elemente an das Centrum auf die Biegungsfestigkeit hat. Man muss sich hüten, von der Querschnittsgrösse des mechanischen Gewebes, welches, trotzdem es nach dem Centrum rückt, zunehmen kann (*Uniola latifolia*, *Briza media*, *Avena argentea*), einen Schluss auf die Festigkeit der Axen zu ziehen. Einzig und allein entscheidend ist für die Festigkeit die Lagerung und Anordnung der mechanischen Elemente. Da bei einer Röhre bei gleichem Querschnitt mit abnehmendem Durchmesser die Festigkeit abnimmt, so verringert sich auch in den Inflorescenzaxen bei centripetaler Tendenz des mechanischen Systems die Biegungsfestigkeit. Um ein Mass für die Grösse der Abnahme zu haben, muss man die Biegungsmomente für die einzelnen Axen berechnen. Die in der folgenden Tabelle gegebenen Biegungsmomente sind nach der von Schwendener¹⁾ angeführten Methode berechnet. Die Berechnung wird nach der Formel: $W = \frac{1}{4} \pi (r_1^4 - r_2^4)$ ausgeführt, in welcher r_1 und r_2 die Radien des Hohlcyllinders darstellen. Beide bezieht man auf einen gemeinsamen Querschnittsradius von 500 *cm*. Die erhaltenen Biegungsmomente werden dann, um sie vergleichen zu können, auf einen gemeinsamen Querschnitt bezogen. Letzterer ist auf 12,000 *qem* festgesetzt worden.

	I. O.	II. O.	III. O.	IV. O.
<i>Oryza sativa</i> . . .	1176	454	363	
<i>Festuca diandra</i> . . .	1061	685	520	
<i>Uniola latifolia</i> . . .	1055	757	582	
<i>Avena argentea</i> . . .	1014	471	283	
<i>Triodia decumbens</i> . . .	885	521	300	
<i>Briza media</i> . . .	1170	654	503	371
<i>Melica nutans</i> . . .	1189	779	668	568

1) Schwendener, Mechanisches Princip p. 27.

	I. O.	II. O.	III. O.	IV. O.
Bromus purgans . .	1083	535	441	291
Br. pendulinus . .	982	566	470	359
Festuca gigantea . .	1177	680	371	
Conioselinum Fischeri	1076	497	302	
Foeniculum officin. .	964	459	206	
Ferula abyssinica . .	1054	768	295	
Bupleurum falcatum .	920	460	216	

Aus der Tabelle geht hervor, dass sich die Biegungsfestigkeit in den Inflorescenzaxen auf $\frac{1}{2}$ — $\frac{1}{4}$ reducirt. Diese Verminderung der Festigkeit in Verbindung mit der centralen Lagerung der mechanischen Elemente hat eine grössere Beweglichkeit zur Folge. Bei Pflanzen, bei denen der Pollen durch den Wind verbreitet wird, ist der Nutzen, den eine vermehrte Beweglichkeit bietet, leicht einzusehen, da durch das elastische Spielen im Winde der Pollen aus den Antheren herausgeschüttelt wird. In der That ist bei den Anemophilen die Beweglichkeit der Blütenaxen besonders stark entwickelt. Man braucht nur an die Gramineen und Kätzchenblüther zu denken. Andererseits wird auch die Ausstreuung der Samen aus Kapseln und sonstigen Behältern erleichtert. Dann ist zu berücksichtigen, dass das Zurückweichen des mechanischen Systems von der Peripherie in das Centrum einen Uebergang von der Biegungsfestigkeit zur Zugfestigkeit bedeutet. Dieses könnte man als eine Anpassung an schwere, hängende Früchte deuten; man darf für Fruchtsiele von *Cucurbita*, *Cucumis*, *Citrus*, *Pirus* u. s. w. eine solche centrale Lagerung des mechanischen Systems von vorn herein erwarten.

Diese Anpassungserscheinungen sind vielleicht in vielen Fällen bestimmend für das Zurückgehen der mechanischen Elemente von der Peripherie gewesen, doch nicht in allen. Das mechanische System ist vielmehr durch das Rindenparenchym zurückgedrängt worden und zwar speziell durch das Assimilationsgewebe. Hierfür spricht unter andern auch, dass die Bastrippen, wie wir gesehen haben, immer auf der dem Licht zugewandten Seite zuerst verschwinden.

Nach dieser allgemeinen Betrachtung sei es gestattet, das Verhalten des mechanischen Systems in den untersuchten Familien an einzelnen charakteristischen Beispielen zu erläutern. Bei dieser Schilderung sollen auch die übrigen Gewebe berücksichtigt werden, denn jede Aenderung in der Lage des mechanischen Gewebes ist auch mit einer solchen des Rindenparenchyms und des Markes verbunden. Es soll auch auf manche Besonderheiten hingewiesen werden, die in der allgemeinen Schilderung nicht Platz finden konnten.

Monocotylen.

Juncaceae.

Bei *Juncus glaucus* setzt sich das mechanische System aus subepidermalen Bastrippen zusammen, welche mit den Bastscheiden der Bündel verschmelzen. Zwischen diesen Leitbündeln liegen 2—3 kleinere, welche auf der Aussen- und Innenseite Bastsicheln besitzen. Ausserhalb des Gefässbündelkreises liegt Assimilationsgewebe, innerhalb desselben Markparenchym, welches eine grosse Markhöhle umschliesst. In der Axe II. O. fehlen die subepidermalen Rippen, während der Bau sonst der gleiche ist. In der Axe III. O. sind die Bastbelege der Leitbündel theilweise und in der Axe IV. O. ganz zu einem Ringe verschmolzen. Das Aehrchenstielchen hat einen geschlossenen, mechanischen Ring, dem 4—5 Leitbündel eingelagert sind. Das Mark ist auf wenige Zellen reducirt.

Palmae.

Bei *Chamaedorea oblongata* wird die Festigkeit durch zahlreiche subcorticale Fibrovasalstränge vermittelt. Die äussern Bündel sind zum Theil mit ihren Belegen verschmolzen. In der bündelfreien Rinde liegen einzelne Baststränge zerstreut. Die Parenchymzellen der Rinde und des Markes enthalten geringe Mengen Chlorophyll. In den Axen höherer Ordnung rücken die Bündel weiter nach innen, während die Bastbelege zu einem Ringe verschmelzen.

Cyperaceae.

Cyperus alternifolius hat subepidermale Bastrippen, denen je ein Leitbündel entspricht, das auf seiner Hadromseite einen Bastbeleg hat. Ebenso sind die im Mark liegenden Bündel ausgerüstet. Zwischen dem äussern Bündelkreis und der Epidermis liegt das Assimilationsgewebe, welches durch Luftcanäle unterbrochen wird. Die Axen der nächst höhern Ordnungen haben den gleichen Bau, nur dass der äussere Leitbündelkreis weiter nach dem Centrum rückt, wodurch das Rindenparenchym dicker wird. Zugleich nähern sich die Bündel. Das Aehrchenstielchen hat einen starken Bastring, der an 2 gegenüberliegenden Seiten die Oberfläche berührt. Das Mark ist auf wenige Zellen zusammengeschmolzen.

Scirpus atrovirens. Unter der Oberfläche liegen zahlreiche, weit nach innen gestreckte Bastrippen, welche sich an die Bastscheiden der Bündel anschliessen. Der Raum zwischen den Rippen wird durch grünes Gewebe ausgefüllt, welches Luftcanäle umschliesst. Die im Mark zerstreut liegenden Bündel haben ebenfalls Bastscheiden. Die Axen der

höhern Ordnungen haben den gleichen Bau, doch hat sich die Zahl der Rippen wesentlich verringert. Die Hauptaxe enthielt 61 Rippen, die Axe II. O. 42, III. O. 18 und das Aehrchenstielchen 4. Diese 4 Rippen gehen noch bis zur Epidermis, doch ist dieselbe an den Berührungstellen eingefaltet, gleichsam als hätten die sich nach dem Centrum zurückziehenden Rippen die Epidermis nach sich gezogen. Die Bastcheiden der Leitbündel sind zu einem Ringe verschmolzen. Innerhalb desselben liegt ein kleiner Complex Markparenchym.

Gramineae.

Zea mais schliesst sich im Bau seines mechanischen Systems an *Cyperus alternifolius* an. Unter der Epidermis liegen flache Bastrippen, denen je ein Leitbündel entspricht, das auf seiner Hadromseite eine Bastsichel besitzt. Weiter nach innen über den ganzen Querschnitt zerstreut liegen Leitbündel, die sowohl auf der Hadromseite als auch auf der Leptomseite Bastbelege haben. Der Raum zwischen den subepidermalen Bastrippen und den dazu gehörenden Leitbündeln wird durch Assimilationsgewebe ausgefüllt. In den Axen der nächst höhern Ordnungen fehlen die Rippen auf der dem Lichte zugewendeten Seite, während sie auf der abgewendeten zu einer Platte verschmolzen sind. Alle Leitbündel haben auf der Aussen- und Innenseite Bastsicheln. Das grüne Gewebe bildet auf den dem Lichte zugekehrten Seiten zusammenhängende Schichten, während es auf der davon abgewendeten Seite fehlt. Das Aehrchenstielchen hat ein aus 4—6 Leitbündeln verschmolzenes, centrales Gefässbündel, das von einer Bastscheide umgeben ist. An der Oberseite liegen 2 Complexe von Assimilationsgewebe, welche je ein Leitbündel enthalten.

Dactylis glomerata hat einen mechanischen Ring ohne Rippen, an dem sich aussen und innen Leitbündel anlehnen. Ausserhalb des Ringes liegt grünes Gewebe, innerhalb desselben Markparenchym, welches eine Höhle umschliesst. Im Aehrchenstielchen ist das mechanische Gewebe weit in das Innere gerückt, so dass das Mark höchstens $\frac{1}{12}$ des Querschnitts einnimmt, während es in der Hauptaxe $\frac{1}{3}$ der Gesamtmasse ausmachte. Die Zahl der Leitbündel hat sich von 29 auf 10 vermindert.

Bei *Pennisetum orientale* bildet das mechanische Gewebe einen Ring, an welchen sich die Leitbündel von innen anlehnen. Der Halm zeigt äusserlich Rillen. Jeder derselben entspricht eine flache, subepidermale Bastrippe. Zwischen jeder Rippe und dem Bastringe liegt im grünen Gewebe ein Leitbündel, welches von einer grosszelligen, farblosen Parenchymscheide umgeben ist. Der Raum innerhalb des mechanischen Ringes wird vom Markgewebe erfüllt. Die Axen II. O. zeigen einen auffällig schwachen Bau. In der Mitte liegen 3 Leitbündel in

einer Reihe, welche sich fast berühren. Sie sind mit einer schwachen Bastscheide umgeben. Die Epidermis ist mit Haaren und Papillen, welche letzteren sich zu warzenähnlichen Gebilden vereinigen, dicht bedeckt. Viel festern Bau weisen die Aehrchenstielchen auf, deren mechanisches Gewebe einen starken Ring bildet, welcher ein centrales Bündel enthält.

Avena sativa hat, wie die Mehrzahl der Gräser, einen mechanischen Ring, an welchen sich subepidermale Rippen anschliessen. Der Raum zwischen den Rippen wird durch grünes Gewebe ausgefüllt. Die Leitbündel lehnen sich theils von innen an den mechanischen Ring an, theils sind sie den Bastrippen eingelagert. Der Raum innerhalb des Ringes wird durch Markparenchym ausgefüllt, welches eine Höhle umschliesst. In den Axen der nächst höhern Ordnungen vermindert sich die Zahl der subepidermalen Rippen von 13 auf 6 und die Zahl der Leitbündel von 20 auf 8.

Das Aehrchenstielchen zeigt in seinem untern Theil einen mechanischen Ring mit 5 Bastrippen und 4 Gefässbündeln, von denen eins im Centrum liegt. Das Mark ist auf einen halbmondförmigen Rest, der den Hadromtheil des mittleren Leitbündels umgiebt, zusammengeschnitten. In seinem obern, umgebogenen Theil hat das Stielchen eine abgeplattete Gestalt. Das grüne Gewebe ist auf vier einschichtige Complexe beschränkt. Die vier Leitbündel liegen in einer Linie. Der ganze vom Assimilationsgewebe und den Gefässbündeln übrig gelassene Raum wird vom mechanischen Gewebe ausgefüllt, dessen Zellen sich dadurch auszeichnen, dass sie quergestellte Poren haben.

Dicotylen.

Cupuliferae.

Corylus Avellana. Im einjährigen Zweige, dicht unter der Insertionsstelle der Inflorescenz, besteht das mechanische Gewebe aus einem intracambialen Libriförmring. Das Rindenparenchym zeigt in seinen äussern Partien collenchymatische Verdickungen. An der Grenze von Rindenparenchym und Phloëm liegt eine Reihe von Bastzellen, welche aber wohl kaum zur allgemeinen Festigkeit beitragen werden. Das Mark enthält Chlorophyllkörner und Stärke. Die Axen der männlichen wie der weiblichen Inflorescenzen stimmen sowohl unter sich, als auch mit dem vegetativen Spross im Bau überein. Dagegen zeigen sie keine Uebereinstimmung in den Mengenverhältnissen der Gewebe. Laborie giebt, wie wir gesehen haben, an, dass das Geschlecht der Blüthen auf den Umfang der einzelnen Gewebepartien einen Einfluss ausübe. Die bei der Untersuchung gefundenen Zahlen bestätigen diese Behauptung

vollkommen. So fanden sich bei der oben genannten Pflanze an Rindenparenchym $274,5 \frac{0}{00}$ im vegetativen Spross, $505,2 \frac{0}{00}$ im männlichen Kätzchenträger und $716,8 \frac{0}{00}$ im weiblichen. Für das Phloëm sind die entsprechenden Zahlen $114,9 \frac{0}{00}$, $131,3 \frac{0}{00}$ und $172,9 \frac{0}{00}$. Diese Zahlen erklären sich selbst, wenn man bedenkt, wie verschieden die Ansprüche sind, welche die männlichen und weiblichen Blüten in Bezug auf die Ausbildung ihrer Endproducte an die Leitungsbahnen stellen. Aehnliche Resultate ergeben sich bei *Alnus*, *Betula alba* und *Platanus*.

Papaveraceae.

Bocconia cordata hat unter der Epidermis einen 2—3schichtigen Collenchymring. Die Leitbündel liegen getrennt im Kreise und sind mit einer Bastscheide versehen, die sich über dem Phloëm stark verdickt. Im Blütenstielchen fehlen die Bastbelege, wie denn die Leitbündel der mechanischen Elemente gänzlich entbehren.

Sterculiaceae.

Bei *Hermannia lavandulifolia* liegt unter der Epidermis eine Schicht Assimilationsgewebe, welchem sich ein Collenchymring anschliesst, der nach innen in farbloses Parenchym übergeht. Der Holzring ist von zarter Beschaffenheit und kaum von irgend welcher Bedeutung für die Festigkeit. Das Blütenstielchen hat wesentlich denselben Bau wie die Hauptaxe, doch haben die unter dem Assimilationsgewebe liegenden Partien nur schwach collenchymatischen Character.

Umbelliferae.

Foeniculum officinale besitzt einen intracambialen Libriformring. Die Leitbündel haben bei dieser Art keinen Bastbeleg über dem Phloëm, während solche bei andern Umbelliferen vorkommen (*Conioselinum Fischeri*). An gewissen Stellen liegen einem Leitbündel gegenüber subepidermale Collenchymrippen, welche sich äusserlich am Stengel durch vorspringende Kanten geltend machen. Zwischen den Rippen liegt grünes Gewebe und zwischen je einer Rippe und einem Leitbündel im farblosen Parenchym ein Oelgang. Im Blütenstielchen liegt das mechanische Gewebe central. Demselben sind 2 Gefässbündel eingelagert, denen 2 Collenchymrippen entsprechen. Bündel und Rippen liegen auf der vom Licht abgewendeten Seite.

Araliaceae.

Diese Familie schliesst sich in ihrem Bau eng an die vorige an. *Aralia cordata* hat einen intracambialen Libriformring und jedes einzelne Leitbündel einen halbkreisförmigen Bastbeleg über dem Phloëm. Ausser-

dem liegt unter der Epidermis ein mehrschichtiger Collenchymring. In dem Blütenstielchen fehlt das Mark, so dass das mechanische System mit den Bündeln im Centrum liegt.

Begoniaceae.

Bei *Begonia elliptica* liegen die Leitbündel im Kreise und sind durch Libriform seitlich mit einander verbunden. Die Wände des letzteren sind indessen kaum stärker verdickt als die des umgebenden Parenchyms. Die Rinde ist gänzlich frei von Chlorophyll. Die Blütenstielchen haben einen flach ovalen Querschnitt. Das Mark ist ganz verschwunden und der Libriformring mit den Bündeln in Folge dessen gleichsam zusammengefallen, so dass er ein Band bildet, an das sich die Leitbündel mit ihrer Hadromseite anlehnen.

Proteaceae.

Bei *Grevillea glabrata* stehen die Leitbündel ohne Verbindung im Kreise. Sie besitzen sowohl auf der Aussenseite wie auf der Innenseite einen starken Bastbeleg. Im Blütenstielchen fehlt das Assimilationsgewebe. Die Leitbündel haben keine Bastbelege, wie ihnen überhaupt die mechanischen Elemente fehlen.

Rosaceae.

Potentilla recta hat einen starken Libriformring, an den sich die Leitbündel anlehnen. Unter der Epidermis liegt ein Collenchymring. Diesen Bau behalten die Axen bis zum Blütenstielchen bei.

Ericaceae.

Erica hirtiflora hat einen starken Libriformring. Die Rinde ist chlorophylllos. Im Blütenstielchen fehlen wie bei *Grevillea glabrata* die mechanischen Elemente und das Assimilationsgewebe.

Solanaceae.

Habrothammus Nevelli hat unter der Epidermis einen Collenchymring, unter welchem das Assimilationsgewebe liegt. Ausserdem ist ein Libriformring vorhanden. Auf der dem Mark zugekehrten Seite des Holzcylinders liegen Gruppen von Siebröhren, welche sich ebenso wie das Phloëm gegen das umgebende Parenchym durch eine Schicht Bastzellen abgrenzen. Im Blütenstielchen zeigt das nur Spuren von Chlorophyll enthaltende Rindenparenchym bloss schwache collenchymatische Verdickungen. Libriform fehlt dem Leitbündelring wie auch der äussere und innere Bastbeleg.

Valerianaceae.

Valeriana exaltata besitzt einen intracambialen Libriformring. In den vorspringenden Kanten liegen Collenchymleisten. Das Mark umschliesst eine grosse Höhle. In den Axen aufsteigender Ordnung wird der Libriformring immer schwächer. Im Blütenstielchen ist die Verbindung zwischen den Bündeln aufgehoben; die letzteren enthalten nur einige Libriformzellen.

Compositae.

Bei *Solidago ulmifolia* findet sich ein intracambialer Libriformring. Jedes einzelne Leitbündel hat über dem Phloëm einen halbkreisförmigen Bastbeleg. Jedem solchen Bastbelege entspricht eine subepidermale Collenchymrippe. Dieser Bau erleidet in den Axen höherer Ordnung keine Aenderung, nur dass das mechanische System unter Verdrängung des Markes in das Centrum rückt. Die Bündel vermindern ihre Zahl von 28 auf 5.

Ueber die Krümmungsfähigkeit der Infloreszenzaxen einiger Umbelliferen.

Bei der Untersuchung von Blütenständen der Umbelliferen, welche wegen der fortgeschrittenen Jahreszeit theilweise an Herbarmaterial gemacht werden musste, zeigten sich an den in trockenem Zustande geraden Infloreszenzaxen einiger Arten Krümmungen, wenn man dieselben in Wasser legte. Da die Gewebe todt waren, so konnte diese Krümmung nur darauf beruhen, dass eines derselben an verschiedenen Stellen eine ungleiche Quellungsfähigkeit besass, eine Annahme, die sich in der Folge bestätigte, und zwar ist das mechanische Gewebe das wirksame. Ueber diese Function des mechanischen Gewebes, Bewegungen, seien es Krümmungen oder Drehungen, zu veranlassen, haben Hildebrand¹⁾, Steinbrinck²⁾, Zimmermann³⁾ und Eichholz⁴⁾ Untersuchungen angestellt. Die Objecte, an denen jene Autoren ihre Beobachtungen machten, waren Grannen von Gramineen, Fruchtschnäbel von *Geranium-*

1) Pringsh. Jahrb. IX p. 248 und 265; Bot. Zeit. 1882 p. 873.

2) Bot. Zeit. 1878 p. 580.

3) Pringsh. Jahrb. XII p. 542.

4) Eichholz, Inaugural-Dissertation, Berlin 1885.

Arten und Früchte aller Art. Auch an andern Pflanzentheilen sind Krümmungsbewegungen beobachtet worden und es sei hier nur an *Anastatica hierochuntica* und *Selaginella rediviva* erinnert. Auf die Hygroscopicität der Doldenstrahlen von *Daucus Carota* machte I. Urban in seiner „Flora von Lichterfelde“¹⁾ in einer beiläufigen Bemerkung aufmerksam.

Es soll in den folgenden Zeilen eine Schilderung der anatomischen Verhältnisse der krümmungsfähigen Doldenstrahlen gegeben und an der Hand dieser eine Erklärung des Bewegungsmechanismus versucht werden.

Die krümmungsfähigen Axen zeichnen sich durch einen mehr oder weniger abgeplatteten, ovalen Querschnitt aus, dessen grösster Durchmesser senkrecht zur Doldenmediane liegt. Unter der Epidermis liegen Collenchymrippen, welche sich am Stengel äusserlich als Rillen geltend machen. Zwischen den Rippen liegen auf der Innenseite, d. h. auf der der Hauptaxe zugekehrten Seite, Streifen grünen Gewebes. Auf der Aussenseite sind die Rippen mehr in die Breite gezogen und äusserlich weniger erkennbar. Der Raum zwischen ihnen wird durch eine dünne Collenchymlage oder durch Complexe grünen Gewebes ausgefüllt, welche aber an Grösse bei weitem nicht denen der äusseren Seite gleichkommen. Unter dem Assimilationsgewebe liegt eine Zone farblosen Parenchyms, welche auf der äusseren Seite breiter ist als auf der inneren. Das mechanische Gewebe bildet einen intracambialen Libriformring.

Um zu ermitteln, welches der Gewebe das mechanisch wirksame sei, wurden durch die krümmungsfähigen Axen Schnitte parallel zur Doldenmediane geführt und so eine mittlere Axenparthie erhalten. Diese zeigte schon eine grössere Beweglichkeit als die unverletzte Axe. Die Beweglichkeit wurde noch vermehrt, als auf beiden Seiten das Rindenparenchym sorgfältig entfernt wurde. Das Rindenparenchym wirkte also hemmend, indem es bei der Krümmung auf der einen Seite gespannt, auf der andern zusammengepresst werden musste. Es war mithin eine zwiefache Arbeit zu leisten, die einen Theil der zu Gebote stehenden Kraft verschlang. Dieser Vorgang zeigt zugleich, dass das Rindenparenchym nicht bei der Krümmung betheiligt ist, sondern nur das mechanische Gewebe. Es war nun zu entscheiden, ob beide Hälften des mechanischen Ringes bei der Krümmung activ thätig wären oder nur die eine. Um diese Frage zu lösen, wurde aus der Axe ein mittlerer Streifen in der oben angegebenen Weise herauspräparirt und sodann Rinde wie Mark entfernt. Die so erhaltenen Riemen mechanischen Gewebes waren in trockenem Zustande vollkommen gerade gestreckt. Befeuchtete man beide, so zeigte der, welcher der der Hauptaxe zugekehrten

¹⁾ Abh. Bot. Ver. Brandenburg XXII p. 39—40 (Central-Bl. 1880 p. 1117).

Seite entstammte, keine merkliche Veränderung, während der andere sich nach aussen krümmte. Die Krümmung, welche bei *Daucus Carota* bis zur kreisförmigen Einrollung geht, rührt offenbar daher, dass sich der Riemen durch Quellung verlängert und die Leitbündel dieser Verlängerung Widerstand leisten. Das Experiment beweist, dass die Krümmung durch den mechanischen Ring hervorgerufen wird und zwar durch die nach aussen liegende Hälfte desselben.

Nachdem man gefunden hat, dass die Zellen der äusseren und inneren Ringhälfte ein verschiedenes mechanisches Verhalten zeigen, fragt es sich, ob sie auch ein verschiedenes anatomisches und chemisches Verhalten aufweisen. Auf dem Querschnitt betrachtet, zeigen die beiden Ringhälften nur geringe Unterschiede. Die äussere hat etwas weiträumigere Zellen mit weniger starken Wänden. Quellungsmittel lassen keinen Unterschied erkennen, ebenso wenig macht Phloroglucin und Salzsäure einen solchen geltend. Betrachtet man dagegen Längsschnitte, so ergibt es sich, dass die Zellen der äusseren und inneren Ringhälfte keineswegs gleichartig sind. Die Zellen der inneren Ringhälfte sind prosenchymatisch zugespitzt und lassen an dem spiraligen Verlauf ihrer Poren eine spiralförmige Anordnung ihrer Micelle erkennen. Die Zellen der äusseren Ringhälfte haben dagegen horizontale oder wenig geneigte Querwände und die horizontal gestellten Poren lassen auf eine ringförmige Anordnung der Micelle schliessen. Die verschiedene Micellarstruktur der Zellen wurde ferner durch Untersuchung derselben im polarisirten Licht bestätigt. Eine verschiedene Lagerung der Micelle wird auch ein verschiedenes Verhalten der Zellen bei der Einlagerung von Wasser zwischen die Micelle, also bei der Quellung, erwarten lassen, und wenn der Satz, dass die Quellung senkrecht zur Richtung der Poren am stärksten ist, auf Wahrheit beruht, so werden wir bei den Zellen der äusseren Ringhälfte auf eine bedeutende Verlängerung in der Längsrichtung rechnen können. Um nun experimentell zu prüfen, ob in den beiden Ringhälften eine verschiedene starke Verlängerung oder Verkürzung stattfindet, wurden in der vorher erwähnten Art erhaltene Riemen mit ihrem oberen Ende in einer Zange befestigt, welche an einem Stativ aufgehängt wurde. Um das untere Ende wurde ein Faden geschlungen, welcher ein 5-Grammgewicht trug. Diese Belastung war notwendig, um eine Krümmung des Riemens zu verhindern und so eine sichere Messung zu ermöglichen. Dass durch das Gewicht eine Beeinflussung des Resultats nicht eintrat, wurde dadurch bewiesen, dass eine bleibende Verlängerung nicht erfolgte. Nachdem die Riemen so armirt waren, wurden sie in trockenem Zustande gemessen und dann längere Zeit feucht gehalten. Dies geschieht am besten so, dass man aus einem höher aufgestellten Gefäss einen Wollfaden oder Streifen Fliesspapier zum oberen Ende des Riemens leitet. Hat man

sich durch wiederholtes Messen überzeugt, dass eine Verlängerung nicht mehr eintritt, so wird die Länge endgültig festgestellt und aus der Anfangs- und Endmessung die procentische Verlängerung berechnet. Hierbei stellte sich heraus, dass der Riemen, welcher einen Theil der innern Ringhälfte darstellte und schief gestellte Poren hatte, keine Verlängerung oder doch keine messbare erfahren hatte. Riemen dagegen, welche der äussern Ringhälfte entstammten und quergestellte Poren besaßen, ergaben eine Verlängerung, welche je nach den Arten und Gattungen, denen sie entnommen waren, verschieden gross war. Sie schwankte zwischen 3 und 10 $\frac{0}{0}$ und betrug im Mittel 5 $\frac{0}{0}$. In der folgenden Tabelle sind die Ergebnisse einiger Messungen angeführt. Unter t stehen die Längen im trocknen Zustande, unter f im feuchten und unter v ist die procentische Verlängerung angegeben.

	t	f	v
Daucus Carota . . .	4,1	4,3	4,9 $\frac{0}{0}$
Daucus Balansae . .	1,8	1,9	5,1 =
Daucus polygamus .	3,1	3,2	3,2 =
Caucalis hispida . .	2,7	2,85	5,6 =
Tordylium maxim. .	1,45	1,6	10,3 =
Tordylium apulum .	2,5	2,7	8,0 =

Das Experiment ergibt also, dass die innere Ringhälfte beim Befeuchten keine Veränderung erfährt, wohl aber die äussere Hälfte, welche sich ganz bedeutend verlängert. Durch dieses verschiedene Verhalten der Feuchtigkeit gegenüber muss eine Krümmung der Axen hervorgerufen werden und zwar so, dass die concave Seite der Hauptaxe zugekehrt ist, was ja mit den in der Natur beobachteten Thatsachen übereinstimmt. Der Bewegungsmechanismus einer solchen Inflorescenzaxe ähnelt dem eines Metallthermometers. Dem Metall mit dem grössten Ausdehnungskoeffizienten entspricht hier die äussere Ringhälfte. Die Zellen der innern Hälfte des mechanischen Ringes sind dem Metall mit dem kleinern Ausdehnungskoeffizienten zu vergleichen. Der Vergleich ist insofern nicht ganz passend, als wir es hier nicht mit 2 Schichten zu thun haben, die direct oder durch eine Füllung verbunden sind, sondern mit einer Röhre. Da sich aber an den Stellen, wo sich die beiden extrem verhaltenden Röhrenhälften berühren, die Wirkungen aufheben werden, und mithin also nur die sich in der Doldenmediane gegenüberliegenden Schichten activ bei der Krümmung betheiligt sind, so können wir den Vergleich beibehalten.

Fragt man sich nun, von welchen Factoren die Grösse der Krümmung abhängt, so wird eine einfache Betrachtung lehren, dass dies einmal der Fall ist von der Grösse der procentischen Ausdehnung der äussern

Schicht und zweitens von der senkrechten Entfernung der beiden wirksamen Schichten von einander. Dass die Grösse der Krümmung mit wachsender procentischer Ausdehnung der activen Schicht zunehmen wird, bedarf wohl keines Beweises. Inwiefern die Entfernung der Schichten von Einfluss ist, kann man sich leicht klar machen. Trägt man die Länge der wirksamen Schichten in feuchtem Zustande als Ordinaten auf, ihre senkrechte Entfernung von einander als Abscissen zwischen ihnen und verbindet dann die Endpunkte der Ordinaten, so wird man finden, dass sich die Verbindungslinie mit wachsender Entfernung der Schichten immer mehr der Horizontalen nähert. Es wird also die Krümmung mit zunehmender Entfernung der wirksamen Schichten von einander abnehmen. Am leistungsfähigsten würde die Construction sein, bei welcher sich die activen Schichten direct berühren. Diese Anordnung würde jedoch voraussichtlich eine zu starke Spannung in den Grenzschichten ergeben und es liesse sich hier ein Gleiten befürchten. Die Schichten müssen also eine gewisse Entfernung von einander haben, doch darf diese nicht einen zu grossen Werth annehmen. Dass dieser Forderung in Wirklichkeit Rechnung getragen ist, beweist der abgeplattete Bau der krümmungsfähigen Axen und man kann schon aus der Querschnittsform eines Doldenstrahles mit einiger Sicherheit auf seine Fähigkeit, sich zu krümmen, schliessen. Keine der beweglichen Axen der untersuchten Arten zeigte einen kreisförmigen Querschnitt, obgleich dieser sonst unter den Doldenstrahlen der Umbelliferen ziemlich häufig ist.

Gehen wir nun zur Betrachtung der einzelnen Arten über, deren Axen den beschriebenen Bewegungsvorgang zeigen, so finden wir eine grosse Uebereinstimmung des anatomischen Baues.

Daucus Carota.

Die Inflorescenz stellt eine zusammengesetzte Dolde dar. Die Hauptaxe weicht in ihrem Bau nicht von dem der andern Umbelliferen ab und zeigt einen kreisrunden Querschnitt. Die beweglichen Doldenstrahlen haben einen ovalen Querschnitt, deren Durchmesser sich wie 1 : 3 verhalten. Unter der Epidermis liegen Collenchymrippen, welche auf der äussern Seite in die Breite gezogen und mit einander verschmolzen sind. Auf der innern Seite wird der Raum zwischen den Collenchymrippen durch grünes Gewebe ausgefüllt, welches auf der äussern Seite fehlt. Das mechanische Gewebe hat die bereits früher geschilderte Anordnung.

Auf Längsschnitten erkennt man, dass die innere Hälfte des mechanischen Ringes spaltenförmige, schief gestellte Poren hat, die eine Neigung von ungefähr 45° gegen die Horizontale haben. Das Mark, welches aus grossen, fast isodiametrischen Zellen besteht, und ebenso das

an den mechanischen Ring angrenzende, farblose Rindenparenchym hat grosse, ovale, quergestellte Poren.

Die Blütenstielchen zeigen wesentlich denselben Bau wie die Doldenstrahlen, nur mit dem Unterschiede, dass die Zellen des mechanischen Ringes einerlei Art sind. Sie besitzen alle rundliche, schief gestellte Poren. Da die Zellen von gleicher Beschaffenheit sind, so ist auch die Quellung eine gleichmässige und somit eine Krümmung ausgeschlossen.

Daucus Balansae.

Die krümmungsfähige Axe ist weniger platt gedrückt. Die Durchmesser verhalten sich in diesem Fall wie 1 : 2. Die innere Seite des Stielchens ist stärker gewölbt als die äussere, besonders gilt dies für den mechanischen Ring, der hier fast geradlinig verläuft. Diese Anordnung ist für letzteren von nicht geringem Vortheil, da so alle Parthien seines activen Theils gleichmässig zur Wirkung kommen. Im sonstigen Bau schliesst sich *Daucus Balansae* an die obige Art an.

Daucus polygamus.

Die Doldenstiele haben einen noch weniger abgeplatteten Bau, indem sich die Durchmesser wie 2 : 3 verhalten. Die stärker gewölbte Seite ist nach innen gerichtet. Die Poren der mechanischen Zellen sind ziemlich gross und fast kreisförmig sowohl bei den horizontal als bei den schief gestellten.

Caucalis hispida.

Die Inflorescenz ist wie bei *Daucus* eine zusammengesetzte Dolde. Die Doldenstrahlen bieten auf dem Querschnitt das Bild eines Fünfecks mit sehr breiter Basis dar. In den vorspringenden Ecken liegen Collenchymrippen, zwischen denen sich das grüne Gewebe ausbreitet. Der mechanische Ring setzt sich in seiner äussern Hälfte aus Zellen mit Querporen zusammen. Die innere Hälfte dagegen wird aus Zellen gebildet, deren Poren longitudinal gerichtet sind.

Tordylium maximum.

Die Zahl der Doldenstiele ist hier eine weit geringere als bei den vorher genannten Arten. Die Blütenstiele sind kurz, so dass die Früchte fast sitzend sind. Die Doldenstiele haben einen ovalen Querschnitt. Der die Gefässe enthaltende Theil des Hadroms ist bei den Leitbündeln der innern Seite des mechanischen Ringes spitz dreieckig ausgezogen, während er bei den Leitbündeln der äussern Hälfte abgerundet ist. Die Zellen des mechanischen Gewebes haben auf der innern Hälfte des Ringes schiefe, auf der äussern horizontale Poren.

Tordylium apulum.

Die Doldenstiele sind oval. Die Durchmesser ihres Querschnitts verhalten sich wie 1 : 2. Die Fruchtstiele sind nur kurz. Sonst stimmt diese Art im anatomischen Bau mit der obigen überein.

Um eine biologische Erklärung dieser Krümmungserscheinungen zu geben, wäre es nöthig, die Pflanzen während des ganzen Jahres zu beobachten. Da dies nicht möglich war, so sind wir auf Angaben in der Litteratur und einzelne eigene Beobachtungen angewiesen.

Hildebrand zählt *Daucus Carota* zu den zweijährigen Pflanzen, insofern als die Samen bereits im Sommer ausgesät werden und sich zu Pflänzchen entwickeln, die den Winter überdauern. Dieser Angabe widerspricht die Thatsache, dass sich nach einem langen und ziemlich strengen Winter Ende März und Anfang April auf den Feldern in der Umgebung von Berlin trockene *Daucus*-Pflanzen fanden, deren Dolden Früchte enthielten. Unter der Wirkung der Frühlingssonne standen die Dolden weit geöffnet. Ihre peripherischen Strahlen zeigten nur noch Spuren von Fruchträgern, während die im Centrum stehenden kürzeren Doldenstrahlen auf ihren Fruchträgern wohl erhaltene Früchte trugen, die sich mit ihren Stacheln zu einem Klumpen vereinigt hatten. Um die Früchte auf ihre Keimfähigkeit zu prüfen, wurden sie auf feuchtes Fliesspapier gelegt, wo sie sich schon nach kurzer Zeit zu jungen Pflänzchen entwickelten.

Der Widerspruch zwischen der Hildebrand'schen Angabe und dieser Beobachtung lässt sich vielleicht dahin auflösen, dass nur die Früchte der peripherischen Strahlen zur Aussaat gelangen, indem sie durch vorbeipassirende Thiere abgestreift werden, während die der mittleren Strahlen in ihrer gegen äussere Zufälligkeiten mehr geschützten Lage in der Dolde den Winter verbringen. Durch die Hygroscopicität der Strahlen sind sie vor einem Herabschlagen oder Herunterspülen durch den Regen geschützt. Die Dolde schliesst sich bereits nach kurzer Zeit im mit Wasserdampf gesättigten Raum. Befeuchtet man sie aber, so vergehen bis zum vollständigen Schliessen höchstens 1—2 Minuten. Den ersten Angriff der Regentropfen halten die Früchte wohl aus, da sie einerseits ziemlich fest an ihren Trägern sitzen und sich andererseits mit ihren Stacheln zu einer compacten Masse vereinigen. Auf längere Zeit könnten sie dem Angriff der Tropfen kaum widerstehen. Ehe es aber zum äussersten kommt, hat sich die Dolde geschlossen, drängt die Früchte zusammen und stellt die vielleicht gelockerte Verbindung zwischen ihnen wieder her.

Wir haben es hier mit einer Einrichtung zu thun, welche die Aus-

saat über eine möglichst lange Periode ausdehnt. Ein Theil der Samen wird schon im Sommer ausgesäet, ein anderer bleibt bis zum Frühjahr erhalten und kommt dann kaum zu gleicher Zeit zur Aussaat. Wenn also die jungen Pflanzen durch einen feuchten Herbst und strengen Winter zu Grunde gehen, so ist immer noch eine genügende Menge Samen vorhanden, von denen auch noch die zuerst ausgesäeten durch ungünstige Witterung vernichtet werden können, ohne dass für den Fortbestand der Art Gefahr vorhanden wäre.

Zur Illustration der vorstehenden Darstellung seien 2 Tabellen beigefügt, von denen die ersten die Quantitätsverhältnisse der Gewebe in den Axen aufsteigender Ordnung versinnlicht, während die zweite diejenigen derselben Axe zur Anschauung bringt. Der letzteren sind noch die Resultate beigefügt, welche sich bei der Untersuchung dicliner Arten ergeben haben.

Tabelle I.

		Leptom	Hadrom	Rindenparenchym	Mechanisches Gewebe	Mark	
<i>Oryza sativa</i> . . .	Hauptaxe	43,5	114,3	200	345,7	219,6	
	Axen II. O.	44,5	98,8	438,7	335,7	35,4	
		45,5	95,2	456,8	315,7	28,7	
		46,4	94,8	479,1	215,4	24,3	
		43,1	66,2	509	317,8		
	Axen III. O.	43,6	64,2	530,5	293,9		
		44,8	62,3	566,2	271,5		
		45,5	60,9	575,1	246		
		46,9	59,1	609,3	236,6		
		<i>Uniola latifolia</i> . . .	Hauptaxe	30,1	106,1	87,6	160,6
Axen II. O.			43,2	146,1	159,3	333,9	169,9
	70,3		142,9	213,2	304,4	103,3	
	74,7		134,3	324,6	283,6	89,5	
	60,2		126,4	240,9	361,5	108,4	
Axen III. O.	66,9		107,1	303,6	321,4	89,3	
	71,4		95,2	345,2	309,5	47,6	
	76,3		83,9	374,1	305,4	38,2	
	80,9	70,5	401,4	302,8	35,2		
<i>Bromus pendulinus</i>	Hauptaxe	34,7	51,9	226,5	263,9	237,6	
	Axen II. O.	35,7	51,4	329,3	411,7	102,9	
		35,0	49,3	366,2	398,1	38,2	

		Leptom	Hadrom	Rindenparenchym	Mechanisches Gewebe	Mark
Bromus pendulinus	Axen II. O.	39,4	47,2	391,7	358,2	27,6
		44,0	46,4	425,0	288,5	19,5
	Axen III. O.	33,7	47,2	388,2	366,6	51,2
		39,9	46,3	425,3	336,9	31,1
		43,7	46,1	470,9	291,3	17,0
		48,2	45,9	509,2	263,8	4,6
	Axen IV. O.	40,1	46,5	466,7	352,8	
		44,3	45,6	531,2	286,5	
		48,5	44,5	595,5	215,9	
	Bromus purgans	Hauptaxe	35,2	82,5	217,7	183,0
Axen II. O.		30,8	77,5	414,0	271,9	48,8
		31,4	75,5	425,7	267,1	45,7
		32,3	74,9	439,3	263,6	45,2
		34,2	73,8	444,2	251,8	43,2
Axen III. O.		35,8	69,0	401,0	307,2	51,2
		36,8	58,5	411,3	292,2	42,7
		38,4	55,1	424,1	272,2	41,8
		38,8	53,9	453,6	254,9	38,9
Axen IV. O.		41,1	50,8	464,9	249,4	36,3
		37,7	57,7	431,9	207,1	38,5
		44,4	55,6	463,9	227,8	36,1
		47,4	47,2	488,2	245,3	35,4
Festuca gigantea		Hauptaxe	28,0	96,2	144,1	139,5
	Axen II. O.	32,1	89,1	362,1	256,3	200,6
		34,3	88,9	400,0	251,4	154,3
		35,7	85,7	442,9	235,7	117,9
		36,4	85,0	493,9	222,6	85,0
	Axen III. O.	36,7	73,4	440,7	293,8	39,5
		38,2	72,5	469,5	255,7	30,5
		40,3	68,5	500,0	233,9	26,4
		44,5	64,8	522,2	226,9	24,3
	Melica nutans	Hauptaxe	49,3	105,1	99,9	233,4
Axen II. O.		64,4	102,5	222,2	376,1	102,6
		59,1	95,5	245,5	381,8	63,6
		58,9	89,9	258,4	359,5	56,2
		56,7	87,6	264,1	463,9	51,5
Axen III. O.		47,1	94,9	273,6	386,8	103,8
		58,2	82,8	300,9	398,1	48,5

		Leptom	Hadrom	Rinden- paren- chym	Mecha- nisches Gewebe	Mark
Melica nutans . . .	Axen III. O.	70,6	80,6	305,9	388,2	35,3
	Axen IV. O.	96,1	95,8	336,5	298,1	28,9
Briza media . . .		106,7	93,6	387,7	293,3	20,0
	Hauptaxe	39,3	102,4	55,4	240,5	210,7
	Axen II. O.	34,9	97,8	90,9	552,4	70,0
		37,9	89,6	110,4	606,9	65,8
		41,7	83,3	162,0	532,4	37,0
		43,5	82,5	175,4	543,9	26,2
	Axen III. O.	39,1	78,3	168,7	548,2	48,2
		43,9	74,3	175,7	560,8	47,3
		47,8	71,7	223,1	628,3	32,0
		50,8	67,8	254,3	677,9	17,0
	Axen IV. O.	50,0	65,6	187,5	562,5	
		53,3	63,3	216,7	416,7	
		56,3	62,5	281,3	413,1	
Triodia decumbens .	Hauptaxe	40,0	92,5	198,3	316,7	206,7
	Axen II. O.	48,4	65,9	275,2	391,5	93,1
		56,3	63,3	281,7	413,1	61,0
		57,2	58,8	362,7	362,7	52,2
		62,5	55,6	407,4	324,1	50,9
	Axen III. O.	52,6	55,9	375,0	355,3	32,8
		65,2	54,3	407,6	304,3	27,1
		69,7	53,5	430,3	274,7	24,6
		71,2	44,9	486,9	209,6	14,9
Avena argentea . .	Hauptaxe	80,4	106,1	192,9	225,1	118,3
	Axen II. O.	70,1	101,9	222,2	248,3	101,9
		73,7	94,8	252,6	252,7	91,2
		82,8	88,7	266,3	257,4	79,9
		91,9	86,5	287,7	269,4	73,4
	Axen III. O.	93,6	83,6	334,5	274,9	63,7
		94,9	80,9	343,1	281,0	54,8
		101,9	78,7	370,3	287,1	41,7
		107,8	70,7	386,6	297,4	29,8
Festuca diandra .	Hauptaxe	45,8	166,6	140,8	243,5	461,1
	Axen II. O.	52,3	108,0	202,1	299,6	177,8
		59,1	103,4	216,7	305,4	167,4
		60,7	101,2	226,7	311,8	125,5
		66,4	99,6	248,9	323,6	103,9

		Leptom	Hadrom	Rinden- paren- chym	Mecha- nisches Gewebe	Mark
Festuca diandra .	Axen II. O.	71,2	97,4	299,6	337,1	82,4
		74,5	96,2	338,5	341,6	77,6
	Axen III. O.	73,6	85,9	368,1	306,7	42,9
		74,2	82,9	371,2	336,2	39,3
		78,3	78,7	391,3	352,2	34,8

Tabelle II.

	Inter- nodium	Leptom	Hadrom	Rinden- parenchym	Mechani- sches Gewebe	Mark
Uniola latifolia . .	I	30,1	106,1	87,6	160,6	480,5
	II	32,3	104,1	136,5	210,0	420,3
	III	37,1	102,8	257,1	237,0	275,1
	IV	40,4	99,2	281,9	242,6	245,1
	V	46,4	95,4	328,8	257,7	190,8
	VI	47,9	94,7	333,3	267,7	148,7
	VII	50,0	92,9	335,7	285,7	121,4
Bromus pendulinus	I	34,7	51,9	226,5	263,9	237,6
	II	36,4	51,7	324,6	275,5	213,1
	III	38,7	50,4	330,6	315,3	157,1
	IV	39,1	50,0	376,4	310,1	71,8
	V	40,3	49,7	389,8	309,1	61,8
	VI	41,1	49,0	392,3	306,2	55,0
	VII	42,3	48,0	395,5	301,7	45,1
Bromus purgans .	I	35,5	82,5	212,7	183,0	172,9
	II	36,2	77,9	240,0	227,3	228,2
	III	38,3	71,8	306,6	240,0	207,3
	IV	43,2	63,0	345,8	252,2	190,2
	V	46,1	61,4	403,3	264,4	131,6
	VI	47,6	59,5	454,8	277,8	43,6
Festuca gigantea .	I	28,0	96,2	144,1	139,5	351,3
	II	31,1	90,8	166,2	166,8	334,4
	III	36,9	88,1	208,3	217,8	303,0
	IV	39,3	86,4	253,9	236,9	247,4
	V	42,3	82,4	357,3	279,1	167,0
	VI	43,3	78,1	372,8	283,2	156,1

	Inter- nodium	Leptom	Hadrom	Rinden- parenchym	Mechani- sches Gewebe	Mark
Festuca gigantea .	VII	45,5	72,7	404,5	295,5	131,8
	VIII	46,1	70,4	427,1	276,7	92,2
	IX	49,3	69,9	455,9	253,9	51,9
	X	51,2	67,0	474,9	240,2	44,7
	XI	54,2	66,3	493,9	228,9	42,2
Melica nutans . .	I	49,3	105,1	99,9	233,4	194,5
	II	53,2	104,3	106,4	236,4	138,3
	III	71,0	100,6	136,1	337,3	118,4
	IV	76,0	100,0	176,0	352,0	104,0
	V	86,4	98,8	246,9	382,7	74,1
	VI	90,9	85,5	345,5	309,1	18,2
Briza media . . .	I	39,3	102,4	55,4	240,5	210,7
	II	41,4	95,5	57,6	290,1	203,6
	III	44,3	92,2	62,7	442,8	180,6
	IV	57,7	86,5	76,9	471,5	115,4
	V	66,7	84,4	103,7	505,7	44,4
	VI	92,8	71,4	128,6	528,6	28,6
Triodia decumbens	I	40,0	92,5	198,3	316,7	206,7
	II	56,5	88,2	234,7	331,9	161,0
	III	62,2	84,9	248,9	384,6	142,5
	IV	71,6	71,6	286,5	389,7	114,6
	V	80,2	66,8	307,4	391,9	89,1
Festuca diandra .	I	45,8	116,6	140,8	243,5	461,1
	II	50,4	100,8	163,8	259,8	385,8
	III	54,8	97,5	169,5	279,3	281,8
	IV	61,4	95,7	176,9	288,8	267,1
	V	65,5	93,9	196,5	292,6	209,6
	VI	69,8	90,1	215,1	319,8	174,4
	VII	72,4	88,8	236,8	335,5	131,6
	VIII	78,0	85,1	262,4	340,4	113,5
	IX					
Oryza sativa . . .	I	43,5	114,3	200,0	345,7	216,6
	II	44,3	103,6	276,3	324,5	165,1
	III	46,1	94,2	324,7	302,6	123,5
	IV	47,5	87,6	394,5	284,5	84,3
	V	48,9	75,3	472,6	276,8	46,2
	VI	50,9	61,7	550,2	260,1	12,3

		Kork	Rinden- paren- chym	Mecha- nisches Gewebe	Phloëm	Xylem	Mark
Corylus Avellana	Vegetat. Spross	126,1	274,5	78,4	114,9	162,5	143,6
	Träger ♂	132,5	505,2	—	131,3	128,2	102,5
	Spindel ♂	—	666,7	—	142,3	135,2	88,5
	Träger ♀	—	716,8	—	172,9	92,6	72,8
Betula alba . .	Vegetat. Spross	480,2		90,1	162,1	225,2	72,1
	Träger ♂	650,6		56,2	128,5	120,5	44,2
	Spindel ♂	711,2		—	200,0	66,7	22,2
	Träger ♀	711,2		—	152,0	88,0	48,0
Alnus	Spindel ♀	717,8		—	210,0	47,1	25,3
	Vegetat. Spross	485,5			135,4	249,5	135,4
	Träger ♂	705,4			93,9	155,0	46,4
	Spindel ♂	780,0			166,7	26,7	3,8
Platanus . . .	Träger ♀	802,8			98,6	49,3	49,3
	Träger ♂	400,6		140,4	98,1	99,4	228,5
	Träger ♀	418,0		146,0	109,9	93,5	195,3

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Jahrbuch des Königlichen botanischen Gartens und des botanischen Museums zu Berlin](#)

Jahr/Year: 1886

Band/Volume: [4](#)

Autor(en)/Author(s): Klein Otto

Artikel/Article: [Beiträge zur Anatomie der Inflorescenzaxen. 333-363](#)