© Zool.-Bot. Ges. Österreich, Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Vergleichend-anatomische Untersuchungen über den Bau des Stammes bei den Gramineen.

Von

Friedrich Hohenauer.

(Vorgelegt in der Versammlung am 5. Juli 1893.)

Einleitung.

In der vorliegenden Abhandlung habe ich mir die Aufgabe gestellt, den Stamm der Gramineen in anatomischer Hinsicht zu untersuchen und dabei gleichzeitig meine Aufmerksamkeit auf die Auffindung von systematisch verwerthbaren Merkmalen zu richten. Jedoch muss ich gleich eingangs der Untersuchung bemerken, dass es höchst schwierig ist, bezüglich der zahlreichen Gattungen und Arten dieser Ordnung auch in geringerem Grade eine brauchbare und übersichtliche Eintheilung zu treffen. Denn einerseits müsste von den ungefähr 3500 bis jetzt näher gekannten Arten eine bedeutend grössere Zahl der anatomischen Untersuchung unterzogen werden, als dies von mir geschehen konnte, um auch nur eine einigermassen genügende Basis zur Erkennung gemeinsamer Merkmale zu liefern, andererseits ist es Thatsache, dass bei jeder grösseren Abtheilung, sowohl im Thier-, wie im Pflanzenreiche, welche einen einheitlichen, mit anderen Abtheilungen wenig Verwandtschaftliches aufweisenden Charakter zeigt, wie dies ja auch bei den Gramineen der Fall ist, eine jede Untereintheilung innerhalb dieser Abtheilung ihre besonderen Schwierigkeiten hat. Ich kann mich daher nur darauf beschränken, jene Merkmale anzugeben, welche eventuell zu einer anatomisch-systematischen Unterscheidung benützt werden könnten, und wage es nicht, selbst eine auf anatomische Merkmale gegründete Eintheilung aufzustellen, umso weniger, als ja dabei auch die Anatomie des Blattes und der Wurzel berücksichtigt werden müsste.

Bei der Untersuchung war ich vorwiegend auf Herbarmaterial angewiesen.

Der anatomischen Untersuchung wurde durchschnittlich eine Art aus jeder der Hackel'schen Tribus unterzogen. Das Verzeichniss dieser Arten ist nachstehend angegeben.

© Zool.-Bot. Ges. Österreich, Austria; download unter www.biologiezentrum.at

1.	Tribus:	*Maydeae,*	vertreten durch	*Zea Mays* L.
2.	„	*Andropogoneae,*[1])	„ „	*Saccharum officinarum* L.
3.	„	*Zoysieae,*	„ „	*Tragus racemosus* Hall.
4.	„	*Tristegineae* (konnte nicht untersucht werden).		
5.	„	*Paniceae,*	vertreten durch	*Panicum variegatum* L.
6.	„	*Oryzeae,*	„ „	*Oryza sativa* L.
7.	„	*Phalarideae,*	„ „	*Phalaris minor* L., *Hierochloë australis* Gmel.
8.	„	*Agrostideae,*	„ „	*Agrostis vulgaris* L.
9.	„	*Aveneae,*	„ „	*Avena sterilis* L.
10.	„	*Chlorideae,*	„ „	*Chloris pallida* Sw.
11.	„	*Festuceae,*	„ „	*Festuca ovina* L., *Poa annua* L.
12.	„	*Hordeae,*	„ „	*Hordeum hexastichum* L., *Hordeum murinum* L., *Triticum vulgare* L.
13.	„	*Bambuseae,*	„ „	*Bambusa stricta* Schreb.

Sowohl bezüglich der Eintheilung in Gruppen, als bezüglich der Benennung der einzelnen Arten folgte ich durchaus der Hackel'schen Nomenclatur. Die Namen der Autoren übergehe ich bei der nun folgenden Darstellung, indem ich auf die obige Tabelle verweise.

Die überwiegende Mehrzahl der Gräser besitzt einen hohlen Stamm, und ist in dem Verhältnisse des Durchmessers des Hohlcylinders zu dem des ganzen Stammes die grösste Mannigfaltigkeit möglich. Im Ganzen besitzen nur wenige einen durchaus soliden Stengel, der selbst wieder durch Uebergänge zu den Arten mit hohlen Stengeln führt. Während *Zea* einen markigen Stengel besitzt, ist derselbe bei *Bambusa* hohl, jedoch mit engem Lumen; bei *Hordeum* hingegen treffen wir einen sehr weiten Hohlraum an. Ich beginne der Einfachheit wegen mit den Formen mit compactem Stamme und will dann zu den weitaus zahlreicheren hohlstengeligen Formen übergehen. Obwohl, wie schon eingangs angedeutet, der anatomische Bau der Gräser im Grossen und Ganzen ziemlich gleichförmig ist und diese Ordnung überhaupt eine streng in sich und nach aussen abgeschlossene Einheit vorstellt, so konnten doch auch manche zur Unterscheidung sehr gut verwendbare Merkmale festgestellt werden.

Als Beispiele der Gräser mit solidem Stengel wählte ich *Zea Mays,* die einzige Art ihrer Gattung, und *Saccharum officinarum.*

Den Uebergang zu dem Typus mit hohlem Stamme bilden aus den von mir untersuchten Formen *Bambusa stricta, Panicum variegatum* und *Chloris pallida,* welche ich theils im Anschlusse an die Arten mit solidem Stengel (in

[1]) Näheres über die Andropogoneen siehe bei Eduard Hackel, Andropogoneae, Parisiis, 1889 (Just, Botan. Jahresber., 1889, I, p. 450).

© Zool.-Bot. Ges. Österreich, Austria; download unter www.biologiezentrum.at

der Folge als „erste Abtheilung" bezeichnet), theils an die Arten mit hohlem Stengel (in der Folge als „dritte Abtheilung" bezeichnet) behandeln will, je nachdem sie in ihrem anatomischen Habitus mehr Aehnlichkeit mit der einen oder mit der anderen aufweisen.

Der dritten Abtheilung reihte ich unter: *Tragus racemosus, Oryza sativa, Phalaris minor, Agrostis vulgaris, Avena sterilis, Festuca ovina, Hordeum hexastichum, Hordeum murinum, Triticum vulgare* und *Poa annua.*

I. Gräser mit solidem Stengel.

Repräsentanten: *Zea Mays* und *Saccharum officinarum.* Beide haben einen vollkommen solid ausgebildeten Stamm, dessen Gefässbündel über den ganzen Querschnitt desselben vertheilt sind, in der Peripherie dichter als gegen die Axe, so dass man schon mit freiem Auge zwei verschiedene Zonen unterscheiden kann. Unmittelbar unter der einfachen Oberhaut verläuft ein Festigungsring (Sclerenchymring). Derselbe ist im Mittel drei Zellreihen stark und setzt sich aus Bastzellen zusammen, deren Structurverhältnisse schon vor langer Zeit von Wiesner[1]) erforscht wurden. Er wird nicht von Gefässbündeln unterbrochen, wie dies bei den meisten Gräsern der Fall ist. Auch ist unter der Oberhaut kein Assimilationsgewebe vorhanden, wie es bei anderen Arten häufig zu finden ist. In Bezug auf die Beschaffenheit der Oberhaut weisen diese beiden Formen keine Uebereinstimmung auf.

Zea Mays. Die vorherrschenden Oberhautelemente sind in der Flächenansicht lang gestreckt rechteckig mit wellenförmiger Contourirung. Dieselben folgen theils unmittelbar auf einander, theils sind sie durch Zwergzellen getrennt. Die Längenerstreckung der letzteren, hier und in der Folge mit l bezeichnet, beträgt ca. 0·00625 *mm;* ihre Breite, in der Folge mit b bezeichnet, durchschnittlich 0·01875 *mm.* Die langgestreckten Oberflächenelemente sind sehr deutlich porös, und zwar sind die Poren sowohl in ihrem Querdurchmesser, als auch dort, wo die Zellen aneinander stossen, also in ihrem Längsdurchmesser, sichtbar. Die Spaltöffnungen zeigen das charakteristische Gepräge der Gramineen-Spaltöffnungen und folgen in Längsreihen in kürzeren Zwischenräumen auf einander. Sie bieten in der Oberflächenansicht einschliesslich der Nebenzellen die Gestalt einer Ellipse, deren grösserer Durchmesser hier und später mit D und deren kleinerer mit d bezeichnet werden soll, und zwar ist $D = 0{\cdot}04375$ *mm* und $d = 0{\cdot}028125$ *mm.* Diese spaltöffnungsführenden Zellreihen sind durch ca. 3—15 von Spaltöffnungen freie Reihen getrennt. Die die einzelnen Spaltöffnungen verbindenden Epidermiszellen sind etwas breiter als die anderen. Haarbildungen konnten keine beobachtet werden.

Aus dem Querschnitte ersieht man, dass die Oberhaut einfach ist und unter ihr, wie schon oben erwähnt, unmittelbar der Festigungsring folgt. Die Gefäss-

[1]) Wiesner, Mikroskopische Untersuchung der Maislische und der Maisfaserproducte (Dingler's Polytechnisches Journal, Bd. 175, S. 225 ff.) und: Technische Mikroskopie, Wien, 1867, S. 113 und an anderen Stellen; siehe Fig. 61.

© Zool.-Bot. Ges. Österreich, Austria; download unter www.biologiezentrum.at

bündel sind von einer gut ausgebildeten Gefässbündelscheide umgeben, besitzen ein kräftig entwickeltes Phloem, auf das nach innen zu zwei grosse Gefässe folgen, die zwischen sich kleinere einschliessen. Unterhalb derselben findet sich wieder ein phloemartiger, unverholzter Theil und innerhalb desselben ein schizogen entstandener Luftgang, oft noch mit Ringen als Resten eines Ringgefässes.[1]) Sie bieten also in mustergiltiger Weise den Charakter des Gramineen-Gefässbündels, aber auch keine besonderen, zur Unterscheidung verwendbaren Merkmale. Wohl ist aber einigermassen ein solches in der Anordnung derselben nach ihrer Grösse zu finden, indem gleich in der Peripherie grössere Gefässbündel auftreten, während dieselben gegen das Innere zu durchschnittlich kleiner sind. Der Durchmesser der gegen die Peripherie zu gelegenen, also äusseren Gefässbündel, der stets mit d_t und d_r bezeichnet werden wird, und zwar d_t nach der tangentialen und d_r nach der radialen Ausdehnung, beträgt für $d_t = 0{\cdot}344\,mm$ und für $d_r = 0{\cdot}297\,mm$. Der Durchmesser der nach innen gelegenen Gefässbündel, in analoger Weise mit D_t und D_r bezeichnet, beträgt für D_t ca. $0{\cdot}13125\,mm$ und für D_r ca. $0{\cdot}21875\,mm$. Man ersieht aus diesen Angaben, dass die äusseren Gefässbündel mehr tangential, die inneren mehr radial entwickelt sind. Die Durchmesser der Gefässlumina sollen hier und künftighin mit D_1 und d_1 für die äusseren und mit D_2 und d_2 für die inneren Gefässbündel gekennzeichnet sein, wobei D den grösseren und d den kleineren Durchmesser bedeutet. Für *Zea Mays* beträgt nach dieser Bezeichnungsweise $D_1 = 0{\cdot}0625—0{\cdot}09375\,mm$ und $d_1 = 0{\cdot}04688—0{\cdot}0625\,mm$; $D_2 = 0{\cdot}05\,mm$ und $d_2 = 0{\cdot}0375\,mm$ durchschnittlich.[2])

Die Markparenchymzellen sind gegenseitig abgerundet und lassen dreieckige Intercellularen zwischen sich frei.

Saccharum officinarum.[3]) Die Epidermiszellen sind nur wenige Male länger als breit, stark verdickt und von zahlreichen, sehr deutlichen Poren durchsetzt; die Mittellamelle ist sehr leicht und deutlich zu sehen. Zwischen diesen Zellen befinden sich die relativ grossen Zwergzellen, die viel dünnwandiger als die eigentlichen Epidermzellen sind. Die Länge der langgestreckten Oberhautzellen beträgt nach Wiesner $0{\cdot}054\,mm$, ihre Breite $0{\cdot}014\,mm$; die Breite der Zwergzellen ist dieselbe, ihre Länge wechselt zwischen $0{\cdot}009\,mm$ und $0{\cdot}014\,mm$. Spaltöffnungen kommen nur spärlich vor. Die Oberhaut ist einfach, und unter ihr folgt unmittelbar ein Sclerenchymgürtel von mässiger Dicke.

Die Gefässbündel, deren Durchmesser nach Wiesner für die kleineren ca. $0{\cdot}092\,mm$ und für die grösseren ca. $0{\cdot}122—0{\cdot}301\,mm$ beträgt, sind in der Peripherie häufiger, und zwar gehören zur äussersten Reihe ganz kleine und mittelgrosse Gefässbündel, während gegen das Innere zu nur mehr grössere vorhanden sind. Die Gefässbündel von *Saccharum* zeigen eine bemerkenswerthe

---

[1]) Vergl. E. Hackel, Gramineae in: Engler und Prantl, Natürliche Pflanzenfamilien, II, 2, S. 2.

[2]) Für Fälle mit kreisförmigem Gefässquerschnitt soll die Bezeichnung einfach D_1 und D_2 sein.

[3]) Die mitgetheilten Angaben fussen auf früheren Untersuchungen von J. Wiesner, Anatomisches und Histochemisches über das Zuckerrohr in: Karsten, Botanische Untersuchungen, I, S. 113 ff.; ferner: J. Wiesner, Technische Mikroskopie, S. 251 ff.

© Zool.-Bot. Ges. Österreich, Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Eigenthümlichkeit, an der sie sehr leicht erkannt werden können. Die Gefässbündelscheide ist nämlich, besonders bei ausgewachsenen Exemplaren, an der Xylemseite ganz ausserordentlich stark entwickelt und umfasst eine 2—3mal so grosse Fläche als das ganze übrige Gefässbündel.

Das Grundgewebe zeigt das gewöhnliche Gepräge; doch sind die Zellen desselben, namentlich in den peripherischen Schichten tangential gestreckt (im Querschnitte gesehen), im Gegensatze zu *Zea Mays,* wo sie im Grossen und Ganzen rundlich sind.

II. Zwischenformen.

Die Arten *Bambusa stricta, Panicum variegatum* und *Chloris pallida* bilden einen Uebergang zu den Formen mit hohlem Stengel. Bei *Bambusa* ist ein solcher zwar schon vorhanden, jedoch ist das Lumen des Stengels, namentlich bei jüngeren Pflanzen, noch verhältnissmässig klein, und gleicht diese Pflanze im mikroskopischen Querschnitte des Stammes in ihrem ganzen Charakter noch sehr den Gräsern mit markigem Stengel. Die Gefässbündel reichen fast bis zum Hohlcylinder und sind von demselben nur durch einen schmalen, gefässbündellosen Grundparenchymring getrennt.

Ein anderes Bild gewähren uns *Chloris* und *Panicum.* Hier zeigt sich der Querschnitt vollkommen von Geweben ausgefüllt, jedoch sind die Gefässbündel nur in der Peripherie zu finden und ist der Uebergang zu den hohlstengeligen Formen durch das Ausbleiben der Gefässbündel im Marke angedeutet. Nun möge die Beschreibung dieser einzelnen Arten erfolgen.

Bambusa stricta. Die Oberflächenzellen erinnern nach ihrer Dicke und starken Porosität, sowie nach ihrer relativ geringen Länge an die von *Saccharum,* sind jedoch, namentlich im Vergleich zu den Zwergzellen (l wie b betragen ca. 0·009375—0·015625 *mm*), von grösserer Längenerstreckung wie diese. Die Spaltöffnungen finden sich in Längsreihen sehr spärlich hinter einander. Die Oberhaut ist einfach.

Unter derselben befindet sich ein 3—4reihiges, grünes Assimilationsgewebe continuirlich längs der ganzen Peripherie. Unterhalb desselben folgt erst der stark ausgebildete Sclerenchym- oder Festigungsring, der theils von Brücken, die das grüne Assimilationsgewebe mit dem Marke verbinden, theils von kleineren Gefässbündeln (d_t = 0·03125 *mm* und d_r = 0·04062 *mm,* und zwar D_1 = 0·00938 *mm*) unterbrochen wird. Gegen das Innere zu folgt nun eine grosse Zahl von grösseren Gefässbündeln (D_t = 0·14 *mm* und D_r = 0·119 *mm,* wobei D_2 = 0·025 *mm*), die nur eine schmale Zone Mark im Umkreise des Hohlcylinders freilassen, so dass das Gesammtbild im anatomischen Habitus sich trotz des hohlen Stengels mehr den vorausgegangenen Pflanzenformen nähert, als die gleich zu beschreibenden *Panicum* und *Chloris;* denn bei den eben Genannten ist trotz der Ausbreitung des Grundparenchyms über die ganze Querschnittfläche, doch durch die geringe Anzahl der Gefässbündel, die in einer bis drei Reihen stehen, kenntlich, dass sie mehr Verwandtschaft zu den hohlstengeligen Formen zeigen, als zu *Zea* und

© Zool.-Bot. Ges. Österreich, Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Saccharum. Die Gefässbündel sind bei *Bambusa,* selbstverständlich mit Ausnahme des Phloems, vollständig verholzt und sind von einer stark ausgebildeten Gefässbündelscheide umgeben, die, wo sie das Phloem gegen aussen und das Xylem gegen innen abschliesst, viel mächtiger entwickelt ist als an den Seiten. Diese Gefässbündel lassen also ausser dem oberhalb der zwei grossen Gefässe gelegenen Phloem keinerlei unverholzte Partien erkennen, wie es bei vielen Gräsern, z. B. bei *Zea Mays*, der Fall ist.

Auch das zwischen den Gefässbündeln gelegene Grundgewebe ist, besonders gegen die Peripherie zu, mehr oder weniger stark verholzt; das gefässbündelfreie Grundparenchym, welches den innersten Gewebsring bildet, ist grosszellig und unverholzt. Während dasselbe im Längsschnitte dieselben Dimensionen zeigt, wie im Querschnitte, also isodiametrische Zellen besitzt, ist das zwischen den Gefässbündeln gelegene Grundgewebe im radialen oder tangentialen Schnitt langgestreckt, nahezu vollkommen rechteckig und wahrnehmbarer porös als das erstere.

Panicum variegatum. Die eigentlichen Epidermiszellen sind sehr bedeutend länger als die Zwergzellen ($l = 0{\cdot}00625—0{\cdot}0125\,mm$, $b = 0{\cdot}0125\,mm$), welche zwischen jenen in ein- bis dreifacher Zahl auftreten, jedoch auch fehlen können. Die Spaltöffnungen ($D = 0{\cdot}034375\,mm$, $d = 0{\cdot}021875\,mm$) stehen in Längsreihen, welche durch etwa zehn Zellreihen getrennt sind, ziemlich häufig hinter einander; ihre Nebenzellen besitzen einen sehr deutlich wahrnehmbaren Zellkern. Ferners ist der Stengel in der Längsrichtung reihenweise mit Haaren besetzt. Diese sind von zweierlei Art: die einen sind klein und gewähren das Aussehen eines regelmässigen Kegels, die zweiten sind dornenartig und von sehr bedeutender Länge. Beide sind echte Trichome und einzellig. Die Länge der kürzeren Haare beträgt ca. $0{\cdot}0156\,mm$, ihre Breite an der Basis ca. $0{\cdot}0124\,mm$; für die grösseren Haare sind die analogen Werthe $0{\cdot}09375\,mm$ bis $0{\cdot}25\,mm$ und $0{\cdot}0124\,mm$.

Der untere Theil eines jeden Internodiums wird von der Blattscheide umhüllt, und zeigt sich unter derselben das Internodium in hellem Grün, während der unbedeckte Theil für das unbewaffnete Auge eine braunviolette Färbung besitzt. Unter dem Mikroskope stellen sich als Ursache dieser Färbung rothgefärbte Zellen heraus, welche Anthokyan in saurer Lösung enthalten; durch Zusatz von etwas Säure gestaltet sich dieses Roth sehr lebhaft und geht auf weiteren Zusatz einer alkalischen Flüssigkeit, indem es vorübergehend blau wird, in die bekannte spangrüne Farbe über, die auf gleichzeitigen Gerbstoffgehalt der Anthokyan führenden Zellen hindeutet.[1])

Auf die einfache Oberhaut folgt eine schmale chlorophyllhältige Partie. An diese schliesst sich ein ungefähr fünf Zellen tiefer Sclerenchymring. Dieser hat einen Kreis Gefässbündel von verschiedener, jedoch durchwegs geringer Grösse ($d_t = 0{\cdot}05\,mm$, $d_r = 0{\cdot}0313\,mm$) in sich aufgenommen, während weiter nach innen zu ein unregelmässiger Kreis von etwas grösseren Gefässbündeln ($D_t = 0{\cdot}0937\,mm$, $D_r = 0{\cdot}0875\,mm$) folgt. Innerhalb dieser ringförmig angeordneten

[1]) Vergl. J. Wiesner, Elemente der wissenschaftlichen Botanik, 3. Aufl., Bd. I, S. 61.

© Zool.-Bot. Ges. Österreich, Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Gefässbündel treten noch zwei derselben besonders hervor, indem sie sich der Axe mehr oder weniger nähern und so in dem sonst gefässbündelfreien Marke deutlich sichtbar sind. Im Vergleiche zum Querschnitte des gesammten Gefässbündels ist der Querschnitt der beiden seitlichen Gefässe sehr gross ($D_1 = 0{\cdot}0125$ bis $0{\cdot}0156\,mm$, $D_2 = 0{\cdot}025$—$0{\cdot}031\,mm$), und bildet dieses Verhalten das charakteristischeste Merkmal für diese Gefässbündel.

Das Grundparenchym ist im Längsschnitte langgestreckt sechsseitig oder bei vollkommener Abrundung tonnenförmig, im Querschnitte 5—6 seitig oder kreisförmig.

Chloris pallida. Die Oberhautelemente lassen eine Anordnung in zwei verschiedenen Reihen erkennen. Die Zellen der einen Reihe sind schmäler, langgestreckt und von geraden Wänden begrenzt; zwischen sich führen sie Zwergzellen ($l = 0{\cdot}00625-0{\cdot}0109\,mm$, $b = 0{\cdot}00625\,mm$), die den gleichen Querdurchmesser haben wie sie selbst. Die Zellen der anderen Reihe sind kürzer und breiter und ihre Wände stark, und zwar unregelmässig gewellt; sie führen zwischen sich sowohl Zwergzellen als Spaltöffnungen ($D = 0{\cdot}0266\,mm$, $d = 0{\cdot}02\,mm$), wovon die ersteren einen kleineren, die zweiten einen grösseren Querdurchmesser haben, so dass die Zwergzellen von den betreffenden Epidermiszellen an den Seiten überragt werden, während die Spaltöffnungen aus der Längslinie etwas hervortreten. Die letzteren folgen innerhalb der zweiten Gattung von Hautgewebsstreifen in unmittelbar neben einander liegenden Zellreihen, und in diesen in nur kurzen Zwischenräumen auf einander.

Auf die einfache Oberhaut folgt ein Festigungsring, der die Eigenthümlichkeit zeigt, dass er stellenweise von Assimilationsgewebe unterbrochen wird. Dieser Festigungsring nimmt nämlich zwischen sich ganz kleine, nach der Peripherie kreisförmig angeordnete Gefässbündel ($d_t = 0{\cdot}0406\,mm$, $d_r = 0{\cdot}0314\,mm$) auf und reicht an diesen Stellen ununterbrochen bis zur Oberhaut. Zwischen diesen Gefässbündeln aber zeigen sich im Festigungsringe abwechselnd mit den letzteren Partien von Assimilationsgewebe eingestreut; im Hautgewebe befinden sich an den entsprechenden Stellen Spaltöffnungen. Auf die bereits erwähnten äussersten Gefässbündel folgt noch eine Anzahl von undeutlich zweireihig angeordneten Gefässbündeln ($D_t = D_r = 0{\cdot}0844\,mm$), welche die eben genannten an Grösse bedeutend übertreffen; es stellen sich somit im Ganzen drei in unregelmässigen Kreisen angeordnete Reihen heraus. Bei den Gefässbündeln der mittleren dieser Reihen fällt die Gefässbündelscheide an der äusseren Seite des Phloems mit dem Festigungsringe zusammen.

Der zwischen den Gefässbündeln liegende Antheil des Grundgewebes ist verholzt, der übrige, gegen die Axe zu gelegene Theil unverholzt.

III. Formen mit ausgesprochenem Hohlstengel.

Die noch übrigen der eingangs aufgeführten Gräserarten ordnete ich zunächst in solche, wo der Festigungsring nur Gefässbündel zwischen sich aufgenommen hat, und in solche, wo er ausserdem noch von dem schon bei *Chloris*

© Zool.-Bot. Ges. Österreich, Austria; download unter www.biologiezentrum.at

erwähnten Assimilationsgewebe in seinem directen Verlaufe um die Peripherie des Stammes unterbrochen wird. Zu den ersteren, welche in der Folge als erste Gruppe der dritten Abtheilung werden bezeichnet werden, gehören *Oryza sativa, Agrostis vulgaris* und *Tragus racemosus.* Diese zeigen in Bezug auf das Unterbrechen des Festigungsringes durch assimilirendes Gewebe Aehnlichkeit mit *Panicum variegatum,* wo dieses Gewebe in einem zusammenhängenden Mantel ausserhalb des Sclerenchymringes auftritt, so dass dadurch auch der Festigungsring in seinem vollen Umkreise erhalten bleibt. Zur zweiten Gruppe stellte ich *Poa annua, Phalaris minor, Festuca ovina, Avena sterilis, Hordeum hexastichum, Hordeum murinum, Triticum vulgare* und *Hierochloë australis;* diese schliessen sich wieder in der genannten Beziehung an *Chloris pallida* an.

1. Arten mit ununterbrochenem Festigungsmantel.

Oryza sativa. Die Oberhautzellen sind ungemein lang, sehr dickwandig, von zahlreichen, sehr gut kenntlichen Poren durchbrochen und besitzen eine sehr deutliche Mittellamelle. Zwischen sich schliessen sie, wie allgemein, Zwergzellen ($l = 0{\cdot}003125$—$0{\cdot}00625$ *mm*, $b = 0{\cdot}00625$ *mm*) ein, und zwar wohl durchgehends je zwei. Das Lumen dieser langgestreckten Epidermiszellen ist nur ganz gering. Die Spaltöffnungen ($D = 0{\cdot}0406$ *mm*, $d = 0{\cdot}01876$ *mm*) sind sehr spärlich, in der Längsrichtung des Stengels sehr weit von einander entfernt, aber doch in Längsreihen angeordnet, wie sich bei aufmerksamer Verfolgung der Distanz dieser Spaltöffnungen ergibt.

Es sind wieder zwei Reihen von Gefässbündeln, wovon die äusseren ($d_t = d_r = 0{\cdot}0937$ *mm*, $D_1 = 0{\cdot}01875$ *mm*) kleiner und die inneren ($D_t = 0{\cdot}11875$ *mm*, $D_r = 0{\cdot}15$ *mm*, $D_2 = 0{\cdot}01875$ *mm*) grösser sind. Beide aber sind von charakteristischer Gestaltung. Es ziehen sich nämlich am Stengel in der Längsrichtung Rippen hin, welche je einem äusseren Gefässbündel entsprechen und völlig vom Sclerenchymring in der Dicke von circa fünf Zelllagen eingeschlossen sind. Von diesen Gefässbündeln aus zieht der Sclerenchymring an der Peripherie weiter und verbindet so die einzelnen Bündel der äusseren Reihe miteinander. Im Querschnitte zeigen diese Gefässbündel die Form eines Rades mit vier Speichen, und es entsprechen den Hohlräumen zwischen den Speichen einerseits das Phloem, andererseits auf beiden Seiten die zwei grossen Gefässe, und auf der vierten, nach einwärts gelegenen Seite wieder ein Gefäss oder an dessen Stelle ein schizogener Hohlraum. Der Umkreis des Rades ist eben der Festigungsring. Namentlich bei schwächerer Vergrösserung tritt diese Figur sehr deutlich zu Tage. Auch die Gefässbündel der inneren Reihe sind von sehr auffallender Form. Sie haben einen stumpf-eiförmigen Umriss und zerfallen in zwei deutliche Hälften; der obere oder in Bezug auf die Lage zur Oberhaut äussere Theil besteht aus dem Phloem, welches im Querschnitt regelmässig netzförmig mit verdickten Knotenpunkten erscheint; die untere, respective innere Hälfte ist ein schizogener Hohlraum, auf den vom Querschnitte des Gefässbündels der grösste Antheil entfällt. Der Durchmesser dieses Hohlraumes beträgt bei den grossen Gefässbündeln ca. $0{\cdot}06875$ *mm*,

© Zool.-Bot. Ges. Österreich, Austria; download unter www.biologiezentrum.at

bei den kleineren, also äusseren ca. 0·01875 *mm*. Diese beiden erwähnten Theile der grösseren Gefässbündel sind verbunden durch einen schmalen Streifen verholzter Zellen, an dessen beiden Seiten sich die zwei ziemlich kleinen Gefässe befinden. Das Ganze ist von einer unverholzten Gefässbündelscheide eingehüllt, die an ihrem nach innen gelegenen Theile, wo sie nämlich den schizogenen Hohlraum umschliesst, ungefähr doppelt so stark ist wie an der anderen Hälfte. Beide von einander verschiedenen Gefässbündelkreise bieten einen so auffälligen und charakteristischen Anblick, dass sie jeder an sich schon an einem Gefässbündel beim ersten Anblicke die betreffende Pflanze, den Reis, erkennen lassen.

Die Zellen des Grundparenchyms haben den gewöhnlichen Typus; sie besitzen fast kreisförmigen Querschnitt und ziemlich grosse, meist dreieckige Intercellularen. Gegen die Cavität des Stengels hin ist das Grundgewebe collabirt.

Agrostis vulgaris. Die Oberhaut ist einfach und besteht aus sehr langgestreckten Zellen von mittelmässiger Wandstärke, mit ziemlich häufigen und leicht sichtbaren Poren. Dazwischen befinden sich die Zwergzellen, wohl immer in einfacher Zahl. Die Zellwände der Epidermiszellen verlaufen vollkommen geradlinig, nur in der Umgebung der Spaltöffnungen sind sie schwach trichterförmig erweitert. Die Spaltöffnungen selbst ($D = 0{\cdot}0375\,mm$, $d = 0{\cdot}0286\,mm$) bieten nichts Auffälliges dar. Sie treten in Längsreihen, aber ziemlich spärlich auf.

Unter der Oberhaut befindet sich ein stark entwickelter Festigungsring, der aber nicht ganz gleichmässig ausgebildet ist, indem das Zellgewebe, welches diesen Ring zusammensetzt, an einzelnen Stellen nicht so compact erscheint, da es hier weitmaschiger und somit lockerer ist. Vom Festigungsringe vollständig aufgenommen erscheint die äussere Reihe von Gefässbündeln, die nur schwach entwickelt sind und an Grösse bedeutend hinter den der zweiten, inneren Reihe zurückbleiben. Sie haben eine quer-eiförmige Gestalt, indem die Längsachse des Querschnittes parallel zur Peripherie des Stengels gerichtet ist, jedenfalls in Folge des durch den Festigungsring bewirkten starken Druckes. Die Gefässbündel der inneren Reihe lehnen sich mit dem Phloem unmittelbar an den Festigungsring an, so dass dieser auf der äusseren Seite die Gefässbündelscheide vertritt. Sie besitzen ein nicht stark entwickeltes Phloem, diesem diametral gegenüber einen schizogenen Hohlraum und dazwischen an beiden Seiten zwei sehr weitlumige Gefässe, die durch dickwandige Elemente über die Mitte hin verbunden sind. Das Festigungsgewebe gibt keine Holzstoffreactionen.

Das Grundparenchym besteht in dem zwischen den Gefässbündelkreisen liegenden Antheile aus geometrisch vollkommen ausgebildeten sechsseitigen Parenchymzellen; weiter nach innen wird es immer unregelmässiger und geht schliesslich in die collabirte Zone über. Dies gilt für den Querschnitt. Im Längsschnitte erscheinen die Grundparenchymzellen säulenförmig.

Tragus racemosus. Die Oberhautzellen sind mittellang, dickwandig, sehr stark und deutlich porös, und sind weitaus am meisten durch eine, minder häufig durch zwei Zwergzellen ($l = 0{\cdot}0078$—$0{\cdot}0219\,mm$, $b = 0{\cdot}00719\,mm$) getrennt; jedoch konnte ich ausnahmsweise auch vier solche Zwergzellen nach ein-

© Zool.-Bot. Ges. Österreich, Austria; download unter www.biologiezentrum.at

ander beobachten. Spaltöffnungen ($D = 0{\cdot}03136\ mm$, $d = 0{\cdot}0187\ mm$) finden sich nicht gerade zahlreich; sie sind in Längsreihen angeordnet.

Auf die Oberhaut folgt dann wieder ein Sclerenchymring von mässiger Stärke, der wie bei der vorherbeschriebenen Art den äusseren der beiden Gefässbündelkreise einschliesst, jedoch ist diese Einschliessung keine so vollkommene wie bei der früheren Art, da sich die Gefässbündel an der Innenseite theilweise über die Peripherie des Festigungsringes erheben. Auch die Gefässbündel der inneren Reihe schliessen sich nicht so dicht an den Festigungsring mit ihrer Aussenseite an, so dass man den Verlauf der Gefässbündelscheide rund um das Gefässbündel herum und in den Festigungsring hinein mit aller Sicherheit verfolgen kann.

Der schmale, die Verbindung mit dem Sclerenchymmantel vermittelnde, zwischen den zwei Gefässbündelkreisen liegende Theil des Grundgewebes ist verholzt. Sonst besitzt das Grundgewebe seinen gewöhnlichen Charakter.

2. Arten mit unterbrochenem Festigungsmantel.

Die im Folgenden besprochenen Arten zeichnen sich alle dadurch aus, dass sie, wie schon früher erwähnt, den Festigungsmantel, respective vom Querschnitte gesprochen, Festigungsring, in seinem Verlaufe von Assimilationsgewebe unterbrochen zeigen.

Poa annua. Die Oberhautzellen sind ziemlich dünnwandig, nicht gewellt und bedeutend gestreckt. Zwischen denselben befinden sich Zwergzellen in sehr veränderlicher Form und Grösse. Sehr häufig sind gar keine vorhanden, so dass sich die langgestreckten Zellen unmittelbar aneinander schliessen, oder es ist nur eine da, die aber in ihrer Gestalt mannigfach wechselt, indem sie sowohl ein zur Längsrichtung der Oberhautzellen quergestelltes Rechteck, als ein Quadrat, oder auch ein längsgestelltes Rechteck sein kann; aber auch die Form eines Dreieckes kann sie annehmen. Kommen zwei Zwergzellen hinter einander vor, so haben sie gewöhnlich ungleiche Grösse, indem sich die kleinere zur grösseren ungefähr so verhält, wie die grössere zur gewöhnlichen Epidermiszelle. Ueberhaupt ist die Grösse der Zwergzellen sehr wandelbar und kommen Uebergänge bis zu den kleineren der gewöhnlichen Oberhautzellen vor, so dass eine factische Grenze zwischen beiden Zellarten nicht existirt und die Zwergzellen als solche nur durch ihre Grössenbeziehung zu den sie unmittelbar einschliessenden zwei Epidermiszellen erkannt werden können, während sie ausser dem Zusammenhange unbestimmbar bleiben. In einigen Fällen gelingt jedoch dies auch im Zusammenhange nicht, und man ist dann im Zweifel, ob man die betreffenden Zellen als Zwergzellen aufzufassen habe oder nicht, umso mehr, als eben die Zahl der unmittelbar aufeinander folgenden Zwergzellen keine constante ist und auch Null werden kann.

Die Spaltöffnungen ($D = 0{\cdot}03437\ mm$, $d = 0{\cdot}01875\ mm$) sind nicht gerade häufig, aber auch nicht selten, und stehen in Längsreihen nach einander, welche dadurch charakterisirt sind, dass der Zwischenraum zwischen zwei Spaltöffnungen immer nur von einer einzigen Oberhautzelle eingenommen wird, die

© Zool.-Bot. Ges. Österreich, Austria; download unter www.biologiezentrum.at

daher oft, bei weiterem Abstande der Spaltöffnungen, eine beträchtliche Länge gewinnen kann. Die Membran der Oberhautzellen ist wohl porös, jedoch nicht gleich auf den ersten Blick auffallend.

Der Querschnitt des Stengels bietet nur die gewöhnliche Gestalt mit Sclerenchymring und zwei Gefässbündelreihen, wovon die äussere wieder die kleineren Bündel besitzt. Unter den Spaltöffnungen befindet sich grünes Assimilationsgewebe, aber in geringer Entwicklung. Bei den nun folgenden Formen zeigt sich dasselbe bedeutend stärker entwickelt.

Das Grundgewebe des Markes zeigt ebenfalls nur den allgemeinen Typus und keine Besonderheiten.

Festuca ovina. Die Oberhaut ist in zwei abwechselnde Zonen getheilt, in eine mit geraderen, längeren und englumigeren Zellen, die unmittelbar oder durch Zwergzellen mit einander verbunden sind, und in eine zweite Zone mit kürzeren, breiteren und von weiteren Porengängen durchsetzten Zellen, welche zwischen sich sowohl Zwergzellen als auch Spaltöffnungen führen. In der Verbreitung der Spaltöffnungen ($D = 0{\cdot}0406\,mm$, $d = 0{\cdot}0219\,mm$), die in Längsreihen angeordnet sind, lässt sich keine weitere, specifisch verwerthbare Regel wahrnehmen. Dagegen konnten bei dieser Pflanze kleine, kurze, kegelförmige Haare wahrgenommen werden. Bei frischerem Herbarmaterial oder bei lebenden Pflanzen erscheint die Oberhaut unter dem Mikroskope in abwechselnd farblose und lebhaft grün gefärbte Längsstreifen zerlegt, in welch' letzteren die Spaltöffnungen liegen.

Der Sclerenchymring ist sehr stark entwickelt und zeigt sich von Assimilationsgewebe unterbrochen. Die Gefässbündel zeigen die gewöhnliche Ausbildung und die Anordnung in zwei Kreise. Die grösseren, das heisst inneren Gefässbündel schliessen sich unmittelbar dem Festigungsringe an.

Avena sterilis. Die Oberhautzellen sind in zwei abwechselnde Längszonen vertheilt. Die eine Zone besteht aus längsgestreckten, sehr dickwandigen Zellen von verhältnissmässig engem Lumen; diese werden unterbrochen von Zwergzellen ($l = 0{\cdot}0156$—$0{\cdot}025\,mm$, $b = 0{\cdot}009375$—$0{\cdot}0156\,mm$) in einfacher oder doppelter Anzahl, welche ein Lumen von grösserem Querdurchmesser als die langgestreckten Zellen besitzen; ihre Längswände kommen an Dicke denen der letzteren gleich, die Querwände erscheinen jedoch etwas schwächer. Beiderlei Zellen sind aber in ihrer Membran von deutlich sichtbaren Poren durchsetzt. Die andere Zone besteht aus Zellen, welche bei noch grösserer Wanddicke eine viel bedeutendere Breite zeigen, aber auch weitlumigere Poren besitzen. Diese zweite Zone setzt sich aus fünf Längsreihen von Zellen zusammen, wovon die beiden äussersten der Spaltöffnungen entbehren, während die drei mittleren derselben die Spaltöffnungen ($D = 0{\cdot}0687\,mm$, $d = 0{\cdot}03125\,mm$) in sehr dichter Aufeinanderfolge führen. Auch sind die Zellwände dieser zweiten Zone vielfach unregelmässig gekrümmt, während die der ersten ziemlich gerade verlaufen. Auch die Zellen der zweiten Zone führen Zwergzellen zwischen sich, jedoch kann man diese nur bei den beiden äusseren, der Spaltöffnungen entbehrenden Reihen sicher als solche erkennen; bei den drei inneren Reihen ist diese Bestimmung wegen der Unregelmässigkeit

© Zool.-Bot. Ges. Österreich, Austria; download unter www.biologiezentrum.at

in der Gestalt und Grösse nicht ausführbar. Die Spaltöffnungen erreichen eine bedeutende Grösse.

Der unter der Oberhaut folgende Festigungsring ist sehr stark entwickelt und erreicht dieselbe Breite wie der von ihm eingeschlossene Parenchymring. Da hier das Grundparenchym nur in Form eines schmalen Ringes ausgebildet ist, reichen die Gefässbündel ($D_t = 0{\cdot}1938\,mm$, $D_r = 0{\cdot}1812\,mm$; $D_2 = 0{\cdot}0375\,mm$, $d_2 = 0{\cdot}0312\,mm$), die nahezu denselben Durchmesser zeigen wie die Breite des Grundgewebestreifens, fast bis zur Cavität des Stengels. Sie haben einen kreisförmigen Querschnitt und bilden den inneren Ring. Nach aussen liegt ein zweiter Kreis von Gefässbündeln, welche kleiner sind und vom Sclerenchymringe an seiner Innengrenze aufgenommen werden ($d_t = 0{\cdot}1312\,mm$, $d_r = 0{\cdot}1094\,mm$; $D_1 = 0{\cdot}02188\,mm$, $d_1 = 0{\cdot}0156\,mm$). Sie liegen abwechselnd mit den grösseren, inneren Gefässbündeln, und zwar je eines oder auch zwei zwischen zwei der letztgenannten. Ueber ihnen setzt sich der Festigungsring ununterbrochen bis zur Oberhaut fort. In den zwischen liegenden Theilen ist derselbe jedoch von einem grünen Assimilationsgewebe unterbrochen, welches in dem über den Gefässbündeln der inneren Reihe liegenden Theile sich verengt, indem sich der Festigungsring verbreitert oder auch ganz verschwindet, wenn sich der Festigungsring hier vollständig schliesst. Demnach ist die Ausdehnung der einzelnen Assimilationsgewebepartien von verschiedener Breite, je nach dem verschiedenen Verhalten des Sclerenchymringes. Ueber die Beschaffenheit der Gefässbündel selbst wäre zu bemerken, dass das Phloem reichlich entwickelt und die Gefässbündelscheide nur einfach und verholzt ist. Auch der unmittelbar anliegende Theil des Grundgewebes zeigt sich verholzt.

Hordeum hexastichum. An der Oberhaut zeigen sich die Zellen wieder auf zwei Längszonen vertheilt. Das Bild, welches sich unter dem Mikroskope zeigt, ist dem von *Avena sterilis* sehr ähnlich. Wir sehen auch hier, dass die eine Zone aus geradlinig verlaufenden Zellen von langgestreckter Form und stark verdickten Wänden besteht, die von weiten Porengängen durchsetzt werden. Sie besitzen ein ziemlich enges Lumen und lassen die Mittellamelle leicht erkennen; durch Zwergzellen ($l = 0{\cdot}00625$—$0{\cdot}01875\,mm$, $b = 0{\cdot}00625$—$0{\cdot}010939\,mm$), die nur in einfacher Zahl vorkommen, werden sie von einander getrennt. Die zweite Zone führt die Spaltöffnungen ($D = 0{\cdot}05312\,mm$, $d = 0{\cdot}03125\,mm$). Dieselben sind nicht gleichmässig vertheilt, sondern treten vorzugsweise an den zwei Rändern der Zone, hier aber in grosser Anzahl auf, während das Innere des Streifens durchschnittlich frei bleibt. Die Zellen dieser zweiten Zone sind bedeutend breiter als die der erstgenannten und haben eine verschiedene Länge; in dem mittleren Theile, wo nur hie und da Spaltöffnungen auftreten, sind sie länger und entsprechen diesbezüglich den Zellen der spaltöffnungsfreien Zone; hingegen sind sie in den äusseren Reihen, wo die Spaltöffnungen auftreten, grösstentheils kürzer. Auch in dieser Zone finden sich Zwergzellen vor, in zwei- oder auch dreifacher Anzahl. Die die Spaltöffnungen führende Zone ist hier breiter als bei *Avena sterilis;* die Spaltöffnungen selbst erreichen aber eine geringere Grösse wie dort.

© Zool.-Bot. Ges. Österreich, Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Auch der Querschnitt des Stengels bietet uns hier ein ähnliches Bild wie bei der vorigen Art, nämlich in der Art der Anordnung, lässt sich aber leicht durch die Dimensionen der einzelnen Theile unterscheiden. Vor Allem fällt der Unterschied in der Mächtigkeit des Festigungsmantels auf; derselbe ist für die Breite des ganzen Kreisringes, welchen der Stengel im Querschnitte darstellt, kräftig genug entwickelt, erscheint jedoch im Vergleiche zu *Avena sterilis* viel schwächer. Die kleineren Gefässbündel des äusseren Gefässbündelkreises (d_t = 0·0875 *mm*, d_r = 0·075 *mm*) werden durch das Festigungsgewebe unmittelbar mit der Oberhaut verbunden; die grösseren des inneren Kreises ($D_t = D_r$ = 0·1562 *mm*) sind durch das Grundgewebe von dem Sclerenchymmantel getrennt, der auch über diesen Gefässbündeln ununterbrochen bis zur Oberhaut reicht. Wie bei *Avena* können sowohl ein als auch zwei äussere Gefässbündel zwischen zwei der inneren zu liegen kommen, und liegen dieselben in einem solchen Falle dicht nebeneinander. Zu beiden Seiten eines jeden der äusseren Gefässbündel ist der Festigungsring von Assimilationsgewebe in der Weise unterbrochen, dass das letztere nur von der Oberhaut überdeckt wird, so dass das Festigungsgewebe unterhalb des Assimilationsgewebes sich nach innen biegt und in sehr reducirter Zahl der Zelllagen sich einwärts der kleinen Gefässbündel hinzieht. Der Bau der Gefässbündel selbst bietet keine Besonderheiten dar.

Das Grundgewebe hat seinen gewöhnlichen Charakter.[1])

Hordeum murinum. Die Oberhaut lässt zwei Zonen erkennen, wovon die mit den Spaltöffnungen viel schmäler ist als die andere. Die erstere besteht nur aus drei neben einander gelagerten Längsreihen, wovon nur die mittlere Spaltöffnungen führt; innerhalb dieser folgen die Spaltöffnungen in mittelmässiger Zahl aufeinander. Die Epidermiszellen dieser Zone sind etwas dickwandiger, deutlich Chlorophyll führend, besitzen Poren von weiterem Lumen und führen keine oder nur eine Zwergzelle zwischen sich. Die Zellen der anderen Zone sind etwas dünnwandiger, feiner porös, farblos und besitzen keine Zwergzellen oder nur eine, die schmäler ist und bedeutend länger sein kann als bei der ersten Zone.

Der Festigungsring ist stark entwickelt und von Assimilationsgewebe unterbrochen, welches aber nicht sehr stark ausgebildet ist. Unterhalb dieser Assimilationsgewebepartien ist der Festigungsring etwas nach innen vorspringend. Die Gefässbündel der äusseren Reihe sind kleiner, und ausserhalb derselben setzt sich das Festigungsgewebe ununterbrochen bis zur Oberhaut fort, rechts und links vom Assimilationsgewebe begleitet.

Sowohl der Festigungsmantel als auch die Gefässbündelscheide sind verholzt. Das Grundgewebe des Markes zeigt ebenfalls, aber in schwächerem Masse, die Holzstoffreactionen.

Triticum vulgare. Die Oberhaut lässt wiederum zwei Zonen erkennen, wovon die die Spaltöffnungen führende etwas breiter ist. Die letzteren sind in zwei Längsreihen innerhalb einer jeden solchen Zone angeordnet, von ovaler

---

[1]) Bezüglich der Anatomie der Gerste vergleiche man insbesondere: Lermer und Holzner, Beiträge zur Kenntniss der Gerste, herausgegeben von Holzner, München, 1888.

© Zool.-Bot. Ges. Österreich, Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Form, gross und dicht aufeinander folgend. Die Epidermiszellen sind in beiden Zonen dickwandig; in der Zone der Spaltöffnungen sind sie zudem bedeutend breiter, dagegen auch kürzer und besitzen Poren mit weiterem Lumen. Im Vergleiche zu der ähnlichen Oberhaut von *Hordeum hexastichum* ist diese Zone nicht so breit und führt nicht so viele Reihen von Spaltöffnungen (nur zwei). Die Zwergzellen sind ebenfalls deutlich porös. In der Spaltöffnungszone kommen viereckige Zwergzellen vor; an der Grenze der beiden Zonen sind eigenthümliche, siebförmig perforirte, ovale Zellen von der Grösse der Zwergzellen zu beobachten.

Das Stengellumen ist sehr weit. Die Gefässbündel der äusseren der beiden Reihen sind bedeutend kleiner. Das Festigungsgewebe ist, im Querschnitte betrachtet, nur ausserhalb der kleineren, äusseren Gefässbündel mächtiger entwickelt, sonst im hervorragenden Masse vom Assimilationsgewebe verdrängt. Die Gefässbündel werden durch Phloroglucin und Salzsäure dunkelviolett, namentlich bei reifen Halmen, der Festigungsmantel intensiv rothviolett gefärbt. Innerhalb vom Assimilationsgewebe ist der Festigungsmantel nur mehr sehr dünn. Das Phloem ist kräftig entwickelt, und zu beiden Seiten des schizogenen Hohlraumes befinden sich unverholzte Partien. Die kleineren, äusseren Gefässbündel sind ganz vom Sclerenchymmantel umgeben, die grösseren, inneren liegen ganz im Marke, welches aber, namentlich an der äusseren Seite der Bündel, kleinzelliger wird (im Querschnitte) und mehr oder weniger verholzt. Die Gefässbündelscheide zeigt die Holzreaction sehr deutlich. Im Querschnitte folgen die einzelnen Assimilationsgewebepartien in der Peripherie zahlreich aufeinander, entsprechend den zahlreichen, Spaltöffnungen führenden Zonen.

Das Mark ist schmal, regelmässig ausgebildet, mit deutlich dreieckigen Intercellularen.

Hierochloë australis. Die Oberhaut zeigt zwei Zonen, eine farblose und eine grüne. Die Epidermiszellen der ersteren sind schmäler, porös und schliessen sich entweder direct aneinander oder sind durch eine oder zwei Zwergzellen von ziemlicher Grösse getrennt. In der anderen Zone sind die Zellen breiter und die Poren von grösserem Lumen. Sie führt ebenfalls Zwergzellen, und zwar von sehr wechselnder Grösse. Die Spaltöffnungen sind meist mehr gegen die Grenzen der Zone hin gelagert, so dass die Mitte grösstentheils frei bleibt, und sie treten, wie überall, in Längsreihen auf. Sie kommen nur in mittelmässiger Häufigkeit vor. Die beiden Zonen sind von verschiedener, aber wechselnder Breite.

Die beiden Gefässbündelkreise fallen beinahe zusammen. Die Gefässbündel der äusseren Reihe sind im Umrisse rund, die der inneren sehr langgestreckt, gegen aussen breiter und gegen innen zu in eine Spitze auslaufend. Der Festigungsring ist an der äusseren Seite der Gefässbündel stark entwickelt. Der Stengel zeigt zwischen den Gefässbündeln Einbuchtungen oder Furchen, und ist an diesen Stellen der Sclerenchymmantel vom Assimilationsgewebe unterbrochen.

Phalaris minor. Die Oberhaut lässt keine Anordnung in zwei Zonen erkennen. Ihre Zellen gestalten sich in der Flächenansicht geradlinig, sind von verschiedener Länge, schliessen theils unmittelbar an einander, theils führen sie Zwergzellen ($l = 0{\cdot}0187\,mm$, $b = 0{\cdot}0094$—$0{\cdot}0156\,mm$), jedoch nur in einfacher

© Zool.-Bot. Ges. Österreich, Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Zahl, zwischen sich. Die Spaltöffnungen ($D = 0{\cdot}02188\,mm$, $d = 0{\cdot}0187\,mm$) sind klein, sehr spärlich vertheilt und stehen in Längsreihen weit von einander.

Der Querschnitt zeigt das gewöhnliche Bild mit den beiden Gefässbündelkreisen, dem Sclerenchymmantel und dem Assimilationsgewebe, ohne besondere Eigenthümlichkeiten aufzuweisen. Zu erwähnen wäre nur, dass sich der Festigungsmantel über den kleineren Gefässbündeln der äusseren Reihe in kantenartigen Vorsprüngen erhebt. Die Gefässbündelscheide ist einfach und deutlich verholzt. Die Dimensionen für die äusseren Gefässbündel sind: $d_t = 0{\cdot}053\,mm$, $d_r = 0{\cdot}031\,mm$, $D_1 = 0{\cdot}0078\,mm$; für die inneren: $D_t = 0{\cdot}1156\,mm$, $D_r = 0{\cdot}1187\,mm$, $D_2 = 0{\cdot}0218\,mm$.

Der zwischen den Gefässbündeln der inneren Reihe befindliche Antheil des Grundparenchyms zeigt sich verholzt, und nimmt diese Verholzung allmälig gegen die Peripherie der Stengelcavität ab. Sonst bietet das Grundgewebe nichts Bemerkenswerthes.

Wenn man nun die Einzelheiten der vorgeführten Untersuchungen überblickt und das Wichtigere zum Zwecke einer übersichtlicheren Darstellung zusammenfasst, so dürften folgende Ergebnisse von allgemeinerer Bedeutung sein.

Die Oberhaut des Gramineenstammes hat stets als gewöhnliche Epidermiszellen Elemente, die mehr oder minder, oft sehr bedeutend, in die Länge gestreckt sind, so dass die Längsdimension ihre Breite weitaus häufiger ganz ansehnlich übertrifft. So erreichen die kürzesten Oberhautzellen, wie ich solche bei *Saccharum officinarum* beobachten konnte, nur eine Länge von ca. $0{\cdot}054\,mm$; bei *Zea Mays* fand ich sie mit $0{\cdot}094\,mm$; bei *Hordeum hexastichum* steigt ihre Länge schon auf das Doppelte, indem dieselbe hier durchschnittlich $0{\cdot}188\,mm$ und mehr beträgt; schliesslich bei noch anderen Arten fand ich Längen mit $0{\cdot}25\,mm$, $0{\cdot}313\,mm$ und noch darüber. Stets finden sich zwischen diesen Zellen die sogenannten Zwergzellen vor, deren Längs- und Querdimensionen ihrer geringen Ausdehnung wegen nicht viel differiren können, und kann sowohl die Querdimension die Längsdimension, wie auch umgekehrt die letztere die erstere um ein Geringes übertreffen. Wie eben erwähnt, kommen diese Zwergzellen, wenigstens nach dem von mir untersuchten Materiale zu schliessen, wohl bei allen Gramineen vor, jedoch nicht in continuirlicher Abwechslung mit den gewöhnlichen Epidermiszellen, sondern es ist in der Häufigkeit ihres Auftretens zwischen obigen Elementen ein grosser Wechsel möglich.

Sehr charakteristisch für die Gramineen ist die bekannte Gestalt ihrer Spaltöffnungen. Die Nebenzellen machen oft, so z. B. bei *Hordeum hexastichum*, den Eindruck eines zweiten Paares von Schliesszellen. Der Umriss des gesammten Spaltöffnungsapparates hat in der Flächenansicht die Gestalt einer Ellipse. Stets wurde ihre Vertheilung in Längsreihen beobachtet, und in vielen Fällen war diese Vertheilung derart, dass die die Spaltöffnungen führenden Reihen Zonen bildeten, die mit solchen ohne Spaltöffnungen wechselten. Dieses Merkmal dürfte bei einer umfangreicheren Untersuchung für bestimmte Gruppen als Charakteristikon verwendbar sein.

© Zool.-Bot. Ges. Österreich, Austria; download unter www.biologiezentrum.at

In manchen Fällen konnten auch Haarbildungen beobachtet werden; besonders charakteristisch finden wir solche Gebilde bei *Panicum variegatum*, wo sie in zweierlei Grössen auftreten.

Gehen wir nun auf die unter der Oberhaut liegenden Gewebe über, so ist es zunächst der sogenannte Festigungsmantel, der in seiner so verschiedenen Ausbildung gewiss von grösserer systematischer Bedeutung ist. Man sieht denselben in sehr wechselnder Stärke und Form auftreten; er kann nur eine schmale Zone im Umkreise des Stengels bilden oder wie z. B. bei *Avena sterilis* eine grosse Mächtigkeit erlangen. Die Zellen dieses Gewebes können sowohl verholzt, wie unverholzt sein. Für die Festigkeit des Grasstengels ist dieses Gewebe von hoher Wichtigkeit, da bekanntlich dieselbe hierauf und nicht in dem Kieselsäuregehalt begründet ist. Es bildet ein ausgesprochenes Skeletschutzsystem nach der Terminologie von Haberlandt.[1]) Mannigfache Modificationen erlangt der Sclerenchymring durch seine Beziehungen zu dem Assimilationsgewebe und den Gefässbündelkreisen.

Das erwähnte Auftreten von assimilirenden Gewebepartien unter der Oberhaut, aber über dem mechanischen Zellenmateriale, bietet, wo es stattfindet, eine sehr auffallende Erscheinung.

Sehr wichtig ist die Gestalt, Anzahl und Art der Vertheilung der Gefässbündel. Der für die Gramineen giltige Gefässbündeltypus wiederholt sich wohl ziemlich gleichmässig und wenig verändert bei den einzelnen Arten, jedoch konnten auch mehrere sehr eigenartige Bildungen wahrgenommen werden, z. B. bei *Saccharum officinarum* oder *Oryza sativa*, auf die ich diesbezüglich hinweise. Stets wird das Gefässbündel von einer Scheide eingeschlossen, die oft verholzt ist und verschiedene Ausdehnung erlangen kann. Innerhalb derselben findet sich das Gefässbündel in folgender Ausführung vor. Nach aussen ist das Phloem gelagert, dann folgt eine mittlere Zone mit zwei grossen Gefässen an beiden Seiten und durch eine verholzte Partie mit einander verbunden, und unterhalb dieser, also gegen die Axe zu, findet sich ein drittes grösseres Gefäss oder an dessen Stelle ein schizogener Hohlraum, in dem man noch oft einzelne Ringe beobachten kann. In dieser dritten Partie treten bei manchen Arten unverholzte Elemente auf. Die Gefässe sind Ring-, Schrauben- oder Porengefässe, und treten bei letzteren die Poren oft als so dicht gehäufte und derart angeordnete Querspalten auf, dass das betreffende Gebilde unter dem Mikroskope je nach der verschiedenen Einstellung bald als Ring-, respective Schrauben-, bald als Porengefäss erscheint. Erst die Maceration gibt uns über seine wahre Natur als Porengefäss richtigen Aufschluss. Die Gefässbündel sind entweder über den ganzen Querschnitt zerstreut und dabei, wie allgemein bei den Monocotylen, in der Peripherie dichter als gegen die Axe zu, oder sie treten nur in wenigen, meist nur zwei unregelmässigen, peripherischen Kreisen auf, wobei das Grundgewebe entweder im ganzen Querschnitte erhalten sein kann *(Panicum variegatum)* oder im axialen Theile einer mehr oder minder grossen Cavität Platz gemacht hat *(Bambusa stricta, Triticum vulgare)*.

[1]) G. Haberlandt, Physiologische Pflanzenanatomie, 1884.

© Zool.-Bot. Ges. Österreich, Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Das Grundgewebe bietet, genau genommen, fast gar keine Anhaltspunkte und Unterscheidungsmerkmale dar. Es herrschen überall dieselben prismatischen oder bei gegenseitiger Abrundung cylinderförmigen Markzellen vor, welche mehr oder weniger stark porös sind und in der Umgebung der Gefässbündel in verschiedener Ausdehnung verholzt sein können. Die oben erwähnte, verschieden grosse Ausfüllung des Stengelquerschnitttes ist das einzige, was sich, nach den von mir untersuchten Arten, als brauchbares Merkmal beim Grundgewebe verwerthen lässt.

So gering auch meine hier gegebenen Mittheilungen[1]) sind, so hoffe ich doch, dass sie nicht ganz nutzlos seien. Um aber zu wirklich ausgiebigen und fruchtbaren Resultaten gelangen zu können, wäre es angezeigt, die Gräser nicht als Ganzes, sondern an reichem Artenmateriale die Gattungen und Tribus umso intensiver zu studiren, um auf Grund der dadurch gewonnenen Beobachtungen die systematische Stellung derselben zu sichern und zu festigen, respective erst neu aufzudecken.

---

[1]) Hierher gehörige Untersuchungen finden sich auch bei Duval-Jouve, Étude anatomique de quelques Graminées et en particulier des *Agropyrum* de l'Hérault, Paris, 1870.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Verhandlungen der Zoologisch-Botanischen Gesellschaft in Wien. Frueher: Verh.des Zoologisch-Botanischen Vereins in Wien. seit 2014 "Acta ZooBot Austria"

Jahr/Year: 1893

Band/Volume: 43

Autor(en)/Author(s): Hohenauer Friedrich

Artikel/Article: Vergleichend- anatomische Untersuchungen über den Bau des Stammes bei den Gramineen. 552-568