

# Morphologie und Anatomie von *Cynosurus cristatus* und die Erscheinungen der Viviparie bei ihm

VON HANS THOENES, München

Mit 28 Figuren auf zwei Tafeln

Abgeschlossen im April 1925

## Einleitung

*Cynosurus cristatus* gehört mit zu den Gräsern, welche die Wissenschaft verhältnismäßig wenig interessiert haben. In der landwirtschaftlichen Literatur finden sich zwar eine ganze Menge Angaben über dieses Gras, aber sie begnügen sich vornehmlich mit der Beschreibung einiger äußerer charakteristischer Kennzeichen. Es ist Zweck dieser Arbeiten, den Wert des Grases hauptsächlich in landwirtschaftlicher Beziehung, also für Wiesen- und Weidewirtschaft festzustellen. Einen beträchtlichen Raum nimmt ferner die Beschreibung der Scheinfrucht nach ihrem Äußeren ein, um den Landwirt bei Einkauf vor minderwertigem und verfälschtem Saatgut zu schützen.

In der recht umfangreichen Literatur der Botaniker über Gramineen ist nur sehr wenig über *Cynosurus cristatus* zu finden. GROB untersuchte z. B. 200 Gramineen auf die Epidermiselemente der Blattspreite, DUVAL-JOUVE untersuchte in seiner Histotaxie ca. 30 Arten im Blattquerschnitt, mehrere Autoren beschäftigte die Entwicklungsgeschichte der Infloreszenz, aber überall fehlt *C. cristatus*. Das ist eigentlich verwunderlich, da die Art sehr verbreitet ist und durch das merkwürdige Vorkommen von sterilen Ährchen, die bei dieser Gattung und *Lamarckia* einzig in der Gruppe der Gramineen vorkommen und mit denen sich bislang noch niemand beschäftigt hatte, hinreichend Anreiz zum Studium bietet.

Gern folgte ich daher der Anregung von Herrn Prof. Dr. KIESSLING, mich mit dieser Gattung eingehender zu beschäftigen. Zunächst war geplant, auch *Cynosurus echinatus* in den Rahmen der Untersuchung mit einzubeziehen. Aus Mangel an Zeit unterblieb es jedoch, zumal ich meine Arbeiten gerade während der Sommermonate (Juni bis August) infolge einer schweren Operation auf ein Vierteljahr unterbrechen mußte. So wurde *C. echinatus* nur auf das Verhalten seiner sterilen Ährchen hin beobachtet.

Die mikroskopischen Untersuchungen, sowie die Versuche mit sterilen Ährchen wurden im pflanzenphysiologischen Institut der Universität in Nymphenburg gemacht. Die übrigen Arbeiten fanden im Institut für Acker- und Pflanzenbau an der Technischen Hochschule und auf ihrem Versuchsfelde in Obermenzing statt.

Die mikroskopischen Zeichnungen wurden sämtlich mit Hilfe des Zeichenapparates von WINKEL, Göttingen, angefertigt.

Es ist mir eine angenehme Pflicht, Herrn Geheimrat v. GOEBEL und insbesondere in seiner Vertretung Herrn Prof. Dr. SIERP für ihr reges Interesse und die liebenswürdige Unterstützung bei meiner Arbeit im Nymphenburger Institut auch an dieser Stelle meinen besten Dank auszusprechen. Ferner fühle ich mich Herrn Prof. Dr. Ross vom Staatsherbar und Herrn Konservator Dr. KREUTZ vom Institut für Acker- und Pflanzenbau der Technischen Hochschule zu Dank verpflichtet.

### **Das Untersuchungsmaterial**

Das verwandte Untersuchungsmaterial war sehr verschiedener Herkunft.

1. Aus Samen von elf verschiedenen Herkünften, die mir liebenswürdigerweise meist von Herrn Regierungsrat RIEDEL von der Landesanstalt für Pflanzenbau und Pflanzenschutz zur Verfügung gestellt wurden, wurden auf dem Versuchsfeld in Obermenzing Pflanzen herangezogen. Die Samen wurden in viereckigen 4 cm hohen Glasschalen, die mit feinem Quarzsand gefüllt waren, am 16. Mai eingekeimt. Die Samen wurden dazu mit der Pinzette ausgelesen, um ein Aufkommen anderer Gräser zu verhindern. Um einer unbewußten Selektion vorzubeugen, wurde darauf geachtet, daß verschiedene Formen, Farben usw. herausgesucht wurden. Vom 3. Juni ab wurden laufend die gekeimten Samen vorsichtig herausgehoben. Sie wurden zu je acht Stück in Papptöpfe, die mit steriler Erde gefüllt waren, übertragen.

Erst am 24. Juli (durch Krankheit verzögert) wurden die Sämlinge ins Freiland versetzt. Die Mehrzahl hatte sich kräftig entwickelt. Sie wurden auf einen Abstand von  $25 \times 25$  cm im Verband ausgepflanzt. Zur mikroskopischen Untersuchung wurde vornehmlich Sch. 88 herangezogen, da davon am meisten Pflanzen zur Verfügung standen.

Die Entwicklung der verschiedenen Herkünfte zeigte wenig Unterschiede. Innerhalb der einzelnen Herkünfte waren die

Schwankungen größer. In Nr. 1 stellte ich am 4. September an 12 Pflanzen die Zahl der Seitentriebe fest. Sie schwankte zwischen 5 und 20.

Die Witterung war in dem feuchten Sommer den Kulturen durchaus günstig. Mitte September besaß die erste Pflanze (aus Nr. 2) einen Halm von 50 cm Länge. Das oberste Viertel der Infloreszenz war weiß und verkümmert. Der Halm wurde entfernt und zu Versuchen verwandt. Am 4. November zeigte eine weitere Pflanze (aus Nr. 1) eine langgestreckte Infloreszenz. Sie wurde nach Eintritt des Winterwetters entfernt. Sie kam nicht mehr zur Blüte. Weitere Infloreszenzen kamen aus den umhüllenden Scheiden nicht mehr heraus.

2. wurden Horste auf Wiesen- und Straßenrändern der Umgebung gesammelt und auf dem Versuchsfelde angepflanzt oder sofort in einzelnen Teilen verarbeitet.

3. lieferten die Rasenplätze und der Gräsergarten des Botanischen Gartens Material.

4. drei Horste aus der Oberlausitz.

5. Halme aus der Oberlausitz, aus den Fichtenwäldungen um das Jagdschloß Moritzburg bei Dresden, aus der Saatzuchtanstalt Weißenstephan, von der Rietzalpe bei Kufstein, und vom Wege des Versuchsfeldes.

### Der Name

*Cynosurus cristatus* wurde früher auch als *Phleum cristatum* Scop. bezeichnet. Im Deutschen besitzt es mehrere Namen: Gemeines Kammgras, meist schlechthin bloß „Kammgras“, in Oldenburg „Wierengras“ (wier = niederdeutsch Draht), in Darmstadt „Goldspitze“ (nach der Farbe der Spelzen), in Hamburg „Kammsaat“, in Bern „Herdgras“ (Wachstum auf „herdigen“ = fettigen Wiesen). Neben diesen Namen gibt HEGI noch folgende „mehr Büchernamen“ an: Steifes oder gefiedertes Kammgras, buschiger Hundeschwanz, Wiesenkammgras.

Franz.: Crételle des prés. Engl.: Dog's tailgrass, crestad Dog's tail, Goldgras, Ital.: Gramigna canaiuolo (oder auch als Cinosuru canajuolo [Ambrosi, 2] bezeichnet). Tschechisch: Chanka. Niederl.: Kamgras. Dänisch: Kamgraes. Polnisch: Grzebienica. Böhmisch: Pohanka. Ungar.: Ebfork, Cincor. Schwedisch: Kamb-exing (SCHREBER, 62).

Die Namen entstammen vornehmlich den Floren von ASCHERSON und GRAEBNER (4), und HEGI (29).

Bezogen von	Herkunftsbezeichnung	Reinheit	Keimfähigkeit	Bemerkungen
Bayer. Warenvermittlung, München	?	96,4	55	Die Keimfähigkeit wurde nach 16 Tg. bestimmt
?	Schottisches Kammgras	93,6	82	
Futterbaustelle v. Andreae, Nürnberg	Irishes Kammgras	97,3	78	
Futterbaustelle von Schott, Aschaffenburg	Englisches Kammgras	—	—	
Futterbaustelle von Wissinger, Berlin	Englisches Kammgras	98	80	
?	Irishes Kammgras	97	79	
Süddeutsche Futtersaatbau-gesellschaft, München	Deutsches Kammgras (Weideerdrusch)	—	—	
Saatzuchtanstalt Weihenstephan		93,5	—	
Schmitz W 6	?	98,5	—	
Schmitz M 6	?	97,9	—	
Schmitz Sch 88	?	—	—	

### Systematische Stellung

Die Gattung *Cynosurus* gehört zu den *Festuceae*. Früher betrachtete man die mit *Cynosurus* nahe verwandte Gattung *Lamarckia* als eine Art von *Cynosurus*. Heute betrachtet man sie als zwei Gattungen. ASCHERSON und GRAEBNER (4) fassen beide als 7. Subtribus der *Festuceae* unter der Bezeichnung *Cynosurinae* zusammen.

HACKEL (26) stellt *Cynosurus* unter den *Festuceae* zwischen *Dactylis* und *Lamarckia*.

BENTHAM (7) bildet eine 4. Subtribus der *Festuceae*, die *Sesleriae*; *Lamarckia* und *Cynosurus* bilden den Schluß dieser Gruppe.

KUNTH (49) faßt *Cynosurus* ebenso wie HACKEL nicht mit anderen Gattungen zu einer Subtribus zusammen. Er stellt ihn zwischen *Lasiachloa* und *Lamarckia*.

### Verbreitung, Vorkommen und Wert

*C. cristatus* ist, den höheren Norden (nördlichstes Rußland und Skandinavien) ausgenommen, durch ganz Europa verbreitet. Es

kommt ebenfalls in Westasien (Kaukasus und dem nördlichen Kleinasien) vor, fehlt aber teilweise im Steppengebiet. In Amerika kommt es nicht vor.

Die klimatischen und Bodenansprüche werden verschieden angegeben. Allgemein wird seine Widerstandsfähigkeit gegen Dürre hervorgehoben. Am besten scheint mir STRECKER (73) die Sachlage zu treffen, der deshalb citiert sei: „Es widersteht zwar der Trockenheit, gedeiht aber am besten im feuchten Klima und auf feuchtem Boden, in Küstengegenden und auf humusreichen Lehmböden. Auch auf zähem Tonboden wächst es gut, dagegen sagen ihm trockene kalkige oder ausgesprochen nasse Böden und lose Sandböden nicht zu. Die Bewässerung erträgt es sehr gut.“ Hiermit stimmen auch meine Beobachtungen gut überein.

Nirgends aber bildet *Cynosurus cristatus* wohl solche reinen Bestände wie *Lolium perenne* in den Nordseemarschen (bis 95%)<sup>1)</sup>. In den Voralpen bildet es einen wesentlichen Bestandteil der Weiden. „Die unteren Weiden der Voralpen (zum Teil auch der Buchenregion) können als eigentliche Kammgrasweiden bezeichnet werden. Hier bildet das Kammgras vielfach den Hauptbestandteil des Rasens.“ In den von STEBLER und SCHRÖTER (nach SCHINDLER, 87) in 79 Fällen gemachten botanischen Bestandsaufnahmen von Matten und Weiden der Schweiz ist *Cynosurus cristatus* viermal mit mehr als fünf Gewichtsprozenten vertreten. (8, 15, 24 und 58 Gewichtsprozenten). Vereinzelt steigt es sogar bis 2000 m Höhe in den Alpen empor (Wallis). Ich selbst konnte es in 1160 m Höhe (Rietzalpe) und in 1500 m Höhe (Wallberg) beobachten. KLAPP (41) fand es in 56% der von ihm untersuchten oberbayerischen Wiesenbestände vor, wobei es allerdings an Gewicht einen niederen Prozentsatz einnahm (Durchschnitt von 10 Proben 1,33%), da die Massenentwicklung nur gering ist. In den berühmtesten Weiden, die SINCLAIR (68) untersuchte, machte es einen bedeutenden Teil des Ertrages (?) aus. Auch nach HOLLMANN und SKALWEIT (36) ist es in England auf den Dauerweiden durchweg sehr verbreitet. ARMSTRONG (3) fand es auf „hochwertigen alten Weiden“ Englands zu 3 bis 13% des Bestandes, auf „hochwertigen neueren“ zu 3 bis 14%, auf „guten alten Weiden“ 5 bis 15%, auf minderwertigen alten Weiden“ zu 7 bis 18%, und auf Wiesen, die abwechselnd bemäht und beweidet wurden, zu 2 bis 13%.

<sup>1)</sup> EMMERLING und WEBER, Beiträge zur Kenntnis der Dauerweiden in den Marschen Norddeutschlands. Arb. d. D. L. G. Heft 61.

Über den Wert gehen die Meinungen weit auseinander.

SCHREBER (62) empfiehlt es für Hammelweiden; es soll gut mästen und dem Fleisch einen angenehmen Geschmack verleihen. Auf Wiesen will er es nicht angesät haben. — SINCLAIR (68) kann sich eine gute Narbe ohne *Cynosurus cristatus* nicht vorstellen. — STEBLER (70) rühmt es als „eines der vorzüglichsten Futtergräser“, nicht wegen der Ertragshöhe, sondern seines hohen Nährwertes wegen. — Nach JAMIESON (38) charakterisiert *Cynosurus cristatus* mit *Festuca ovina* und *Trifolium repens* „meist die erschöpften Felder oder dauernden Weiden“. — DÜNKELBERG (10) schließt daraus, daß es auf den norddeutschen Marschweiden in Blüte vorkommt und dann vom Vieh nicht gern gefressen wird, daß „sein Futterwert nach Menge und Güte daher vielfach überschätzt werde“. — FALKE (15) bezeichnet es als „besseres“ Weidegras. — STRECKER (72, 73) hebt es namentlich für Rieselwiesen hervor und als gutes Untergras. H. SCHINDLER rechnet es zu unseren „hochwertigen“ Gräsern (87).

Heute mehren sich die Stimmen, die der Ansicht DÜNKELBERGS beistimmen. Ob das ganz berechtigt ist, lasse ich dahingestellt. Dazu sind meine Erfahrungen noch zu gering. Daß es vielfach in Halmen auf der Weide vorkommt, ist mir mehr ein Zeichen dafür, daß die Weide nicht richtig besetzt ist, als für die Minderwertigkeit des Grases (70).

Der Nährwert geht aus folgenden Analysen hervor:

	Organ. Subst.	N-halt. Stoffe	Fett	Holz- faser	N-fr. Extr.-St.
Wax (70) . . . . .	80,4	9,5	3,1	22,6	45,2
Ritthausen und Scheven (70)	78,8	6,6	2,2	36,7	33,3
Arendt (70) . . . . .	78,9	14,3	3,5	—	—
Dietrich und König (89) . .	—	9,21	3,05	34,53	45,82

Der geringe Gehalt an N-haltigen Stoffen in der zweiten Reihe soll daher rühren, daß die Pflanzen aus sehr feuchtem Boden stammten. Der höhere Gehalt an Holzfaser läßt darauf schließen, daß es schon sehr weit in der Entwicklung vorgeschritten („überständig“ im landwirtschaftlichen Sinne) war.

#### Lebensdauer

*Cynosurus cristatus* ist ausdauernd im Gegensatz zum einjährigen *C. echinatus*.

## Die äußere Gestalt

### Die Wurzel

Die Keimwurzeln erreichen eine beträchtliche Länge. SINZ (69) gibt sie mit 12,21 cm an. Ihre Dicke ist etwa 0,3 mm, die ihrer ersten Verzweigungen 0,2 mm. Es sind durchschnittlich fünf vorhanden. Der Durchmesser der Adventivwurzeln erster Ordnung beträgt bis 0,6 mm, zweiter Ordnung etwa 0,3 mm. Die starken Wurzeln erster Ordnung sind im Querschnitt oval. Die einzelnen Fasern sind fein, glänzend, weiß, weichlich im Griff und von zarter seidiger Textur (JAMIESON, 38).

Die Angaben über den Wurzeltiefgang sind meist sehr allgemein gehalten. Sie schwanken zwischen tiefgehend (50, 70, 74, 78) — damit wird die Widerstandsfähigkeit gegen Trockenheit erklärt — und schwach (62). Genauere Studien liegen von JAMIESON (38) vor. Er zog die zu prüfenden sieben Gräser in eingegrabenen irdenen Röhren von 30 Zoll Tiefe aus Samen. Mit 22,5 cm steht *Cynosurus cristatus* an letzter Stelle. *Festuca ovina* ist ihm mit 25 cm noch überlegen. Es ist zu beachten, daß es sich hier nur um das erste Vegetationsjahr handelt.

SINZ (69) teilt Wurzellängen einen Monat alter Pflanzen mit. Greift man nur die von JAMIESON untersuchten sieben Gräser heraus, so steht *Cynosurus cristatus* an sechster Stelle, *Festuca ovina* an letzter. Ende des ersten Vegetationsjahres nach dreimaligem Schnitt waren die Wurzellängen folgende (Mitte Juni bis Mitte November): Gesamtlänge 18,7 cm, Hauptmasse 13,8 cm; *C. cristatus* steht an letzter Stelle.

Weitere Untersuchungen stammen von C. KRAUS (47). Die Pflanzen wurden in Blechgefäßen gezogen. Sie standen sehr dünn und wurden nicht geschnitten. Nach drei Monaten waren die Wurzeln in geringer Zahl bis 27 cm, in großer Zahl bis 18 cm lang. Von den vier untersuchten Gräsern steht *C. cristatus* an letzter Stelle.

Der Wurzeltiefgang im ersten Vegetationsjahr ist somit als schwach zu bezeichnen.

Bei JAMIESON (38) finden sich ferner Angaben über Wurzelgewichte. *Cynosurus cristatus* steht mit 5,8 g an letzter Stelle. Unter den von SINZ mitgeteilten Wurzelgewichten von zwei Monate alten Pflanzen steht *Cynosurus cristatus* an achter Stelle unter elf bzw. zwölf Gräsern. Schließlich liegen noch Untersuchungen von C. KRAUS (47) vor, die sich auf das erste und zweite Vegetationsjahr

erstrecken. Es wurden neun Gräser in großen Töpfen geprüft und in beiden Jahren nicht geschnitten. Am Ende des ersten Jahres steht *Cynosurus cristatus* mit 4,9 g an letzter, am Ende des zweiten Jahres mit 17,3 g an vorletzter Stelle und fast gleich mit *Phleum pratense* (17,4 g).

In sämtlichen Versuchen waren die Wurzelgewichte gering. Ist auch an der Versuchsanstellung manches auszusetzen, weil sie sich allzu weit von den natürlichen Verhältnissen entfernt, so geht doch aus den Untersuchungen hervor, daß die Bewurzelung von *Cynosurus cristatus* schwach ist.

#### Die Coleoptile

Die Coleoptile wird 0,3 bis 1,0 cm lang. Die Farbe wechselt je nach Beleuchtung und Alter von fast farblos hellgrün bis dunkelrotbraun, manchmal mit einem Schimmer ins Violette. Sie erscheint im Querschnitt rund und nimmt nach der Spitze zu im Durchmesser ab, ist also kegelförmig mit stumpfer Spitze. Der Durchmesser beträgt an der Basis bis 1,3 mm.

#### Das Blatt

Das Blatt besteht aus zwei Teilen: der Scheide und der Spreite. Die Scheide selbst zerfällt in die eigentliche Scheide, das Scheidegelenk und, wenn man so will, noch die Ligula. *Cynosurus cristatus* gehört nach den Untersuchungen DUPONTS (11) zu der kleineren Gruppe von Gräsern, deren Scheide an der Basis röhrenförmig, aber noch unterhalb ihrer Mitte bis oben hin offen ist. An den Wurzelblättern wird die Scheide allerdings bald durch die Entwicklung von Seitensprossen in ihren Achseln bis zum Grunde gesprengt. Die Scheide, die den Halm umschließt, ist wie dieser stielrund; an den Wurzelblättern ist sie seitlich zusammengedrückt und an der abaxialen Seite mit einer mehr oder weniger ausgeprägten Mittelrippe versehen, die das größte Leitbündel führt und in die Mittelrippe der Spreite übergeht. Die Dicke der Scheidenwand nimmt nach der adaxialen Seite hin ab. Hier reißt die Scheide auf. — Die Farbe ist hell- bis weißlich-grün.

Da die Internodien der sterilen Triebe unentwickelt sind und die Scheiden ungefähr gleich lang sind, überragt das folgende Blatt auf der gleichen Seite der Axe das vorhergehende nur unbedeutend, so daß die einzelnen Sprosse richtige Büschel bilden. Die Länge der Scheiden beträgt ungefähr 1 cm.

Den untersten Teil der Scheide bildet an den Haldblättern das Scheidengelenk. Es stellt ein 1—3 mm hohes muffartiges Lager um den zarten meristematischen Teil des Internodiums dar. Es ist vollständig geschlossen. In frischem Zustand ist es hellgrün gefärbt, straff und glänzend, nach der Reife dunkelbraun, geschrumpft und deutlich gerippt.

Zur Scheide hinzurechnen kann man die Ligula, die RAUNKIAER als obersten Teil der Scheide auffaßt. Andere betrachten sie aber als achselblattständiges Nebenblatt. Die Ligula ist bei *Cynosurus cristatus* schwach entwickelt (s. Tafel 3, XIX b), sie ist kurz abgestutzt und besitzt einen zart gezackten Rand, der mit wenigen, mikroskopisch kleinen Härchen besetzt ist. Am längsten wird sie an den Haldblättern (bis 2 mm); an den Wurzelblättern wird sie selten länger als 0,5 mm. Die Farbe ist grünlich. Sie besitzt kein Leitbündel.

Die Blattspreite besteht aus der eigentlichen Blattspreite und dem Blattspreitengrund. Der Blattspreitengrund bildet eine hellgrüne Partie an der Basis der Spreite. Er greift um die Ligula distal herum und bildet zwei Dreiecke, die etwa in der Spreitenmitte miteinander verschmelzen. Hier ist er nur 1 mm lang. Er geht in die Scheide über, ohne Öhrchen zu bilden.

Die eigentliche Spreite ist pfriemenförmig, an der Basis breit und läuft von hier, gleichmäßig schmaler werdend, in eine Spitze aus, die am jungen Blatt deutlich kapuzenförmig, am ausgewachsenen Blatt seitlich eingerollt ist. LANGETHAL (50) beschreibt die Blätter merkwürdigerweise als „gleich breit und laufen in eine Spitze aus“. Solche Blätter sind mir an älteren Pflanzen nie begegnet. Diese lineale Form findet sich nur bei den allerersten Laubblättern.

Die Spreite ist asymmetrisch gebaut, wie allgemein bei Gräsern mit gerollter Knospenlage. Sie ist flach ausgebreitet. „Borstenartig“ zusammengefaltete Blätter (29) sind eine pathologische Erscheinung, die mir sehr selten begegnet ist. An solchen Blättern war die Epidermis der Oberseite weitgehend zerstört.

Die Länge der Spreite ist je nach den örtlichen Verhältnissen sehr variabel. Auf dem Versuchsfeld der technischen Hochschule war dieselbe bei den Sämlingen durchschnittlich 7—12 cm, höchstens 19 cm. An Pflanzen im Gewächshaus, die in besonders feuchter Luft zu Versuchen kultiviert wurden, stieg die Blattlänge bis auf 50 cm. Ähnliche Variationen treten aber auch im Freiland unter

natürlichen Verhältnissen auf. So fand ich im Staatsherbar eine Pflanze aus Nordtirol mit 40 cm langen Wurzelblättern. Das Gegenstück bildete ein Pflänzchen, das ich aus Samen unter günstigen Gewächshausbedingungen zog und das Spreiten von höchstens 5,5 cm entwickelte. Die Breite schwankt zwischen 3 und 7 mm, wobei die breiteren Spreiten am Halm und an der Halmbasis vorkommen.

Unterseits ist die Spreite glatt und glänzend und der Mittelnerv hebt sich ein wenig durch einen Kiel ab. Die Oberfläche besteht aus nebeneinander liegenden Rippen oder Prismen, deren obere Kanten abgerundet sind und ist deutlich gerieft. Zwischen ihnen liegt eine breite ziemlich flache Rinne. Die Rippen führen je ein Leitbündel. Ihre Zahl in der Spreite ist 9—11.

#### Das Vorblatt

Jedes Blatt trägt in seiner Achsel eine Knospe, aus der sich ein Seitensproß entwickeln kann. Die intravaginalen Seitensprosse sind von einem scheidenförmigen Vorblatt umschlossen. Statt Vorblatt wird auch der Ausdruck Coleoptile gebraucht, doch scheint mir das eine nicht ganz zulässige Erweiterung des Begriffes zu sein (HESSING, 31, „coleoptile der zijscheuten“). Hier soll der auch von HACKEL (26, 27) und GOEBEL (21) verwandte Ausdruck „Vorblatt“ gebraucht werden.

Das Vorblatt wird bis 2 cm groß und ist zweikielig. Es steht stets adossiert. Der adaxiale Teil ist der Axe eng angelegt und daher konkav. Er ist sehr dünn und leitbündelfrei. RÜTER (59) untersuchte u. a. auch *Cynosurus cristatus*. Auf jüngsten Stadien war der „Vorblattrand ein wenig eingebuchtet, später werden die Seiten stärker gefördert, besonders eine derselben“. Sie betont die starke Asymmetrie des Vorblattes. Häufig soll eine „tiefe Spaltung an der ursprünglich einheitlichen Vorblattspitze“ auftreten. Sie erklärt das damit, „daß nur das Gefäßbündel des stärker entwickelten Flügels bis zur Spitze verläuft, der schwächere aber eine Strecke weit unterhalb derselben aufhört.“ An acht daraufhin geprüften Vorblättern ist mir eine solche Spaltung nicht begegnet.

Am jungen Vorblatt macht sich das einseitig stärkere Wachstum und die damit verbundene Asymmetrie sehr stark dadurch geltend, daß das Vorblatt sichelförmig seitwärts gekrümmt ist und mehr oder weniger schief steht. So ist es wohl zu erklären, daß RÜTER (59) zu der Feststellung kam, daß zwei aufeinanderfolgende Knospen stark konvergieren, was ich nicht bestätigen kann. Ver-

mutlich kam sie zu diesem Schluß durch Mikrotomschnitte. Da auf einer Seite der Pflanze die Asymmetrie gleichsinnig ist, d. h. auf der einen Seite alle rechten, auf der anderen Seite alle linken Blatthälften stärker entwickelt sind, so wird sich vermutlich auch das Vorblatt diesem Gesetz einfügen. Auf der einen Seite wird daher die stärkere rechte Vorblatthälfte das Blatt nach links drehen, auf der anderen Seite entgegengesetzt. So konvergieren die Vorblattspitzen, was in Schnitten den falschen Eindruck erweckt, als ob die Knospen konvergieren. Diese stehen jedoch in regelrechter  $\frac{1}{2}$ -Stellung, ebenso wie die Basis des zugehörigen Vorblattes. — Das Vorblatt wird auf der abaxialen Seite vom jungen Sproß durchbrochen, während er noch von der Scheide des Blattes, in dessen Achsel er steht, umschlossen wird. Das Vorblatt wächst nachher noch weiter und wird meist noch ein wenig länger als die Scheide des Deckblattes. Die höher am Wurzelstock sitzenden Knospen durchbrechen die Scheide nicht, während es die tiefersitzenden tun (40).

#### Die Bestockung

Die Seitensprosse erscheinen ziemlich regelmäßig in akropetaler Reihenfolge. Beobachtungen in dieser Richtung wurden an Sämlingen im Gewächshaus in der Zeit vom 3. Februar bis 5. März angestellt. Die folgende Bezeichnungsweise ist ähnlich wie bei SCHOUTÉ (61), doch vereinfacht. Der Haupthalm trägt die Bezeichnung H. Die Seitensprosse erster Ordnung tragen die Nummern des Laubblattes, in dessen Achsel sie stehen. Der Seitenhalm in der Achsel der Coleoptile trägt Nr. 0. Die Seitensprosse höherer Ordnung tragen die Nummer der Mutteraxe und gleich dahinter die Nummer des Achselblattes. Das Vorblatt trägt dabei Nr. 0. Durch dieses Verfahren erhält man niedrigere Zahlen, die noch den Vorteil haben, daß Sproß- und Laubblattnummern übereinstimmen.

Von 22 Pflänzchen trat weder in der Achsel des ersten Laubblattes noch der Coleoptile jemals ein Seitensproß auf. Bei den Pflanzen, die sich zuerst bestockten, war der erste Achselsproß Nr. 2, bei den späteren Nr. 3 und bei den letzten Nr. 4. Bis zum 3. II. hatten acht Pflänzchen zuerst Nr. 2 entwickelt, zwei begannen mit Nr. 3; am 9. II. zeigten weitere zehn Pflänzchen zuerst Nr. 3; am 16. schließlich entwickelten die letzten zwei Pflänzchen zuerst Nr. 4. Von den 22 Pflanzen traten 19mal die Seitensprosse erster Ordnung in akropetaler Reihenfolge auf. Dreimal schob sich nach dem zuerst entwickelten Sproß unmittelbar

oder später noch die vorhergehende Nummer dazwischen. Diese später entwickelten Nummern waren recht schwach.

Entsprechend geht die Entwicklung in den Seitensprossen niederer Ordnung vor sich. In der Regel bildet der erste Seitensproß erster Ordnung auch die ersten Seitensprosse zweiter Ordnung, und auch hier wieder werden sie in der Achsel von Blatt 1, 2 usw. in akropetaler Reihenfolge gebildet. In der Achsel der Coleoptile fand ich nie einen Seitensproß. Häufiger dagegen trat in der Achsel des Vorblattes ein Seitensproß auf (achtmal bis zum 5. III.). Er steht hier aber niemals in der Mitte zwischen den beiden Kielen, sondern vor einem derselben. Steht der Achselsproß des Vorblattes links, so steht das erste Laubblatt rechts. Die weiteren Laubblätter alternieren dann regelmäßig. Je nachdem nun das erste Laubblatt rechts oder links inseriert, unterscheidet SCHOUTE (61) zwischen r- und l-Halmen oder besser Sprossen. Darauf ist gleich bei Besprechung der Knospenlage noch einmal zurückzukommen.

#### Die Knospenlage (s. Tafel 4, II)

Die Knospenlage wird von STRECKER (73), LUND (73) (siehe Abbildung bei STRECKER) und anderen (84) als gefaltet bezeichnet. Das ist insofern nicht ganz richtig, als es sich wie bei *Lolium perenne* um eine „scheinbar gefaltete“ Blattlage handelt. Sieht man genauer zu, so gewahrt man, daß die eine Blatthälfte breiter als die andere ist. STEBLER und SCHRÖTER (70) geben richtig an, daß *Cynosurus cristatus* „in der Knospenlage anfangs gefaltete, später mit den Rändern übereinandergreifende, also gerollte Spreiten“ besitzt. Ob dabei der breitere Flügel den schmäleren übergreift, wie die bisherige Anschauung war, oder ob der übergreifende Teil der geförderte ist, wie SEYBOLD (85) auf Grund von vielen eigenen Untersuchungen angibt, läßt sich bei *Cynosurus cristatus* nicht ohne weiteres entscheiden. Einesteils ist nämlich die Asymmetrie zumeist sehr gering, andernteils kann aber auch kaum von einem eigentlichen Übergriffenwerden gesprochen werden. Ein anderer Weg kann aber auch hier zum Ziele führen. SCHOUTE (61) gibt an, daß bei einem Blatt, das einen r-Sproß in seiner Achsel trägt, der rechte Rand übergriffen wird, bei einem l-Sproß umgekehrt. So kann man auch hier wie überhaupt bei Gräsern mit scheinbar gefalteter Blattlage feststellen, welche Seite theoretisch übergriffen wird. Tatsächlich konnte ich nun auch hier beobachten, daß der theoretisch übergriffene Teil der breitere ist. Um das zu

beurteilen, dürfen aber nur typisch asymmetrische Blätter zur Betrachtung herangezogen werden. STEBLER (70) gibt übrigens eine richtige Abbildung von der Blattlage, in der die breitere Hälfte übergriffen wird. Der Irrtum rührt wohl von DUVAL-JOUVE (12) her, der in seiner Histotaxie schreibt: „Le coté, sur lequel s'opère l'enroulement est le plus étroit.“

In der Coleoptile sind die Blätter so geordnet, daß eine Linie durch die beiderseitigen Bastbelege der Mittelrippe senkrecht zur Verbindungslinie der Leitbündel der Coleoptile untereinander verläuft. Senkrecht zu dieser Mediane verläuft dieselbe in den Seitensprossen des Hauptsprosses. Die Mediane jedes Nebensprosses ist um 90 Grad gegen die seines Muttersprosses gedreht. Oder anders ausgedrückt: die Mediane eines Seitensprosses verläuft parallel zur Verbindungslinie der Leitbündel im Kiel des Vorblattes und zu der der Coleoptile.

#### Der Halm

Der Halm besteht aus meist fünf Internodien, die von oben nach unten regelmäßig an Länge abnehmen (s. Tabelle). Ausnahmslos gilt das für die obersten zwei Internodien. In den tieferen Internodien treten Unregelmäßigkeiten auf, indem beispielsweise das vierte Internodium länger ist als das dritte von oben. An den 48 Halmen des Weges vom Versuchsfeld trat diese Unregelmäßigkeit neunmal auf. Ein Teil des Internodiums ist von der Blattscheide umhüllt, und zwar von oben nach unten zunehmend ein immer größerer Teil.

Der Halm ist in der Mitte des zweiten Internodiums ungefähr 1—1,5 mm dick. An einem einzelstehenden Horst fand ich einmal eine Dicke von 3 mm. Die Länge des ganzen Halmes zeigt beträchtliche Schwankungen, ebenso wie die der einzelnen Internodien. Die untersten sind häufig gebogen.

In der Übersicht ist im Gegensatz zur sonst üblichen Ausdrucksweise als erstes Internodium das oberste, die Infloreszenz tragende Internodium bezeichnet. Theoretisch ist es zweifellos richtig, die Internodien von unten her zu zählen, da sie in dieser Reihenfolge entstehen. Aus rein praktischen Gesichtspunkten heraus ist hier von dieser Ausdrucksweise abgewichen worden. Einmal ist es das vierte, ein andermal das fünfte oder sechste Internodium, das die Infloreszenz trägt. Bei der neuen Bezeichnung trägt das erste Internodium die Infloreszenz; es ist das längste des Halmes, dadurch wird eine klarere Vorstellung ermöglicht.

	Halmlänge cm (Durchschn.)	Zahl der Messungen	Max. cm	Min. cm
Weg des Versuchsfeldes . . .	29,4	48	39,2	15,0
Moritzburg . . . . .	37,2	127	64,0	16,5
Rietzalpe . . . . .	35,5	31	49,0	22,0

*Länge der Internodien in cm*

	1	2	3	4	5
Moritzburg Durchschn. . . .	19,38	10,2	4,2	2,4	1,0
„ Max. . . . .	30,8	16,6	10,2	5,8	3,0
„ Min. . . . .	8,2	4,5	1,1	0,7	0,0
Rietzalpe Durchschn. . . . .	20,5	8,1	4,4	1,9	0,8
Die Länge der Blattscheiden betrug durchschnittlich . .	8,1	5,1	3,1		
In Bruchteilen des Inter- nodiums . . . . .	$\frac{2}{5}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{3}{4}$		

Der Halm ist stielrund und hohl mit Ausnahme des Teiles, der vom Scheidengelenk umschlossen ist. Hier ist er durch das Diaphragma geschlossen. Daran schließt sich unmittelbar die meristematische Zone, aus der sich die Halmblätter entwickeln. Nicht hohl sind häufig auch die untersten Internodien. Ein Stengelgelenk fehlt ganz. Gelegentlich kommen aus den untersten Halmknoten, die mit dem Boden in Berührung kommen, Wurzeln hervor.

Der Halm ist nur an der Basis und an der Spitze verzweigt. Nur einmal ist mir ein Halm begegnet, der auch in seinem mittleren Teile verzweigt war. In den Achseln des ersten und zweiten Halmblattes von oben stand je ein Seitenhalm. Der untere war zweigliedrig, das unterste Internodium 1 cm, das zweite 22 cm lang. Der ganze Seitenhalm war so lang, daß er mit seiner Infloreszenz die Infloreszenz der Mutterachse erreichte. Der obere Seitenhalm war eingliedrig. Haupt- und Nebenhalm waren gemeinsam von der Scheide des Deckblattes umschlossen. Das dritte Internodium (die unteren fehlten vollständig) war nur zum Teil erhalten. Es war oval. HESSING (31) berichtet über eine Kultur von selbst gezogenem *Lolium multiflorum*, bei der „stengelvertakking regel“ ist. Die Seitenhalme bildeten sogar Seitensprosse höherer Ordnung, was ich hier nicht beobachten konnte.

Der Halm wird auch technisch verwertet. Nach SINCLAIR (63) wird er in England zu Stroh Hüten verarbeitet. Heute dürfte das kaum noch der Fall sein.

**Der Blütenstand** (s. Tafel 3, XII)

Der Blütenstand ist eine Rispe von ausgeprägt dorsiventralem Bau. Schon die ersten Entwicklungsstadien (siehe Entwicklungsgeschichte derselben) zeigen das deutlich. Die Dorsiventralität vermischt sich auch am ausgewachsenen Blütenstand nicht.

Die Spindel ist dreiseitig und hin und her geschlängelt (nicht rund [SCHREBER, 62], doch geht der Übergang vom runden Halm zur dreiseitigen Spindel allmählich vor sich). Die Bauchseite der Spindel ist von den Ährchen so dicht besetzt, daß sie nur in der Blüte sichtbar wird. Mit fortschreitendem Wachstum treten häufig Torsionen der Spindel auf, so daß scheinbar auf der Rückenseite auch Ährchen zu finden sind. Meist sind die Windungen der Spindel ziemlich flach, gelegentlich auch stark. Die Stärke der Windungen und die Länge der Spindelglieder bestimmt die Dichtigkeit der Rispe. Vor und nach der Blüte ist der Blütenstand lineal, in der Blüte kegelförmig auseinander gebreitet. Die Länge der Infloreszenz beträgt durchschnittlich 3—5 cm, nur selten mehr als 8 cm (bis 11 cm).

Bei *Cynosurus cristatus* lassen sich zwei Arten von Ährchen unterscheiden: die fertilen und die sterilen. Jedes fertile Ährchen wird von einem sterilen begleitet. Ersteres steht immer adaxial, letzteres abaxial. Sie liegen einander dicht an. An einem Spindelknoten entspringt seitwärts ein Seitenzweig erster Ordnung, der gleich an der Basis einen Seitenzweig zweiter Ordnung trägt, der mehr ventral gelegen ist. Beide Seitenzweige enden mit einem sterilen Ährchen. Vorher zweigt sich auf der adaxialen Seite jedes Muttersprosses ein kleines Stielchen ab, das das fertile Ährchen trägt. Meist ist der dorsale Seitenzweig länger als der ventrale, wie auch das Stielchen des fertilen und sterilen Ährchens am dorsal gelegenen Seitenzweig länger ist als am ventralen.

Die Länge der Seitenzweige schwankt etwa zwischen 1 und 2 mm. Das Stielchen des sterilen Ährchens ist drei- bis viermal so dick als das des fertilen.

Zwischen den Mutter- und Tochteraxen befinden sich Gelenkpolster, die zur Blütezeit anschwellen, wodurch die Ährchen in eine für den Befruchtungsvorgang günstigere Lage gebracht werden. Nach der Blüte fallen die Polster zusammen und die Seitenzweige legen sich der Spindel wieder an.

Die vorbeschriebene Anordnung bildet die Regel, doch kommen häufig genug Abweichungen vor. Es tritt nämlich auch eine stärkere Verzweigung auf. Da die Stielchen sehr kurz sind, so stehen die

Ährchen dicht gebüschelt beieinander. Dabei kann dem adaxialen Ährchenpaar der sterile Partner fehlen. Findet sich diese Ährchenhäufung nur auf den untersten Stufen, so erhält die Infloreszenz, namentlich wenn sie reichlich Früchte trägt, eine kegelförmige Gestalt. Durch diese Anhäufung wird die Infloreszenz dick, ohne ihren Charakter zu verlieren. Dieses Luxurieren ist eine Folge günstiger Vegetationsbedingungen.

Die Vermehrung der Ährchen kann aber auch bis zur Ausbildung längerer Seitenzweige führen.

Ferner kommt es nicht zu selten vor, daß kurz unterhalb der eigentlichen Infloreszenz, ohne daß ein Knoten vorhanden wäre, sich ein kleiner Seitenhalm loslöst. Er kann ein kurzes Blatt tragen und trägt eine Infloreszenz. Oberhalb der Verzweigung ist der Halm rund und gegen den Seitenzweig zu abgeplattet, der Seitenzweig halbzyllindrisch.

Normalerweise steht an der Basis der Infloreszenz kein Blatt. Dicht unterhalb der ersten Verzweigung auf der entgegengesetzten Seite des Halmes treten fast immer zwei schwache langgestreckte Wülste auf, die nach der Basis zu konvergieren und in den Seitenzweig der anderen Seite übergehen, indem sie sich verflachen. Gelegentlich trifft man hier eine quergestreckte Erhebung oder ein kurzes rundliches oder zugespitztes Häutchen von kaum 1 mm Länge. Einmal nur habe ich hier ein eigentliches über 1 cm langes scheidenförmiges Blatt entwickelt gefunden<sup>1)</sup>. Auch an den nächstfolgenden Spindelgliedern zeigte sich Ansatz zur Deckblattbildung.

Diese letztgenannten drei Unregelmäßigkeiten treten nie typisch an einer Pflanze auf, sondern neben der großen Mehrzahl regelmäßiger Blütenstände traten ein oder zwei unregelmäßige auf. Eine befriedigende Erklärung hierfür vermag ich nicht zu geben; vielleicht beruht dieses „Luxurieren“ zum Teil auf Überernährung. — Einige weitere Unregelmäßigkeiten sind im Abschnitt über Viviparie behandelt.

Die fertilen Ährchen bringen zwei bis acht Blüten hervor, meist drei bis fünf. Die Hüllspelzen sind scharf gekielt und laufen in eine Spitze aus. Kiel und Spelzenränder sind mit Stachelhaaren besetzt. Der Kiel ist gerade, nur an der Basis gebogen. Er führt Chlorophyll, während die häutigen Flügel, an der Basis breit und gerundet, farblos und durchscheinend sind. Wie die Blätter, so sind auch die Spelzen asymmetrisch gebaut.

<sup>1)</sup> Im anatomischen Bau gleich es der Scheide.

Im Querschnitt erscheint die Deckspelze halbmondförmig offen. Sie ist nicht gerippt. In der Rückenmitte ist sie am stärksten und nimmt nach den Rändern hin ab. Die Ränder sind dünnhäutig, unten schmal, nach oben hin breiter werdend. Von der Seite betrachtet erscheint die Deckspelze oben abgeschrägt und rundlich abgestutzt. Sie ist hier ebenso dünnhäutig wie am Rand. Von vorn und hinten betrachtet ist sie zugespitzt. Die Spitze läuft in eine kurze, ca. 1 mm lange Granne aus. Die oben breiten häutigen Ränder greifen teilweise übereinander. An der Basis ist die Deckspelze hellgrün gefärbt, an der Spitze ist sie am dunkelsten. Die Deckspelze ist fünfnervig; der dritte am stärksten entwickelte Nerv setzt sich in die Granne fort. Er liegt nicht genau in der Mitte der Spelzenbreite, sondern seitwärts verschoben.

Die Vorspelze ist viel zarter als die Deckspelze. Im Gegensatz zu dieser ist sie zweikielig. Dadurch kann man an ihr eine Rückenseite und zwei Seitenflügel unterscheiden. Jeder Kiel führt ein kleines Leitbündel von 15—30  $\mu$  Durchmesser. Von der konkaven Rückenseite aus betrachtet, läuft sie in zwei Spitzen aus; von der Seite gesehen, ist sie oben breit und abgeschrägt, farblos und sehr feinhäutig. An den Keilen ist sie grün gefärbt. Die beiden Spitzen wie die Ränder sind mit vielen kleinen Stachelhärchen besetzt.

Deckspelze und Vorspelze umschließen den Geschlechtsapparat. Er besteht aus einem Fruchtknoten mit federiger Narbe und einem dreiteiligen Andröceum. Der Fruchtknoten ist von ovalem Querschnitt und oben halbkreisförmig offen. Seitwärts treiben zwei Arme aus, die die Narbe bilden.

Das Andröceum besteht aus drei Staubblättern. Das erste steht zwischen Deckspelze und Gynäceum, die anderen beiden auf jeder Seite des letzteren nach der Vorspelze zu verschoben. Die Antheren sind lineal, zweifächrig und enthalten vier Pollensäcke. Im unteren Drittel der Anthere verschmilzt das Filament mit dem Konnektiv. Außerdem finden sich in der Blüte noch zwei Lodiculae vor. Sie stehen zwischen der Deckspelze und dem vorderen Staubblatt und sind mit dem Filament des letzteren und miteinander verwachsen. Die Antheren sind gelb oder rotviolett gefärbt. Daß eine der beiden der Farben überwiegt, kann ich nicht sagen. Vielleicht ist es die violette, die LANGETHAL (60) als alleinige Farbe angibt. Die Filamente sind dünn und verlängern sich zu Beginn der Blüte beträchtlich. Sie bleiben bei *Cynosurus cristatus* bis zum Verwelken starr ausgestreckt (40). Die Pollenkörner sind rund, glatt und von

gelblicher Farbe. Zu Beginn der Blüte schwellen die Lodiculae an und drücken die Deckspelze nach außen ab. Vielleicht hilft auch die Vorspelze durch Entfaltung ihrer Flügel mit (31). Hierüber müßten noch weitere Untersuchungen, die viele Gräser einbeziehen, angestellt werden.

Die Hauptblütezeit ist Mitte Juni bis Juli. *Cynosurus cristatus* ist homogam. Fremd- und Selbstbestäubung ist in ziemlich gleichem Grade möglich, die Blühzeit mittags (32).

Eine Merkwürdigkeit, die *Cynosurus cristatus* mit der Gattung *Lamarckia* gemeinsam ausgezeichnet, sind die sterilen Ährchen. Sie sind Ursache gewesen, daß man früher beide Gattungen als eine, *Cynosurus*, betrachtet hat (4).

Ein solches Ährchen besteht aus einer großen Zahl von Spelzen (7—18), die den Hüllspelzen sehr ähnlich sind, auch im anatomischen Bau. Die Spelzen besitzen alle die gleiche Form. Sie sind ebenso wie die Hüllspelzen grannenlos. Äußerlich unterscheiden sich die einzelnen Spelzen von den Hüllspelzen dadurch, daß sie einen schmälere häutigen Rand haben, der in der unteren Hälfte weniger oder gar nicht vorgewölbt ist. Dadurch erscheint die ganze Spelze schlanker, mehr lineal, als eine Hüllspelze. Ferner sind die sterilen Spelzen eng zusammengefaltet, während die Hüllspelzen weit auseinander klaffen, da die sich entwickelnden Früchte sie immer mehr auseinander treiben. Die Spelzen stehen wechselständig in  $\frac{1}{2}$ -Stellung an einer kurzen Achse. Die längsten Spelzen stehen unten an der Achse. Oberseits ist das Ährchen abgerundet.

### Die Frucht

(nebst einigen Bemerkungen über Saatgut)

Die im Handel schlechthin als „Samen“ bezeichnete Frucht bleibt von der Deck- und Vorspelze umschlossen und bildet so eine Scheinfrucht. Mit den Spelzen ist sie 3—4,5 mm lang und bis 1 mm breit. Die Deckspelze ist orangegelb bis hellbraun, an der Spitze gelbweiß; braune bis graubraune Farbe ist ein Zeichen für alte Saat (82). Die Vorspelze ist hell- bis dunkelbraun. Auf der Deckspelze sind weiße Papillen und Haare deutlich zu erkennen. Der mittelste Nerv, der in die Granne übergeht, tritt unter der Spitze kieförmig hervor. Der Vorspelze liegt ein kleines Stielchen (0,2 bis 1 mm) an, das oben tellerförmig verbreitert ist. Beim obersten Korn eines Ährchens trägt der sehr dünne Stiel ein verkümmertes

Blütchen. Ist die Verbindung des Stielchens mit der folgenden Frucht nicht gelöst, so daß mehrere Früchte zusammenhängen, so verrät das zusammen mit gelbgrüner Farbe des Saatgutes einen mangelnden Reifegrad.

Die Spelzen sind zwar mit der Frucht nicht verwachsen, lassen sich aber schwer von ihr trennen. Die Frucht ist eiförmig und trägt oberseits einen kleinen Schopf, den Rest der Narbe. Die Farbe ist gelbbraun. In der Länge mißt die Frucht 1,5—2 mm, in der Breite 0,5—1 mm, in der Dicke 0,5 mm. Auf dem Rücken ist sie gewölbt, auf der Bauchseite besitzt sie eine breite, schwach ausgeprägte Furche. Der Embryo auf der Rückenseite ist klein (0,4 mm).

Die Reifezeit ist Juli bis August.

Die Reinheit des gehandelten Saatgutes beträgt nach KLAPP (42) durchschnittlich 90%. Acht Untersuchungen von Kammgrasproben (fünf wurden durch die Landesanstalt für Pflanzenbau und Pflanzenschutz vorgenommen) ergaben eine Reinheit von 93,5 bis 98,5%. Die Keimfähigkeit (in nur 16 Tagen) betrug bei den fünf von der Landesanstalt untersuchten Proben 55—82%. Das 1000-Korngewicht ist ca. 0,4 gr (70). Ein hl wiegt 25—40, durchschnittlich 32—34 kg (70). Das Saatgut wird mit *Molinia coerulea* (36), *F. ovina capillata* und enthülsten Früchten von *Holcus lanatus* (70) verfälscht.

Das Saatgut kommt vornehmlich aus Großbritannien (irisches, schottisches, englisches Kammgras); in Irland und Neuseeland wird es angebaut (15). Soviel mir bekannt, wird es in Deutschland weder angebaut noch gezüchtet, nur selten am natürlichen Standort eingesammelt. In Dänemark sammelt man es von wilden Pflanzen. Der Preis für 50 kg irisches Kammgras beträgt laut Angebot der Saatstelle der D. L. G. 135 Mark (Frühjahr 1925) bei einer Reinheit von 98% und Keimfähigkeit von 82%. In feldmäßigem Anbau ist ein Ertrag bis 200 kg pro ha zu erzielen (70).

## Anatomie

### Die Wurzel (s. Tafel 4. 1)

Die Wurzel entspricht in ihrem anatomischen Bau dem von KLINGE (45) gezeichneten Rindentypus I. Die Epidermis besteht aus axial langgestreckten gleichmäßig dünnwandigen Zellen von 165—215  $\mu$  Länge, 20—25  $\mu$  Breite und 25—33  $\mu$  Tiefe. Namentlich in Querschnitten jüngerer Wurzeln unterscheidet sie sich von dem darunterliegenden Rindengewebe durch mehr radiale

Streckung ihrer Zellen. In älteren Wurzeln runden die Epidermiszellen sich mehr ab. In den Nebenwurzeln sind sie im Querschnitt rund und größer (35—50  $\mu$ ) und heben sich dadurch deutlich vom darunterliegenden Rindengewebe ab. Schon KLINGE (45) machte darauf aufmerksam, daß Anwendung von Chlorzinkjod die Verschiedenartigkeit der Epidermis und der anschließenden Schichten hervortreten läßt. So färbt es die Epidermis gelbbraun, die Außenrinde und äußere Innenrinde violett, die innere Innenrinde gelbräunlich. Nach Vorbehandlung mit Eau de Javelle und Auswaschen mit einprozentiger Salzsäure färbt Chlorzinkjod gleichmäßig die Rinde blauviolett einschließlich der Epidermis. Mit Sudanglycerin nach gleicher Vorbehandlung erhält man eine rote Färbung der Epidermis, häufig auch der Außenrinde. Auf Phloroglucin und Salzsäure sowie auf schwefelsaures Anilin und Schwefelsäure reagiert die Außenwandung der Epidermiszellen mit Rot- bzw. Gelbfärbung

Die „Langzellen“ oder „Aufzellen“ (48) besitzen nicht die Fähigkeit zur Bildung von Wurzelhaaren. Diese wird von besonderen Zellen übernommen, die sich im Gegensatz zu den meist beobachteten Fällen (48, 31) durch ihre Kleinheit auszeichnen. Sie messen nur 35—50  $\mu$  in der Länge und Breite. Diese Differenzierung beginnt schon frühzeitig hinter dem Vegetationspunkt. Sie fallen durch ihren Reichtum an körnigem Plasma auf und färben sich mit Safranin dunkelrot. Der Längenunterschied wird mit fortschreitendem Wachstum nicht ausgeglichen, wie FRANK SCHWARZ (48) bei *Elodea canadensis* u. a. beobachtete. Immerhin findet auch hier noch eine axiale Streckung bis zu 80  $\mu$  statt.

Die Wurzelhaare erreichen eine beträchtliche Länge (3—4 mm) und eine Dicke von 10—13  $\mu$ . WEBER (77) gibt den mittleren Durchmesser zu 12,5  $\mu$  an. Zumeist liegt er bei Gramineen unter 10  $\mu$ . Für 1 mm habe ich ihre Zahl auf 130—140 berechnet. Ob sie aber, wie KLINGE (45) unter Anführung von DUVAL-JOUVE schreibt, verschwinden, nachdem die Zellen aller vorkommenden Gewebearten im Körper der Wurzel ihre Ausbildung erfahren haben, erscheint mir für *Cynosurus cristatus* doch zweifelhaft, da ich bei älteren Pflanzen an fertig ausgebildeten Wurzeln im oberen Teil noch massenhaft Wurzelhaare vorfand. Die Länge der Wurzelhaar-freien Zone hängt von der Stärke der Wurzelhaare ab. Die Wurzeln erster Ordnung sind bis 2,4 mm frei von Wurzelhaaren, die Wurzeln höherer Ordnung oft nur knapp 0,5 mm. Je stärker die Wurzeln

höherer Ordnung sind, desto mehr ähneln sie hierin, wie überhaupt im Bau, den Wurzeln erster Ordnung.

An die Epidermis schließt sich das Rindengewebe an. In den Hauptwurzeln besitzt es eine Mächtigkeit von 5—7, in den Nebenwurzeln von 2—5 Zellschichten. SCHACHT (45) unterscheidet eine Außen- und eine Innenrinde, und KLINGE (45) baut hierauf eine Klassifikation der Gramineen auf. *Cynosurus cristatus* gehört (wie schon erwähnt) zum Rindentypus I. Er ist dadurch ausgezeichnet, daß sich bei ihm „Außenrinde und Innenrinde nur durch den Mangel oder das Vorhandensein von Interzellularräumen unterscheidet“. Als Untergruppe führt er auf: a) Persistieren der ganzen Rinde, b) Schwinden der ganzen Rinde, c) Übergangsformen. *Cynosurus cristatus* reiht er in Gruppe b ein, gesteht aber selbst ein, „daß die Einteilung in solche mit bleibendem und schwindendem Rindengewebe und in die Übergangsformen nicht konsequent durchzuführen ist“. Für *Cynosurus cristatus* ist nach KLINGE das Schwinden der Rinde nicht immer anzunehmen. Er macht hierfür „gewisse Umstände und Bodenverhältnisse“ verantwortlich. Er neigt der Ansicht zu, daß feuchter und wasserreicher Boden das Persistieren der Rinde begünstigt, trockener, sandiger Boden in gegenteiliger Richtung wirkt. So ist es wohl zu erklären, daß ich bei meinen Pflanzen, die auf Lehmboden gezogen werden, dazu in einem feuchten Sommer, niemals ein vollständiges Schwinden der Rinde beobachten konnte. Meist waren nur wenige Zellen in der Mitte der Innenrinde zerstört. Die an die Endodermis anschließende Schicht sowie die unter der Epidermis fand ich stets erhalten und durch mehr oder weniger breite und vollständige Zellreihen miteinander verbunden.

Die Außenrinde besteht nur aus einer Reihe Parenchymzellen, die sich interstitienlos an die Epidermis anschließt. Die Zellen sind zylindrisch und messen 20—35  $\mu$  im Durchmesser. Die zweite Reihe läßt zumeist schon Interzellularräume zwischen sich. Die Zellen der Innenrinde sind oval im Querschnitt, im Durchmesser sehr variabel und werden vom Rand nach dem Zentralzylinder zu kleiner. Die Zellwände sind gleichmäßig dünn. Nur die innerste Zelllage, deren Zellen im Querschnitt meist stark tangential gestreckt sind, weist stärkere Zellwände auf, die stark lichtbrechend sind. Auch an Keimwurzeln, die an sechs Monate alten Horsten noch zu finden waren, war diese innerste Zellreihe verholzt (Phlorogl. und Salzsäure; schwefels. Anilin und 25prozentige Schwefelsäure) und ver-

korkt. Diese Zellen der innersten Schichten stoßen meist mit schrägen Querwänden aneinander. Die Länge der Rindenparenchymzellen beträgt 80—135  $\mu$ .

Nach KLINGE sollen sich die Nebenwurzeln von *Cynosurus cristatus* dadurch im Rindengewebe von den Wurzeln erster Ordnung unterscheiden, daß ihnen die Interzellularräume fehlen. Das ist unzutreffend. Ich habe stets reichlich Interzellularen angetroffen. Das Rindengewebe unterschied sich nur durch geringere Mächtigkeit. Es wäre aber möglich, daß auch hier Bodenverschiedenheiten von Einfluß sind. Allerdings bemerkt FREIDENFELT (17) in der Einleitung: „um überhaupt sichtbare anatomische Unterschiede hervorzubringen, erwies es sich als notwendig, Erde von so verschiedener Feuchtigkeit anzuwenden, daß pathologische Erscheinungen bei einem oder beiden Versuchsgewächsen eintraten.“

Der Zentralzylinder weist in den Wurzeln erster Ordnung elliptische Formen im Querschnitt auf, in den Nebenwurzeln ist er rund. Er wird von einer einschichtigen Endodermis umschlossen. Sie besteht aus axial langgestreckten Zellen von 110—130  $\mu$  Länge, doch kommen auch kürzere von nur 50  $\mu$  und längere von 200  $\mu$  vor. Sie stoßen mit schrägen Querwänden aneinander. Im Abschnitt der beginnenden Verdickung sind Durchlaßzellen zu beobachten, die gegenüber den Xylemplatten gelegen sind. Im Querschnitt erscheinen die Zellen rundlich und sind nach der Innenseite etwas stärker vorgewölbt. Mit dem Älterwerden findet eine Verdickung der Zellwände statt, und zwar derart, daß die Innenseite wesentlich stärker verdickt wird. (Stützscheide, C-Scheide, Russow, 60.) Sie ist deutlich geschichtet und zeigt Tüpfelkanäle, die nach außen und den Seiten nur sehr spärlich vorhanden sind.

Tangential messen die Zellen 10—17  $\mu$ , radial 8—15  $\mu$  (von Mittellamelle zu Mittellamelle). Die Innenwand weist eine Stärke von 3—8  $\mu$  auf, die Außenwand 2—4  $\mu$ , so daß das Lumen sehr klein wird. Die Zellen sind verholzt und verkorkt, was mit Sudan-glycerin nach Vorbehandlung mit Eau de Javelle nachgewiesen wurde.

Der CASPARYSche Punkt ist vorhanden, jedoch schwierig und nur in gewissen Abschnitten zu finden.

An die Endodermis schließt sich das Pericykel an. Es besteht aus im Querschnitt bald größeren, bald kleineren Zellen, die größeren über den Phloemplatten, die kleineren über den Xylemplatten. Namentlich an jüngeren Stadien ist das sehr deutlich. Das

Pericykel wird von den Xylemelementen durchbrochen, wie schon KLINGE beobachtete. Doch scheinen mir recht häufig Abweichungen davon vorzukommen. Das äußerste kleinste Gefäß wird häufig ein- oder beidseitig von zwei kleinen übereinanderliegenden Pericykelzellen flankiert, die jedoch keinen größeren Raum einnehmen, als eine normale Zelle. Selbst an einem Längsschnitt ist es schwierig zu entscheiden, ob man es tatsächlich mit einem Gefäß zu tun hat oder nicht. Einwandfrei konnte ich es an einem Mikrotomschnitt feststellen, der tangential zur Endodermis verlief. Während Chlorzinkjod die größeren Gefäße heller gelb färbt, als das umgebende Parenchym, ist bei diesem kleinsten Gefäß in den seltensten Fällen das gleiche zu beobachten. Anschließend nach innen liegen ein oder zwei Gefäße von größerem Lumen (8—11  $\mu$ ), im letzteren Falle hinter- oder nebeneinander. In Nebenwurzeln folgt nur ein Gefäß. Die Zahl der Xylemplatten beträgt in Hauptwurzeln bis 12, in Nebenwurzeln nicht unter 4.

Abwechselnd mit den Xylemplatten liegen die Phloemplatten, die aus 2—4 Elementen, meist 3, bestehen. Durch ihre Dünnwandigkeit heben sie sich in jüngeren Stadien deutlich ab. Von den Xylemplatten sind sie durch eine (bis zwei) Schichten Parenchym getrennt.

In der Mitte des Zentralzylinders liegen 2—4 große Gefäße von 20—35  $\mu$  Durchmesser in einer Reihe in den Wurzeln erster Ordnung; in den Wurzeln höherer Ordnung ist nur ein zentrales Gefäß anzutreffen. Je stärker jedoch die Nebenwurzel ist, desto mehr ähnelt sie auch hierin der Mutterwurzel. Merkwürdigerweise erwähnt KLINGE die Reihenanzahl der Zentralgefäße bei *Cynosurus cristatus* nicht. Liegen mehrere Zentralgefäße in einer Reihe, so ist der Zentralzylinder oval. Die Gefäße des Zentralzylinders sind vorwiegend Tüpfelgefäße, selten Netz- oder Leitergefäße, niemals Ring- oder Schraubengefäße (vgl. Russow, 60).

Im übrigen ist der Zentralzylinder mit in jungen Wurzeln dünnwandigem Parenchym, „Leitzellen“, erfüllt. Im Alter nimmt es sklerotischen Charakter an, zeigt prosenchymatische Zellformen und Wandstärken von 1,5—2  $\mu$ . Das Lumen beträgt 3—6  $\mu$ .

Einschließlich des Phloems, was KLINGE ausnimmt, können alle Elemente des Zentralzylinders verholzen und verkorken.

#### Die Coleoptile (s. Tafel 4. II)

Das ganze Gewebe der Coleoptile ist sehr dünnwandig. Die Epidermis der Außen- und Innenseite besteht nur aus Langzellen,

die im Querschnitt innen tangential, außen mehr radial gestreckt sind und recht ungleiche Größe haben. Die Epidermiszellen beider Seiten sind bis 600  $\mu$  lang und 8—35  $\mu$  breit. Zwischen den beiden Epidermen befindet sich ein sehr zartes Parenchym von 1—3 Schichten Mächtigkeit mit kleinen Interzellularen. Es führt nur wenig Chlorophyll.

In das Parenchym eingebettet liegen zwei schwache Leitbündel ohne Scheide mit kleinen Gefäßen. Es sind Ring- und Schraubengefäße. Die Leitbündel liegen nicht in der Mitte der Scheidendicke, sondern mehr nach innen verschoben. Die Leitbündel liegen einander gegenüber. Wo sie liegen, ist die Coleoptile am dicksten.

In der Epidermis kommen einige Stomata nach der Spitze zu vor. Bei der geringen Lebensdauer des Organs kommt es häufig nicht zu einer Verdickung der Schließzellen.

#### Kurzellen

In der Epidermis vieler Organe kommen Kurzellen vor, die bei anderen Gräsern insbesondere von GROB (24) und FROHNMEYER (18) studiert worden sind. GROB untersuchte an Blattspreiten die Morphologie, Chemie und Topographie dieser Zellen, während FROHNMEYER besonders die Entwicklungsgeschichte der Kieselzellen verfolgte.

Um unnötige Wiederholungen zu vermeiden, sollen Halm, Blattspreite und Scheide hier in bezug auf ihre Kurzellen gemeinsam abgehandelt werden.

GROB unterscheidet Kork- und Kieselkurzellen. Die ersteren färben sich an Mazerationspräparaten mit Chlorzinkjod gelb, manchmal mit einem Stich ins Violette. Ihre Membran tritt dabei deutlich hervor. Sie ist dünner als die der Langzellen. Die Korkzellen enthalten meist organische Reste. Auch die Korkzellen sind mehr oder weniger verkieselt. Mit Sudanglyzerin geben sie Rotfärbung, mit Kalilauge Gelbfärbung. Kalter konzentrierter Schwefelsäure widerstehen sie sehr energisch, mit heißer werden sie zerstört.

Die Kieselkurzellen bleiben mit Chlorzinkjod farblos oder geben schwache blaue Färbung. Sie zeigen Membran- und Lumenverkieselung. In Phenol treten unregelmäßige Bläschengruppen im Innern deutlich in Erscheinung. Kalilauge frißt einzelne Stellen aus den Kieselzellen heraus. Bei Behandlung mit Flußsäure schmilzt der Kieselkörper von außen her ab. Setzt man hernach

Chlorzinkjod langsam zu, „so sieht man, wie sich in jeder Zelle eine mehr oder weniger breite Anlagerungslamelle färbt, während das Lumen hell bleibt und sich kurze Zeit lang deutlich von den Wänden abhebt“ (18). Die Entwicklungsgeschichte wurde nicht verfolgt. Da mir jedoch sehr selten „sandig-poröse“ Kieselmassen im Lumen begegneten, sondern fast durchweg homogene Kieselkörper, so dürfte sie sich kaum von *Saccharum officinarum* (erster Typus von FFOHNMEYER) unterscheiden. An der Scheide von Wurzelblättern begegneten mir gelegentlich Kieselzellen, die noch nicht voll verkieselt waren. Gegen den Rand hin waren einzelne Bläschen eingeschlossen. Das Lumen war auf einen schmalen Spalt reduziert.

Die Kurzzellen können einzeln und in Paaren vorkommen. Die Regel sind Paare, bestehend aus einer Kork- und einer Kieselkurzzelle. Die Kieselzelle liegt stets oben, die Korkzelle unten. Im allgemeinen befindet sich in einer Reihe zwischen zwei Kurzzellpaaren eine Langzelle. Es kommen aber auch abweichende Bildungen vor. So findet man eine Kieselzelle beiderseits von einer Korkzelle flankiert oder zwei Paare hintereinander. Der umgekehrte Fall, daß eine Korkzelle von zwei Kieselzellen flankiert wird, kommt noch häufiger vor. Ferner treten einzelne Korkkurzzellen und einzelne Kieselzellen auf oder Paare aus zwei Kork- oder zwei Kieselzellen.

In den Epidermisstreifen über Bast kommen die Kurzzellen in allen drei genannten Organen vor. In den Streifen über Parenchym sind sie am Halm und an der Scheide außen anzutreffen. An der Blattspreite fehlen sie hier ober- wie unterseits.

Die Korkzellen sind häufig etwas breiter als die Langzellen; die Kieselzellen meist gleich breit, selten schmaler als die Langzellen.

Die Kieselzellen gehören zum Typus V von GROB. „Plättchen und Stäbchenzellen“ und besitzen „keine charakteristische konstant wiederkehrende Gestalt“ (24). Als Grundform kann man das Rechteck betrachten mit geraden oder gewölbten Längswänden und geraden oder schiefgestellten, konkaven oder konvexen Querwänden.

In den Streifen über Bast am Halm treten nur Paare oder einzelne Korkzellen auf, niemals einzelne Kieselzellen. Die Korkzellen sind besonders häufig in der Mitte eines Streifens, nach dem Rande zu herrschen die Paare vor. Die einzelnen Korkzellen sind länger als in Paaren und besonders lang in der Mitte. Ihre Wände

sind glatt; die Form ist rechteckig mit öfters schräg gestellten Querwänden. Die einzelnen Korkzellen sind 10—42  $\mu$  lang, in Paaren 6—25  $\mu$ , die Kieselzellen 5—18  $\mu$ .

Auf der Oberseite des Blattes treffen wir Kurzzellpaare, einzelne Korkzellen (selten) und einzelne Kieselzellen. BREYMANN (8) erwähnt nur „kurze, mehrfach eingeschnürte rechteckige Zellen“, über deren Qualität er sich nicht ausspricht. Obwohl die Langzellen glattwandig sind, besitzen die Kurzzellen starke Wellung der Wände. Die einzelnen Kieselzellen sind stark vorherrschend. Sie sind 16—50  $\mu$  lang. Fast immer geben sie mit Chlorzinkjod eine schwache Blaufärbung. Nur selten fand ich Lumenverkieselung mit eingeschlossenen Bläschen. Meist findet man noch organische Reste im Innern, die sich dann gelb färben. Da es sich aber um ausgewachsene Blätter handelt, so scheint die Verkieselung erst spät und unvollkommen stattzufinden. „Tritt die Verkieselung spät ein, so daß die Zelle sich vorher ungehindert strecken kann und auch die Wellungen der Wände vorher zustande kommen können, so entstehen auffallend lange Kieselzellen mit mehreren Einbuchtungen“ (18). GROB behauptet allerdings, daß einzelne Kieselzellen unseren einheimischen Wiesengräsern fehlen. *Cynosurus cristatus* ist von ihm aber nicht untersucht worden. Auch SCHINDLER (87) fand einzelne Kieselzellen bei unseren Wiesengräsern.

Auf der Unterseite sind gemischte Paare vorherrschend. BREYMANN (8) spricht von „quergestreckten bis quadratischen Zellen mit schwach elliptischen gepaart“. Unter den ersteren dürften die Korkzellen, unter den letzteren die Kieselzellen zu verstehen sein. Die Korkzellen besitzen gewellte Wände wie auf der Oberseite. Die Kieselzellen zeigen glatte und gewellte Wände, am stärksten gewellt sind die einzelnen Zellen. Die Korkzellen sind in Paaren 8—25  $\mu$ , die Kieselzellen 5—20  $\mu$  lang.

Über dem Bast an der Scheide ist die Zahl der Kurzzellen nur gering. Sie finden sich an den Streifen am Rande, die zwar über Bast liegen, deren Langzellen aber noch schwach gewellte Wände zeigen. In der Mitte treten seltener Kurzzellpaare auf. Die Form der Kurzzellen gleicht denen am Halm. Einzelne Kieselzellen gleichen denen der Blattoberseite, sind aber sehr selten.

Über Parenchym sind die Kurzzellen kürzer und „oft etwas weniger vollkommen, zum Teil krüppelhaft“ (24).

Am Halm sind sie quadratisch bis rechteckig quergestreckt oder gar bis zu einem quergestreckten Keil reduziert (Kieselzellen).

Die Korkzellen zeigen wie die Langzellen gewellte oder auch glatte Wände. Die Korkzellen umgreifen häufig die Kieselzellen seitwärts mehr oder weniger. Einzelne Korkzellen sind rechteckig langgestreckt. Einzelne Kieselzellen fehlen auch hier. In Paaren messen die Korkkurzzellen 6—12  $\mu$ , die Kieselzellen 3—9  $\mu$ .

Auch an der Scheide finden wir die gleichen Vorkommen wie am Halm. Doch treten hier noch einzelne Kieselzellen hinzu. Die zwei- bis sechsmal so breiten als langen Korkzellen sind seitwärts um die Kieselzellen gebogen, die rund bis oval erscheinen.

An der Scheide der Wurzelblätter sind die Korkzellen in der Aufsicht meist quadratisch oder etwas länger gestreckt und besitzen gewellte Wände (10—30  $\mu$ ). Die Kieselzellen sind rechteckig längsgestreckt und glatt- oder gewelltwandig, und zwar in Paaren sowohl als einzeln. Sie messen 15—50  $\mu$ .

#### Das Blatt (s. Tafel 4, III—VII)

Über den anatomischen Bau der *Blattscheide* bei den Gräsern sind nur spärliche Literaturangaben zu finden (40). Über *Cynosurus cristatus* fand ich nichts. Vergleiche zwischen den Halmsblatt- und Wurzelblattscheiden in bezug auf ihren anatomischen Bau scheinen nicht gemacht worden zu sein. Ob bei anderen Gräsern die Halmsblattscheiden mit den Wurzelblattscheiden übereinstimmen, weiß ich nicht. Für *Cynosurus cristatus* ergaben sich jedoch bemerkenswerte Differenzen zwischen beiden.

In der Epidermis der Außenseite sind die Streifen über Parenchym gefeldert. Das Stoma-freie Medianfeld besteht aus Langzellen und Kurzzellpaaren. Die Langzellen sind rechteckig in der Aufsicht mit verdickten Wänden (Seitenwände 3  $\mu$ , Außenwand 3—5  $\mu$ ), die stark gewellt und getüpfelt sind. In der Mitte der Scheide sind sie 60—160—200  $\mu$  lang und 10—15  $\mu$  breit. Im Querschnitt sind sie mehr radial gestreckt. In den Randfeldern finden sich die gleichen Langzellen im Wechsel mit Stomata, die reichlich vorhanden sind, und Kurzzellen. Einige Langzellreihen (2—3) mit Kurzzellpaaren bilden dann den Übergang zu den Streifen über Bast.

Die Langzellen über dem Bast sind rektangulär, glattwandig mit verdickten Wänden und werden von Kurzzellpaaren unterbrochen. Am Rande des Streifens sind die Längswände gewellt. Die Langzellen messen 200—530  $\mu$  in der Länge und sind 3—5  $\mu$  breit. Die Wandstärke beträgt etwa 2  $\mu$ .

An den Wurzelblättern zeigt die Epidermis der Scheide ein anderes Bild als am Halm. Die Langzellen über Parenchym sind hexagonal langgestreckt und 110—310  $\mu$  lang, also länger als an einem Halmblatt. An der breitesten Stelle messen sie 15—42  $\mu$ . Kurzzellen treten reichlich auf. Kieselkurzzellen sind häufiger zu geraden retrorsen Stachelhaaren ausgewachsen, die an Halmblättern weder über Parenchym noch über Bast vorkommen. Meist stehen die Haare jedoch allein. Über Parenchym sind sie häufiger als über Bast, wo ich sie nur in den Randstreifen angetroffen habe.

Die Epidermis der Innenseite besteht aus langgestreckten rektangulären Zellen. Nach den Enden zu verzüngen sie sich ein wenig. Die Wände sind glatt. Die Außenwand ist verdickt, die Seitenwände sind dünn. Die Außenwand mißt 3—5  $\mu$ , die Seitenwand 1—2  $\mu$ . Im Querschnitt sind die Zellen in tangentialer Richtung gestreckt im Gegensatz zur Außenepidermis. Sie messen so 15—35  $\mu$  im Lumen, in radialer Richtung 6—15  $\mu$ . Die Länge der Zellen schwankt außerordentlich (300 bis über 900  $\mu$ ) und ist viel beträchtlicher als auf der Außenseite. Die gleichen Verhältnisse finden wir bei der Gerste. „Die vollständig ausgebildeten Zellen der inneren Epidermis sind sehr verlängert (bisweilen 1 mm und darüber)“ (52).

Kurzzellen treten nicht auf. Stomata kommen seitlich der Leitbündel vor, sind aber selten.

An die Innenepidermis schließt sich Kollenchym in 2—3 Zellreihen an. Es erstreckt sich unter der ganzen Epidermis. Es ist als Plattenkollenchym entwickelt und als Eckenkollenchym bildet es den Übergang in das Parenchym. Im größten Teil der Scheide sind die Zellen chlorophyllfrei, oben chlorophyllführend, wobei der kollenchymatische Charakter der Zellen zurücktritt. Die tangentialen Wände messen 5—7  $\mu$ , die radialen ca. 1  $\mu$ .

Das Auftreten von Kollenchym in der Scheide ist meines Wissens noch nicht mitgeteilt worden.

Unter den Leitbündeln reicht es als Eckenkollenchym am weitesten hinauf: bei großen Bündeln reicht es bis an die Parenchymscheide.

An das Kollenchym schließt sich ein dünnwandiges Parenchym an. Ob es chlorophyllführend oder frei davon ist, hängt von der Dicke der Scheide ab. Unten, wo die Scheide am stärksten ist, sind die Zellen chlorophyllfrei, oben chlorophyllführend. Dieses Parenchym zeigt sehr zarte Wandungen. In Querschnitten werden die

Zellen meist gequetscht. Luftgänge fand ich jedoch in den Halmblattscheiden erst, wenn die Scheide im Absterben begriffen war. Dagegen sind sie in den Scheiden der Wurzelblätter schon vorhanden, wenn die Spreite noch nicht ausgewachsen ist. Diese Luftgänge sind sehr groß. Das gesamte Grundgewebe wird zerstört bis auf eine Schicht unter der Außenepidermis und die Parenchymscheide. Wo sich zwischen dem Kollenchym und den Leitbündeln dünnwandiges Parenchym findet (kleinere Bündel), wird auch dieses zerstört, so daß das Bündel nur nach außen hin mit dem übrigen Gewebe in Verbindung steht.

Es folgen nach außen hin zylindrische Zellen mit etwas dickeren Wänden, die bis an die Epidermis reichen. Die äußersten Schichten führen Chlorophyll. Das Parenchym zeigt also eine ähnliche Dreiteilung wie bei der Gerste (52). Das Assimilationsparenchym reicht seitlich bis an die Leitbündel heran, ohne sie zu umfassen. Nur kleine Bündel werden auch ganz umschlossen. Oben an der Scheide findet sich chlorophyllfreies Parenchym nur unter den Leitbündeln, und mit zunehmender Scheidendicke nach abwärts nimmt das farblose Parenchym einen immer größeren Teil ein.

Die Leitbündel sind wie in der Spreite abwechselnd größer und kleiner. Sie werden von einer Leitbündelscheide umschlossen. Diese ist verholzt, namentlich an der Außen- und Innenseite, schwächer an den Seiten. Der typische Bau des Leitbündels mit den seitlichen Tüpfelgefäßen ist hier anzutreffen. Die median nach innen gelegenen großen Gefäße sind Ring-, selten Schraubengefäße. Ebenso ist der rhexigene Luftgang vorhanden.

An die Leitbündelscheide schließt sich nach außen ein mehr oder weniger mächtiger Bastteil an. An der Basis eines Halmblattes ist er 200  $\mu$  und mehr stark, oben bildet er nur 2—3 Zellreihen. Gelegentlich trifft man im Querschnitt auch auf kleinere Bündel zwischen den großen in normalen Abständen von diesen. Sie zeigen gar keinen Bastteil oder einen nur schwach entwickelten, der nicht bis an die Epidermis reicht.

„Die seitlichen Ränder des offenen Blattstieles<sup>1)</sup> enthalten (bei der Gerste) zwischen den Häuten mechanische Zellen“ (52). Bei *Cynosurus cristatus* findet sich hier Plattenkollenchym, wenn auch nicht sehr stark ausgebildet. Kurzzellen sind in der Epidermis

<sup>1)</sup> HOLZNER und LERMER fassen die Scheide als Blattstiel auf.

des Randes selten. Stomata fehlen. Die Langzellen zeigen prosenchymatische Formen mit stark gewellten Wänden.

Nach unten hin geht die Scheide in das *Scheidengelenk* über. Es unterscheidet sich im Bau nicht von den Gelenken anderer Gramineen (40, 51), soll aber doch der Vollständigkeit halber mit beschrieben werden.

Die Langzellen der Epidermis verkürzen sich gegen das Gelenk zu und die Wände der Zellen werden dicker (Seitenwand  $5 \mu$ ). Man gewahrt sehr deutlich auf ihnen jene als Poren bezeichneten Pünktchen, die AMBRONN als durch Faltung der Membran entstanden erklärte. Beim Übergang in die Gelenkepidermis treten an Stelle der Stomata und Kurzzellen die gleichen rundlichen Zellen wie am Blattgrund. In der Aufsicht ist die Epidermis der Scheide gegen die ihres Gelenkes scharf abgesetzt: erst gelb, dann weiß. Noch deutlicher macht Chlorzinkjod den Unterschied. Die Gelenkepidermiszellen geben reine Cellulosereaktion. Die Gelenkepidermis besteht nur aus Langzellen. Kurzzellen, Stomata oder Haare fehlen vollkommen. Die Zellen sind hexagonal langgestreckt. Die Wandstärke beträgt  $1,5-2 \mu$ , die Länge der Zellen  $25-70 \mu$  und ihre größte Breite  $5-10 \mu$ . Über die Epidermis zieht sich eine fein gefältelte Kutikula, die stärker ist als in der darüberliegenden Scheide und mit kleinen Zäpfchen zwischen die Epidermiszellen eingekellt ist.

An die Epidermis schließt sich das Grundparenchym durchgehend an. Es weist im Scheidengelenk ungefähr die doppelte Stärke auf als in der Scheide. In der Mitte zwischen Außen- und Innenepidermis sind die Zellen deutlich radial gestreckt; nach den beiderseitigen Epidermen zu nimmt die axiale Streckung zu. Mit Chlorzinkjod erhält man eine reine Blaufärbung. Sie sind chlorophyllarm, aber außerordentlich reich an Protoplasma. Wenige und kleine Interzellularräume durchziehen in axialer Richtung das Gewebe.

Nächst der starken Entwicklung des Parenchyms fallen die mächtigen Kollenchymstränge ins Auge. Sie sind durch  $3-5-7$  Schichten von Parenchym von der Epidermis getrennt. Das mechanische Gewebe schließt hier also nicht wie in der Scheide an die Epidermis an. Nach oben und unten gehen sie ohne Übergang in den Bast über. Das Kollenchym ist streng auf das Gelenk begrenzt. Mit Chlorzinkjod behandelt, heben sie sich in ihrem Blauviolett sehr schön von den gelben Bastfasern ab. Einzelne Kollenchymfasern oder -Gruppen verholzen jedoch recht zeitig.

Die Leitbündel zeigen gegenüber denen in der Scheide einige Unterschiede. Zunächst sind die Bündel bedeutend kleiner, tangential  $17\text{--}66\ \mu$  (in der Scheide  $50\text{--}80\ \mu$ ). Auch die einzelnen Elemente sind kleiner. An Stelle der üblichen großen seitlichen Tüpfelgefäße treten kleinere Ring- oder Schraubengefäße. Oft liegen mehrere nebeneinander. Der rhexigene Luftgang fehlt. Die Zellen der Leitbündelscheide sind ziemlich dünnwandig und späterhin schwach verholzt.

Eine Stärkescheide umgibt das Leitbündel halbmondförmig und reicht seitlich ein Stück am Kollenchym in die Höhe. Nach innen kann sie bis an die Epidermis reichen, bei kleinen Bündeln auch ganz fehlen. Diese Stärkesicheln überschreiten nur wenig das Gelenk. In der Scheide fehlen sie.

Die Epidermis der *Blattspreite* weist auf der Unterseite am wenigsten Mannigfaltigkeit im Bau auf. Man kann auch hier wieder Streifen über Bast und solche über Parenchym unterscheiden. Die Streifen über Parenchym sind gleichmäßig und bestehen nur aus Langzellen. An der Spitze gehen die gleichmäßigen Streifen in gefelderte über. Es treten nämlich seitwärts der Leitbündel, besonders vom Mittelbündel, Stomata auf. Die Randstreifen ziehen sich häufig auch weiter herab. Die Langzellen sind in der Aufsicht rechteckig und glattwandig, in Bastnähe sind sie gewellt. Sie messen axial  $150\text{--}350\ \mu$ . Im Querschnitt sind sie rechteckig, senkrecht zur Oberfläche gestreckt, die Innenwand ist meist nach innen etwas vorgewölbt. Sie messen hier  $20\text{--}25\ \mu : 33\ \mu$ . Nach dem Bast zu werden sie niedriger ( $17\ \mu$ ) und schmaler. Die radialen Wände sind dünn, die Außenwand dick ( $3\text{--}4\ \mu$ ).

Die Streifen über Bast sind gleichmäßig und führen Lang- und Kurzzellen. Die Breite der Streifen hängt von der Breite der Baststränge ab, die sie bedecken. In der Aufsicht sind sie rektangulär und zeigen glatte verdickte Längswände. Sind die darunterliegenden Bastrippen nur schwach<sup>1)</sup>, so fehlen die schmalen, glattwandigen Zellen, und an ihre Stelle treten die Zellen mit gewellten Wänden, die eigentlich nur seitwärts der Streifen über Bast liegen. Im Querschnitt sind sie rund bis unregelmäßig geformt und messen im Lumen  $3\text{--}8\ \mu$ . Nach der Blattspitze zu gehen viele Kieselkurzzellen in Stachelhaare über. Sie sind als schiefe Stachelhaare zu bezeichnen (24).

<sup>1)</sup> Das betrifft die meisten seitlichen Bastrippen.

Die Abbildung bei STRECKER (72, 73) nach ALVES ist nicht richtig, da hier die subepidermalen Bastrippen als zwischen die Epidermis eingeschaltet gezeichnet sind.

Die Streifen über Parenchym der Oberseite sind gefeldert. Der Medianstreifen besteht nur aus Fächerzellen (cellules bulliformes, Gelenkzellen, Wasserspeicherzellen) und nimmt den Grund der Furche ein. *Cynosurus cristatus* gehört in Gruppe 5 des von DUVAL-JOUBE (12) auf Grund der Gelenkzellenverteilung aufgestellten Systems. Namentlich im Querschnitt treten sie durch ihre auffallende Größe und Form, die schon der gleiche Forscher beschrieben hat, hervor. Die Radialwände sind dünn ( $1 \mu$ ), die Außenwand dick ( $3-3,5 \mu$ ), die Kutikula ist hier so fein gefälteht, daß sie an Schrägschnitten den Eindruck eines Reibeisens macht. In der Aufsicht sind die Gelenkzellen sechseckig bis unregelmäßig langgestreckt. Sie sind ziemlich kurz und breit, verglichen mit den Langzellen der Unterseite, und werden nach den Randfeldern zu länger. Der Medianstreifen ist 1—4 Zellreihen breit. Die Gelenkzellen messen  $80-115 \mu$  in der Länge und  $10-17 \mu$  in der Breite an den Querwänden, in der Mitte  $20-40 \mu$ .

Die Randfelder bestehen aus in der Aufsicht gleichgestalteten Zellen, die häufig kürzer sind. Dazwischen liegen Stomata etwas eingesenkt und von den Langzellen ein wenig überwölbt. Statt Stomata treten in denselben Reihen auch Trichome auf, deren Spitzen nach den Furchen gerichtet sind. Sie sind leicht gekrümmt und kehren ihre konkave Seite gegen die Epidermis. Dann folgen noch einige Langzellenstreifen mit Stachelhaaren. Sie sind im Querschnitt rund. Sie bilden den Übergang zu den Zellen über Bast.

Wo ein Leitbündel ausläuft, verflacht sich die Furche zum nächsten Bündel und die Gelenkzellen verschwinden. Es treten dann zwischen den Langzellen Stachelhaare auf, die zwischen Gelenkzellen nie vorkommen.

Die Langzellen im Streifen über Bast sind ebenfalls langgestreckte, rechteckige Zellen mit seitlich mehr oder weniger vorgewölbten Längswänden; meist sind die Wände glatt, seltener ein wenig gewellt. Sie sind  $80-120 \mu$  lang und an der breitesten Stelle ungefähr  $17 \mu$  breit. Von den Kurzzellen sind vornehmlich die einzelnen knotigen Kieselkurzzellen vorhanden. Ferner treten Haare auf, deren Spitze mehr schräg nach der Blattspitze zu

gerichtet ist. Erst im äußersten Teil der Spreite tritt diese Orientierung ganz deutlich hervor.

Der Blattrand ist mit wenigen kurzen, schiefen Stachelhaaren besetzt, die bald antrors, bald retrors stehen. Nach SCHINDLER (87) sollen sie bei *Cynosurus cristatus* fehlen.

Die Leitbündel sind oval im Querschnitt und ihr größerer Durchmesser ist senkrecht zur Blattoberfläche orientiert und von einer vollständigen Mestomscheide allseitig umschlossen. Bei schwachen Bündeln führt sie gelegentlich Chlorophyll. Die Zellwände sind namentlich auf der Innenseite verdickt und können verholzen. Über dem Gefäßteil sind die Zellen der Scheide häufig größer im Lumen als über dem Siebteil. Im Querschnitt sind sie tangential um das Leitbündel gestreckt und messen am Medianbündel  $3-8 \mu$  :  $2-5 \mu$  im Lumen.

Das Bündel selbst zeigt den bekannten Gramineentypus. In den kleinsten Bündeln fehlen größere Gefäße (tertiäre Bündel).

Bast findet sich ober- und unterseits von jedem Leitbündel und am Rand im Anschluß an die Epidermis. Auf Grund der Verteilung der Baststränge in der Blattspreite hat DUVAL-JOUVE (12) eine Gruppierung in sieben Klassen vorgenommen. *Cynosurus cristatus* gehört in die fünfte Klasse. In SCHWENDENERS (66) Untersuchungen über das mechanische System in bilateralen Organen gehört es seinem dritten Typus an. Die Bastfasern messen im Lumen  $3-8 \mu$  und sind 0,18 bis 0,35 mm lang. Die Stärke der Bastbelege ist sehr wechselnd. An der Mittelrippe ist der Bast unterseits stets stärker als oben, an den seitlichen Bündeln bald oben, bald unten stärker. An den großen seitlichen Leitbündeln ähnelt der Bast mehr dem an den Mittelbündeln.

Zum Typus 9 des assimilatorischen Gewebesystems von HABERLANDT (25) gehört *Cynosurus cristatus*. „Das Assimilationsgewebe besteht gewöhnlich aus Palisadenzellen. Das Ableitungsgewebe begleitet meistens in Form von Parenchymscheiden die parallel verlaufenden Gefäßbündel. Das Zuleitungsgewebe besteht aus quergestreckten Chlorophyll führenden Zellen“.

Das Assimilationsgewebe besteht aus im Querschnitt fast lückenlos aneinanderstoßenden Zellen. Auf der Unterseite sind sie fast ebenso hoch als breit. Es ist in den Halmblättern deutlicher als in den Wurzelblättern ausgebildet. Das Zuleitungsgewebe mit quergestreckten Zellen findet sich nur seitwärts von den Leitbündeln, nicht ober- oder unterwärts. Es läßt im Querschnitt kleine

radial gestreckte Interzellularen zwischen den Zellen. Diese sind radial um das Leitbündel geordnet. Mit ihrer schmalen inneren Seite stoßen sie an die Zellen des Ableitungsgewebes, das wie ein Kranz das Leitbündel umschließt und der Mestomscheide anliegt. Die Parenchym Scheide ist chlorophyllarm, oberwärts chlorophyllfrei mit Ausnahme schwacher Bündel. Im Querschnitt messen ihre Zellen oberseits, wo sie größer sind, 11—20  $\mu$ . Die Parenchym Scheide wird bei größeren Bündeln durch ein „farbloses Gewebe verstärkt, welches sich zwischen ihr und den beiderseitigen Bastbündeln bzw. Epidermis vorfindet“ (25). Es geht ober- wie unterwärts allmählich in das mechanische Gewebe über. Die großlumigen Übergangsglieder bezeichnet BREYMANN (8) als „wasserspeichernden Bast“. Auch beim Medianbündel wird die Verstärkung im Verlaufe nach der Spitze zu schwächer, fehlt zuerst unten, später oben. Auf der Abbildung bei STRECKER (72, 73) fehlt sie vollständig. Der Schnitt müßte demnach durch den distalen Teil der Spreite gelegt worden sein.

Die einzelnen Elemente der Blattspreite sind im Halmblatt am deutlichsten ausgebildet.

Untersuchungen über den anatomischen Bau des Spreitengrundes bei Gramineen sind noch nicht gemacht worden (40).

Der Blattspreitengrund ist abweichend vom übrigen Teil der Spreite gebaut. Der Oberseite fehlen die Rippen und damit auch die Blaszellen. Die Epidermis besteht hier gleichmäßig aus im Querschnitt quadratischen bis rundlichen Zellen von 8—25  $\mu$  im Lumen. Die Wände sind verdickt (Außenwand 5  $\mu$ , Seitenwände 1—2  $\mu$ ). Auf der Außenseite werden die Zellen durch eine fein gefaltete Kutikula, die hier dicker als in der Spreite ist, überzogen. In der Aufsicht sind die Zellen unregelmäßig rechteckig und, wo der Spreitengrund seitwärts um das folgende Blatt herumgreift, langgestreckt. Die Wände sind glatt bis schwach gewellt. In der Mitte sind sie viel kürzer ( $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{6}$ ). Kurzzellen fehlen hier. Über den Kollenchymbündeln sind die Langzellen ein wenig schmaler und länger. Die schiefen Randstachelhaare der Spreite gehen hier in längere gerade über. Stomata fehlen. Verfolgt man die Epidermis der Blattspreite bei ihrem Übergang in den Spreitengrund, so treten an Stelle der Stomata in den Streifen über Parenchym ebenso große rundliche Zellen. In den Streifen über Bast treten an Stelle der Kurzzellen die gleichen rundlichen Zellen,

die sich von jenen, die an Stelle der Stomata treten, nicht unterscheiden lassen.

Auf der Unterseite treffen wir wieder gleichmäßig rechteckige Zellen. Nur an der Mittelrippe, wo der Bast regelmäßig nicht durch Kollenchym verdrängt wird, wenigstens unmittelbar unter der Epidermis, sind die Langzellen schmaler, stark getüpfelt und von zahlreichen Kurzzellen unterbrochen. Auch seitwärts gehen öfters einzelne subepidermale Bastfasern durch den Spreitengrund in die Scheide über. Auch hier treten sofort Kurzzellen zwischen den Langzellen auf. Die Kieselzellen sind langgestreckt und mehrfach stark eingeschnürt wie an der eigentlichen Spreite. In den Massen unterscheiden sie sich nicht wesentlich. Sie sind etwas kürzer. Die Verkieselung ist schwach, und sie geben daher mit Chlorzinkjod ziemlich kräftige Blaufärbung, jedoch immer schwächer als die Langzellen. Auch die Korkzellen geben keine reine Gelbfärbung, sondern ein schmutziges Violett.

Über dem Medianbündel schließt sich an die Epidermis Kollenchym in mehreren Schichten an Stelle des Bastes an. Bast kommt im Spreitengrund auf der Unterseite an der Mittelrippe, manchmal auch seitlich, vor. Im übrigen ist der Bast der Spreite durch Kollenchym ersetzt. Der geringeren mechanischen Leistungsfähigkeit des Kollenchyms entsprechend, nimmt es einen viel breiteren Raum ein. Es kann sich seitwärts ununterbrochen von der Mitte bis zum dritten Bündel hinziehen, manchmal noch weiter. Über den Leitbündeln reicht es bis an die Stärkescheide heran. Hier ist es im Lumen größer (15—20  $\mu$ ) und enthält zahlreiche runde Stärkekörner von 1,5—5  $\mu$  Durchmesser. Das Lumen der Kollenchymzellen an den Prismenköpfen beträgt 5 bis 13  $\mu$ , die tangentialen Wände sind 6—8  $\mu$ , die radialen 3—6  $\mu$  stark. Bei den kleineren Bündeln reicht das Kollenchym nicht bis an diese heran. Das gleiche gilt auch vom Kollenchym der Unterseite.

Das Grundgewebe besteht aus zylindrischen Parenchymzellen, die zahlreiche Interzellulargänge zwischen sich lassen. Sie enthalten kein Chlorophyll, aber zahlreiche Stärkekörner, am meisten in der Nähe des Mittelbündels. Der lichte Durchmesser beträgt 16—33  $\mu$ .

Eine Parenchymscheide in Form einer Stärkescheide umgibt das Leitbündel. Meist ist sie nur oberseits deutlich ausgebildet.

Die Leitbündelscheide ist auch im Spreitengrund deutlich entwickelt. Am Medianbündel besteht sie häufig oberseits sogar aus zwei Schichten. Mit Chlorzinkjod läßt sich an den Zellen eine äußere sich gelb färbende und eine innere sich blau färbende Lamelle unterscheiden. Das Lumen der Zellen schwankt im Querschnitt zwischen 3 und 10  $\mu$ , wobei die Zellen über und unter dem Leitbündel mehr radial, seitlich mehr tangential gestreckt sind.

In den Leitbündeln selbst fällt auf, daß die seitlichen Tüpfelgefäße durch Ringgefäße ersetzt sind. Der rhexigene Luftgang fehlt zumeist, oder er ist sehr klein.

Zusammenfassend kann man sagen, daß der Blattgrund im anatomischen Bau dem Scheidengelenk außerordentlich ähnelt.

#### Das Vorblatt (s. Tafel 4, IX)

Die Zahl der Leitbündel ist sehr schwankend. Außer den beiden größeren Bündeln in den Kielen fand ich im abaxialen Teil noch 2—8. Die Bündel endigen unter Abbiegen nach dem nächst längeren hin, mit dem sie verschmelzen. Das letzte seitliche Bündel mündet in das Hauptbündel am Kiel.

Die Epidermis besteht aus langgestreckten, in der Aufsicht rechteckigen Zellen. Ihre Wandungen sind mäßig verdickt, glatt oder stellenweise schwach gewellt. Hier finden sich auch zahlreiche Kurzzellen, die ebenfalls denen der Blattunterseite entsprechen. Seitlich der Leitbündel finden sich Stomata, jedoch in ziemlich geringer Zahl; nur selten sind hier Kurzzellen anzutreffen. Die auffälligste Erscheinung an dem Vorblatt in der Aufsicht ist jedoch die starke Behaarung. Auf der ganzen Außenseite stehen zwischen den Langzellen lange retrorse Stachelhaare. Sie sind 270  $\mu$  lang. SCHLECHTENDAL (40) faßt sie als Schutz gegen eindringende Feuchtigkeit auf. Vereinzelt kommen dazwischen antrorse Haare vor, doch sind diese niemals so groß. Kurz unter der Spitze erst kehrt sich die Richtung um, indem die Haare hier nach aufwärts zeigen.

Die Innenepidermis besteht nur aus Langzellen. Sie sind ebenso lang wie auf der Außenseite (bis 600  $\mu$ ) und 13—35  $\mu$  breit. Über den Kielen sind die Zellen am größten.

Mit Chlorzinkjod färben sich die Zellen der Außenepidermis schmutzig violett, die Haare gelb, die Innenepidermis und das Parenchym tiefblau.

An die Epidermen schließt sich in den Kielen ein zylindrisches, im Querdurchmesser sehr variables Parenchym mit reichlichen Interzellularräumen an. Der Chlorophyllgehalt ist gering. In den Zellen läßt sich Stärke nachweisen. Seitlich vom Kiel treten Luftgänge wie in den Wurzelblattscheiden auf. Das Parenchym im adaxialen Teil ist knollenchymatisch verdickt, mit dünnen radialen, dicken tangentialen Wänden. Die tangentialen Wände sind zwei- bis dreimal so dick als die radialen. Im abaxialen Teil ist das Parenchym zylindrisch. In beiden Teilen ist es chlorophyllfrei.

Bast findet sich nur auf der Außenseite und stößt an die Epidermis, und zwar an den Kielen, ohne jemals die Leitbündel wie in der Blattspreite zu erreichen, ferner auf der Außenseite jedes Leitbündels des abaxialen Teiles und als Scheide bei den größeren Bündeln.

Die Leitbündel zeigen denselben Bau, wie er für Gramineen typisch ist. Der rhexigene Luftgang fehlt.

#### Der Halm (s. Tafel 4, X—XI)

Die Streifen über Bast sind gleichmäßig. Sie enthalten Langzellen in ziemlich regelmäßigem Wechsel mit Kurzzellen. Die Langzellen sind rechteckig, glattwandig, schmaler, weniger tief und länger als über dem Parenchym. Sie messen axial (110—) 220 (—400)  $\mu$ , tangential 4—6  $\mu$ , radial 3—4  $\mu$ . Dazwischen treten Kurzzellen auf, die nach der Mitte zu seltener werden.

Die Streifen über Parenchym sind gefeldert. Sie bestehen aus zwei stomatafreien Randfeldern und einem stomataführenden Medianfeld. Es sind am Halm also Rand- und Mittelfelder miteinander vertauscht gegenüber der Blattspreite. Die Randfelder sind 2—3 Zellreihen breit und bestehen abwechselnd aus Langzellen und Kurzzellenpaaren. Die Mittelfelder führen nur wenige Kurzzellen, und die Langzellen sind durch Stomata unterbrochen. Die Langzellen besitzen gewellte Wände und sind breiter, tiefer, aber kürzer als über Bast. Sie messen 83—130  $\mu$  in der Länge in den Medianfeldern und 8—10  $\mu$  in der Breite. In den Randfeldern nähern sie sich in den Dimensionen mehr den Langzellen in den Streifen über Bast. Ebenso nimmt die Wellung der Membranen ab. Die Zahl der Spaltöffnungen im Internodium nimmt von unten nach oben mit der Breitenzunahme der Chlorophyllstreifen zu, aber ebenfalls auf die Flächeneinheit berechnet. Natürlich ist

auch die absolute Zahl der Stomata in einem höheren Internodium größer als in einem niederen.

An die Epidermis können sich nun verschiedene Gewebearten anschließen. Für die Schilderung eines Halmquerschnittbildes ist es deshalb von großer Bedeutung, die Stelle zu bezeichnen, durch die der Schnitt gelegt wurde. Meist fehlen diesbezügliche Bemerkungen. SCHWENDENER (66) macht darauf aufmerksam: „Und wie für die einzelnen Glieder, so bestehen merkliche Unterschiede zwischen unten und oben auch für den ganzen Halm“. Die Unterschiede beruhen vornehmlich auf einer wechselnden Stärke in der Ausbildung des Parenchyms und des Bastes.

In den untersten Internodien folgt auf die Epidermis ein Ring von schwach verdickten zylindrischen Parenchymzellen, die sich mit Chlorzinkjod schmutzig violett färben und kein Chlorophyll führen. Reichliche Interzellularräume bleiben zwischen denselben frei. Dieser Parenchymring wird im oberen Ende des Internodiums mehrfach von dem darunterliegenden Bastring durchbrochen. Nur selten geht die Entwicklung jedoch bis zu Typus III vor. Die Parenchymzellen der Rinde messen 6—18  $\mu$  im Durchmesser. Die Stärke des Ringes ist 2—4 Schichten. Später wird das Rindenparenchym teilweise zerstört, ähnlich wie in der Wurzel.

Nicht scharf abgesetzt, sondern durch einige Übergangsglieder verbunden, schließt sich der Bastring an. Nahezu interzellularenfrei schließen sich die Zellen aneinander. In den Ring sind kleine Leitbündel eingestreut, die auf einem Kreis liegen. Ein zweiter Kreis größerer Bündel liegt dem Bast auf der Innenseite an, ohne daß der Bast die einzelnen Bündel immer voll umschließt. Die Mitte des Halmes ist mit dünnwandigem, großlumigem Markparenchym erfüllt, das hier nur selten einen Hohlraum aufweist.

In den oberen Internodien folgt auf das meristematische Gewebe sehr bald unter der Epidermis eine Gliederung in Parenchym und Bast. Das Parenchym wird vom Bastring durchbrochen, der sich der Epidermis anlegt. Vom Parenchym bleiben nur kleine, im Querschnitt dreieckige Streifen erhalten, die ihre kleinste Seite dem Leitbündel zukehren, jedoch von demselben durch Bast getrennt sind. Verfolgt man diese Streifen weiter, so tritt Chlorophyll in den Zellen auf, und schließlich geht das Gewebe in echtes, dünnwandiges Assimilationsparenchym über. Die zylindrische Form weicht im Querschnitt unregelmäßigen Gebilden. Die äußerste Schicht besteht aus mehr oder weniger deutlichen Pali-

sadenzellen, die innerste aus axial gestreckten Zellen. Interzellularen sind reichlich vorhanden (Längsschnitt). Auch die im Querschnitt dreieckige Form der Streifen verschwindet durch Verschmelzung zweier zu beiden Seiten eines Leitbündels gelegener Streifen miteinander. Diese breiteren Streifen zeigen im Querschnitt spindelförmige Gestalt und sind schon dem unbewaffneten Auge äußerlich leicht kenntlich. Schließlich verschmelzen auch sie noch miteinander, so daß unterhalb der Infloreszenz ein geschlossener Zylinder von Assimilationsparenchym anzutreffen ist.

Entgegengesetzt wie das Parenchym verhält sich der Bast. „Das mechanische Prinzip beansprucht eine peripherische Zone für die Aufstellung der widerstandsfähigen Elemente; auf die nämliche Zone sind aber auch, um das nächstliegende Beispiel voranzustellen, die assimilierenden Zellen angewiesen, weil sie hier offenbar die günstigsten Bedingungen der Lichtwirkung finden.“

„Im Längsverlauf der mechanischen und der assimilierenden Gewebe kann nun aber das Verhältnis der Wichtigkeit zwischen diesen beiden Funktionen sich ändern“ (66). Wie schon erwähnt, durchbricht der Bast den Parenchymring und legt sich an mehreren Stellen der Epidermis an, und zwar jeweils über einem äußeren Leitbündel und zwischen den einzelnen Leitbündeln. Damit hat der Bastring bei *Cynosurus cristatus* seine größte Ausdehnung erreicht (gerippter Hohlzylinder, SCHWENDENERS Typus II). Über den äußeren Bündeln, die hier vollkommen vom Bast umschlossen sind, nimmt er zuerst wieder ab (III) und nach Vereinigung der schmalen zu breiten Chlorophyllstreifen verbleiben nur noch einige Faserbündel unter der Epidermis. Indem dann die breiten Streifen auch noch verschmelzen, verdrängen sie den Bast aus der peripheren Zone vollständig. Es liegen nun innen ein Bastring und ohne Verbindung mit diesem einige Baststränge über den äußeren Bündeln im Parenchym unter der Epidermis.

In jedem einzelnen Internodium wiederholt sich nun dasselbe, wenigstens in den Anfangsstadien; doch wird am Ende eines jeden Internodiums eine höhere Stufe erreicht. So ist z. B. Ende des dritten Internodiums von oben das Parenchym chlorophyllhaltig, bildet aber noch schmale Streifen; Ende des zweiten Internodiums haben sich nach Durchlaufen der vorhergehenden Stadien zwei Bänder zu einem breiten vereinigt und umschließen einige Bastfasern unter der Epidermis; Ende des ersten Internodiums, das die Infloreszenz trägt, geht es über dieses Stadium hinweg zur

**Bildung eines Zylinders von Assimilationsparenchym und eines darunterliegenden Bastzylinders.**

In dem von der Blattscheide umschlossenen Teil des Internodiums gehört die Peripherie mehr dem Bast, im freien Teil dem Assimilationsparenchym.

Die Länge der Bastfasern beträgt bis über 1,5 mm.

Die Gefäßbündel sind in zwei Kreise geordnet. Die äußeren Bündel sind kleiner und mehr tangential gestreckt, als die größeren inneren, die sich mehr radial ausdehnen. Die Bündel selbst zeigen den von Russow (60) beschriebenen Gramineentypus mit großem rhexigenem Luftgang, der nur selten fehlt. Median nach innen liegen zwei, seltener ein oder drei Ringgefäße. Sind drei vorhanden, so fehlt der Luftgang. Die äußeren Bündel sind nur in den Stadien I (meist) und II allseitig vom Bastring umschlossen, immer jedoch auf der Innenseite an den Bastring angelehnt. Die inneren Bündel sind in den Stadien I und III nicht immer an den Bastring angeschlossen. Häufig bilden sie an der Basis eines Internodiums einen nahezu geschlossenen Zylinder, der ohne Verbindung mit dem Bastring ist. SCHWENDENER (66) beobachtete das gleiche bei anderen Gräsern: „ . . . höchstens in den unteren Internodien etwas tiefer ins Mark vorgeschoben und dann isoliert“. Immer sind die Bündel jedoch in ein Gewebe eingebettet, das Reaktionen auf Verholzung gibt. Verholzung zeigen ferner die großen Gefäße, die durch eine Brücke aus englumigen, dickwandigen verholzten Elementen verbunden sind. Diese Brücke verbindet den Gefäßteil mit dem Siebteil, der keinerlei Verholzung zeigt. Eine eigentliche Leitbündelscheide fehlt. Soweit die äußeren Bündel an Assimilationsparenchym stoßen, ist hier eine deutliche Scheide entwickelt.

Die Stärke der Bündel nimmt von unten nach oben ab. Ebenso nimmt die Zahl der Bündel in den Internodien ab.

1. Internodium von oben: 12—24 Leitbündel
2. Internodium von oben: 12—30 Leitbündel
3. Internodium von oben: 12—33 Leitbündel
4. Internodium von oben: 16—38 Leitbündel.

Durch Übergangsglieder ist der Bastring wieder nach innen mit dem Mark verbunden. Die Zellen des Markparenchyms sind dünnwandig, zylindrisch und messen im Durchmesser 30—60  $\mu$ . In der Mitte des Halmes wird es frühzeitig zerstört und der Halm wird hohl.

Rinden- wie Markparenchym geben mit Chlorzinkjod Cellulosefärbung, die bei ersterem häufig nicht rein ist.

**Die Infloreszenzachse und ihre Verzweigungen** (s. Tafel 4, XII)

Die Anatomie der Infloreszenzachse gleicht im wesentlichen der des Halmes.

In der Epidermis lassen sich wieder Streifen über Parenchym und über Bast unterscheiden. Ein Unterschied besteht darin, daß außer den Kurzzellen über Bast hier alle Übergänge zu Papillen und Haaren vorhanden sind, wie an den Spelzen, was am Halm niemals zu beobachten ist. Der größte Teil des von der Epidermis umschlossenen Gewebes besteht aus Bast. Schmale Bänder von Assimilationsparenchym ziehen sich an den Seiten entlang und werden verschiedentlich durch Bast in mehrere kleinere Streifen zerteilt. Im unteren Teil der Infloreszenzaxe findet sich im Zentrum ein schwaches Markparenchym, um das sich ein Ring größerer Leitbündel von gleichem Bau wie im Halm, doch in der Form verzerrt, gruppiert. Eine Markhöhle fehlt. Höher hinauf nimmt die Zahl der Leitbündel ab, die Bündel rücken dicht zusammen, und das Markparenchym verschwindet. Seitwärts finden sich noch sehr kleine Bündel im Bast verstreut. Sie treten in die Seitenzweige über. Ein Teil der großen Gefäßbündel tritt nach Teilung ebenfalls in die Seitenzweige ein.

Der Seitenzweig erster Ordnung ist dreiseitig und die eine Seite gewölbt. Auf der ab- und adaxialen Seite findet sich ein Chlorophyllband. Im Zentrum stehen einige Leitbündel so dicht aneinandergedrängt, daß ihre Zahl sich nicht genau bestimmen läßt (etwa 4–5). Sie umschließen ein schwaches Markparenchym. Der übrige Teil ist von Bast erfüllt. Auf der abaxialen Seite liegen ca. vier sehr kleine Leitbündel in einer Reihe eingestreut. Sie gehen in das Stielchen des sterilen Ährchens über. Sie führen keine größeren Gefäße.

Das Stielchen des fertilen Ährchens ist ganz ähnlich gebaut, aber kleiner im Durchmesser. Das Parenchym erfährt durch Verbreiterung der Streifen eine Zunahme. Die kleine abaxiale Leitbündelreihe fehlt natürlich.

Das Stielchen des sterilen Ährchens ist im Querschnitt oval und besitzt nur sehr wenig Parenchym. Es liegt ein schmaler Streifen auf der abaxialen Seite. Etwa auf dem größeren Durch-

messer liegen vier Leitbündel, von denen die beiden mittleren größer sind. Den übrigen Raum erfüllt Bast.

Die Epidermiselemente der Seitenzweige sind die gleichen wie an der Infloreszenzachse.

Das Stielchen des sterilen Ährchens besitzt eine drei- bis viermal so große Masse als das des fertilen. Die einzelnen Elemente der Leitbündel sind aber im Stielchen des sterilen Ährchens schwächer.

Zwischen der Infloreszenzaxe und den Seitenzweigen, sowie zwischen den Seitenzweigen befinden sich Gelenkpolster. Bei *Cynosurus cristatus* besteht ein solches Polster nur aus dünnwandigen (83) farblosen Zellen, die in der Richtung der Ab spreizung des Seitenastes gestreckt sind. Sie geben reine Cellulose-Reaktion. Zu beiden Seiten grenzt das Polster unmittelbar an Bast.

#### Das sterile Ährchen (s. Tafel 3, XIV)

Die Außenepidermis über Parenchym der sterilen Spelzen besteht aus langen rektangulären bis zylindrischen Zellen von 100 bis 300  $\mu$  Länge und einem tangentialen Durchmesser von 5 bis 11  $\mu$ . Die Längswände weisen schwache Wellung und Tüpfelung auf und sind nur wenig verdickt. Nach der Basis der Spelze zu sind sie glattwandig und etwa 1,5  $\mu$  dick. Zwischen den Langzellen treten reichlich Kurzzellen auf, von denen die Korkzellen vorherrschend quadratische, die Kieselzellen querovale Formen in der Aufsicht zeigen. Seitwärts vom Leitbündel treten Spaltöffnungen auf, deren jeweilige Zahl außerordentlich schwankend ist. Bei 12 Zählungen an sterilen Spelzen (es wurden dazu nur die beiden untersten Spelzen eines sterilen Ährchens verwandt und dabei außerdem mehrere Pflanzen untersucht) schwankte die Zahl zwischen 2 und 17 Stomata auf einer Seite. Zwischen der der Achse zugewandten und der abgewandten Unterseite konnte ich dabei keine Verschiedenheiten feststellen. Sie sind meist in ein oder zwei Reihen angeordnet und reichen sehr verschieden weit von der Spitze zur Basis herab. An den gleichen Spelzen waren sie im obersten Achtel bis in den obersten vier Fünfteln der Spelzenlänge anzutreffen. Gegen die Spitze zu stehen sie dichter beisammen, auch in zwei Reihen und rücken nach der Basis zu weiter auseinander. Ferner treten vereinzelt Stachelhaare zwischen den Langzellen auf.

Schließlich ist noch einer Gruppe von Zellen zu gedenken, die sowohl über Parenchym, als auch am Kiel vorkommen und die den Übergang von den Kurzzellen zu den Haaren bilden. Über diese soll des Näheren bei der Deckspelze gesprochen werden, wo sie, wie auch an der Vorspelze, sehr zahlreich vertreten sind.

Über dem Kiel sind die Epidermislangzellen glatt, dickwandig ( $1,5 \mu$ ) und getüpfelt. Der Kiel ist mit großen, verkieselten Haaren besetzt, deren Spitze nach der Spitze der Spelze gerichtet ist. Nach der Basis zu werden sie kleiner und gehen in kurze, pyramidenförmige Trichome über.

Der häutige Rand besteht nur aus einer Zellschicht. Neben rektangulären treten Zellen mit schiefen Querwänden auf, die den Übergang zu den prosenchymatischen Zellen bilden, die sehr häufig sind. Die Wände sind sehr dünn und schwach gewellt.

An die Epidermis schließt sich eine Zellreihe Bast, der am Kiel mehrschichtig wird. Der Bast durchzieht die Spelze von der Basis in ungefähr zwei Drittel ihrer Länge. Neben kürzeren finden sich Zellen bis  $900 \mu$  Länge. Ähnlich wie in der Spreite tritt der Bast höher hinauf vom Leitbündel zurück, so daß es ganz von Parenchym umschlossen liegt. Den übrigen Raum zwischen den Epidermen erfüllt Assimilationsparenchym, das in seiner Anordnung gegenüber der Spreite keine Besonderheiten bietet.

Nicht genau in der Spelzendicke, sondern mehr nach außen gelagert findet sich, innerseitig von Parenchym, außenseitig von Bast umschlossen, ein kleines Leitbündel. Von einer eigentlichen Leitbündelscheide kann man hier nicht gut reden.

Die Innenepidermis zeigt im Querschnitt rechteckige bis quadratische Zellen, die bald senkrecht, bald parallel zur Spelzenoberfläche gestreckt sind. Die Wände sind bis auf die Außenwand, die dicker ist ( $3-4 \mu$ ), ungefähr gleich dünn. Die Zellen sind groß, sobald vom Rande begonnen Chlorophyll auftritt; nach der Tiefe des Einschnittes zu werden sie allmählich kleiner und zeigen hier zwei Reihen von Stomata. Außerdem treten hier antrorse Haare auf. In der Aufsicht sind die Langzellen rechteckig, langgestreckt und glatt. Sie messen  $150-300 \mu$ . Die Wände sind dünn und nicht getüpfelt.

Zwischen den sterilen Spelzen und den Laubblättern steriler Ährchen (s. Viviparie) finden sich große Spelzen, die ich als „Scheidenspelzen“ bezeichnen möchte. Diese Spelzen sind kräftiger als die übrigen. Der Rücken ist nicht mehr scharf gekielt, sondern

gerundet. Statt einem treten drei oder fünf Leitbündel auf. Die einfache Bastlage unter der Epidermis ist im unteren Teil der Spelze mehrschichtig und weicht nach oben verlaufend dermaßen auseinander, daß nur unter den Leitbündeln wie in der Scheide hypodermale Bastrippen verlaufen. Oberseits fehlen sie. An die Innenepidermis schließen sich ein bis zwei Reihen farbloser Parenchymzellen. Die Außenepidermis führt noch Papillen, wie sie am Blatt nirgends vorkommen und weist auch so auf den Spelzencharakter hin. Im anatomischen Bau ähneln sie also eher der Blattscheide.

#### Die Hüllspelze (s. Tafel 3, XIII)

Über die Hüllspelzen ist nicht mehr viel zu sagen, nachdem die Spelzen der sterilen Ährchen besprochen worden sind. Die Epidermis weist keinerlei Unterschiede bei der Betrachtung in der Aufsicht auf. Im Querschnitt sind die Langzellen meist fünfeckig und kehren die längste Seite nach außen. Darüber liegt eine dicke Kutikula. Sie zeigt eine deutliche Schichtung. Über den radialen Wänden bildet sie schwache Hervorwölbungen. In Kalilauge quillt sie so stark auf, daß sie das Lumen der Epidermiszellen fast erfüllt.

Das Hauptunterscheidungsmerkmal zwischen der Hüllspelze und der Spelze eines sterilen Ährchens betrifft den Bast. Hier füllt der Bast nur den Kiel, ohne sich unter der Epidermis seitwärts auszubreiten. Selbst an der Basis findet sich nur ein axial gestrecktes Parenchym.

Die Epidermis der Innenseite ist im Querschnitt meist nur in der Tiefe deutlich anzutreffen. Nach den Rändern zu ist sie meist zusammengefallen. In der Mitte der Oberseite sind die Zellen tiefer als breit, nach dem Rande hin wird das Verhältnis ein umgekehrtes. Als Maß kann ungefähr gelten 16—20 : 11—16  $\mu$ . Wesentlich zahlreicher als an den sterilen Spelzen treten hier lange Stachelhaare auf, die nach aufwärts gerichtet sind. Dafür ist die Zahl der Stomata geringer.

#### Die Deckspelze (s. Tafel 3, XV)

Die Epidermis der Außenseite zeichnet sich durch große Mannigfaltigkeit ihrer Elemente aus. Über dem häutigen Rand besteht sie aus Zellen mit dünnen gewellten Wandungen von 50 bis 165  $\mu$  Länge und 8—11  $\mu$  Breite. Im allgemeinen sind sie rechteckig in der Aufsicht, vielfach auch prosenchymatisch zugespitzt.

Dazwischen liegen unregelmäßig eingeschaltet gepaarte und einzelne Kork- und Kieselkurzzellen. Sie sind quadratisch bis rechteckig, längs- oder quergestreckt, die Kieselzellen auch queroval. Häufig sind sie am häutigen Rande oben anzutreffen, unten nur selten. Ferner finden sich hier Stachelhaare mit nach aufwärts gerichteter Spitze. Nach der Basis zu treten mehr verkümmerte Haare auf. Unmittelbar unter der Granne sind die Epidermiszellen auf einem kurzen Feld unregelmäßig geformt und langgestreckt. Ihre Wände sind breit und dick und stark getüpfelt. Ziemlich plötzlich gehen sie in dünne gewellte Wände über.

Im übrigen Teil der Spelze ist das Lumen der Epidermislangzellen durch Verwachsung ihrer Wände verschwunden. Im Querschnitt bildet die Epidermis eine dicke gleichmäßige Schicht, in die Haare und Papillen eingesenkt sind. Durch Quellungsmittel kann man ein schwaches Lumen sichtbar machen. Die radialen Wände treten an guten Schnitten dabei ganz gut hervor. Die Zellen sind gewölbt und kehren die konkave Seite nach außen. Darüber hin zieht sich eine kräftige Kutikula, die über den radialen Wänden Höcker bildet.

Dementsprechend sind die Langzellen in der Aufsicht nur durch die Leisten der Kutikula im Umriß zu erkennen. Durch Kalilauge kann man die hin und her geschlängelte Mittellamelle sichtbar machen. Die zickzackförmigen Leisten der Kutikula sind in den Bögen jeweils stärker. Die Verdickung kann so weit gehen, daß eine „trommelschlägelartige“ Bildung wie bei Haferspelzen (16) entsteht. An mazerierten Epidermiszellen gewahrt man auf der Innenseite kleine Vertiefungen, in die die sägezahnartigen Fortsätze des hypodermalen Bastes eingreifen (34, 35). Im Grunde genommen ist die Form der Langzellen rechteckig, aber durch die massenhafte Entwicklung von Haaren und haarähnlichen Gebilden ist die Zellform verschoben. In der Mitte der Spelzenlänge messen die Langzellen 25—30  $\mu$ , vereinzelt sogar nur 5  $\mu$  in der Länge.

Verfolgt man die Haare nach abwärts, so gewahrt man, daß die Erhebungen über die Epidermisoberfläche immer geringer werden und schließlich ganz fortfallen. Dabei bewahren die Zellen jedoch den Charakter des Haarfußes mit Tüpfelung der Außenwand. Sie sind ein Übergangsglied von den Haaren zu den Kurzzellen. Daß es solche Übergänge gibt, beobachtete schon v. HÖHNEL: „Vor allem findet man alle möglichen Übergänge zwischen den großen Kieselzellen und den einzelligen Haaren“ (35). PFITZER (57)

nimmt an, daß die Spaltöffnungsmutterzellen „sich dann entweder zu Spaltöffnungen oder zu wahren Trichomen zu entwickeln vermögen oder aber als Kurzzellen in dieser Ausbildung stehen bleiben“. Diese Bemerkung bezieht sich allerdings auf Laubblätter. MÖLLER (54) spricht bei den Gerstenspelzen von Zellen, die „klein rundlich und zu kegelförmigen Härchen emporgewachsen“ sind. Auch gibt er Abbildungen im Querschnitt und in der Aufsicht. Beim Hafer bildet er mehrere Formen dieser „rundlichen Zellen“ ab. Beim Taumelloch hebt er zum erstenmal hervor, daß die Zellen dicht getüpfelt sind. FORMANEK (16) gibt für letzteren noch an, daß sie „reichlich vorhanden“ sind und daß auf 1000  $\mu$  in der Länge durchschnittlich 15 solcher Zellen entfallen. Nach außen sind sie glatt, „im Innern aber papillenartig gebaut“. Außerdem erwähnt er „kurze, konische, dickwandige Haare“. Beim Flughaferspelz hebt er hervor, daß hier Kurzzellen vorkommen, „welche auch in kurze konische Haare auslaufen“. FROHNMEYER (18) hat die gleichen Gebilde „bei verschiedenen Phleumarten gefunden, besonders im oberen Teil der Internodien“. Sie sind „eine Art Papille, die sich kegelförmig nach außen und halbmondförmig nach innen wölbt“. Er nimmt an, daß die Gebilde bisher noch nicht beschrieben worden sind. Da er sich mit den Kieselszellen der Internodien beschäftigt hat, sind ihm sicher die Untersuchungen über die Spelzen unbekannt geblieben. Ihm kommt es darauf an, zu zeigen, daß auch hier Zellulose die Grundlage der Verkieselung bildet. Daß es sich am Internodium um die gleichen Gebilde handelt, ergibt der Vergleich mit seinen Angaben. HESSING (31) erwähnt bei *Lolium* Papillen, die „op eene elliptische Basis bij *L. p.* zich tot eene hoogte van 3 tot 4  $\mu$ , bij *L. multif.*, *tem.* en *remot.* soms tot eene hoogte van 6  $\mu$  verheffen“. Die Tüpfelung wird nicht erwähnt. Er gibt Abbildungen im Querschnitt und in der Aufsicht.

In der Aufsicht sind die Zellen rund und nach aufwärts werden sie oval. Ebenso steigt ihre Größe von 10  $\mu$  zu der normaler Haare an. In der Breite übertreffen sie die Langzellen bis um das Vierfache. Durch ihr starkes Wachstum drücken sie die Langzellen zusammen. Die Wände der Zellen sind wesentlich stärker verdickt als die der Langzellen. Die Verdickung kann bis nahezu zum Schwund des Lumens führen; doch scheint das ziemlich selten zu sein. Besonders auffällig ist die starke Tüpfelung der Außenwand. Die Mitte ist meist tüpfelfrei. Die Tüpfel sind kreisrund;

die länglichen Tüpfel in der Nähe der Wandung sind nur optisch verzerrt.

Auf Zusatz von Chlorzinkjod erhält man etwa in der Mitte bei vielen der Papillen eine tiefblaue Färbung. Ein Teil bleibt farblos. Der übrige Teil färbt sich gelb bis violett. Nach Behandlung mit Flußsäure färben sich alle Papillen in der Mitte tiefblau. Die Verkieselung erfolgt später als in den Kieselzellen; denn diese waren schon vollständig verkieselt, als viele der Papillen noch Zellulosereaktion gaben. Sie beginnt an der Spitze. Hier beobachtete ich auch gelegentlich Verkieselung als „sandig poröse Masse“. Schließlich kann das ganze Gebilde samt den Tüpfeln verkieselnd.

Stomata sind in der Außenepidermis nur sehr wenige anzutreffen. Nur vereinzelt stehen sie an der Spitze. Bei der Gerste (52) und *Panicum miliaceum* (35) fehlen sie der Außenepidermis der Deckspelze vollkommen.

An die Außenepidermis schließt sich nach innen eine 1—2 Zellreihen umfassende Lage von Bast an. Die einzelnen Fasern sind beträchtlich lang (160—600  $\mu$ ). Das Lumen der im Querschnitt unregelmäßig geformten Zellen beträgt 8—13  $\mu$ , die Wandstärke etwa 2  $\mu$ . Sie zeigen sägezahnartige Fortsätze. Eine so regelmäßige Anordnung wie bei *Oryza* ist hier nicht zu beobachten. Vereinzelt fand ich auch doppelt sägezahnartige Zellen nach Mazeration.

Auf den Bast folgt ein 1—3schichtiges Assimilationsparenchym. Seitlich der Leitbündel ist es am stärksten und nimmt nach den Seiten ab. Der größte Teil der Leitbündel liegt von Parenchym umschlossen, der Rest grenzt an den Bast. Eine eigentliche Leitbündelscheide sowie größere Gefäße fehlen. Einzelheiten sind in den sehr kleinen Bündeln nicht zu erkennen.

Nach innen wird die Deckspelze durch eine Epidermis abgeschlossen, deren einzelne Zellen zur Zeit der Blüte im Querschnitt nur noch über den Leitbündeln zu erkennen sind. Im übrigen Teil sind sie zusammengedrückt. Die Zellen messen 8—13 : 10—13  $\mu$  und sind tangential gestreckt. Die Wände sind dünn, und die Außenwand ist ein wenig dicker. In der Aufsicht sind sie rechteckig langgestreckt mit fast glatten Wänden. Ihre Länge beträgt 160—270  $\mu$ . Seitlich der Leitbündel treten Stomata und Haare zwischen den Langzellen auf, über den Leitbündeln nur die letzteren. Die Haare reichen von der Spitze bis etwa zur Hälfte herab, die Spaltöffnungen bis fast zur Basis.

**Die Vorspelze** (s. Tafel 3, XVI)

Gleicht die Hüllspelze in vieler Beziehung der sterilen Spelze, so die Vorspelze der Deckspelze. Sie ist in allem nur eine feinere Wiederholung der Deckspelze.

Die Epidermis der Außenseite bietet keinerlei Unterschiede gegenüber der Deckspelze. Auffallend war eine Bemerkung, daß „die dunkelbraune Vorspelze überall mit feinen glänzenden (Harz-?)pünktchen besetzt“ (70) sei. Andere sprechen von „drüsig punktiert“ (78, 81) oder gar von „Drüsenhaaren“ (42). Betrachtet man die Vorspelze bei sehr schwacher Vergrößerung in durchfallendem Licht, so fallen dem Beobachter in der Tat hellglänzende Pünktchen ins Auge. Benutzt man stärkere Vergrößerungen, etwa 360fach, so erkennt man, daß die hellglänzenden Pünktchen jene schon beschriebenen flach-kegelförmigen Papillen sind. Die vermeintlichen Harztröpfchen sind also kleine, papillöse, verkieselte Zellulosehöcker. Infolge ihrer krummen Oberfläche wirken sie optisch als Linsen und erscheinen so bei schwacher Vergrößerung als leuchtende Pünktchen. Da dieselben Zellen aber auch auf der Deckspelze vorhanden sind, müßte man dort die gleichen Erscheinungen beobachten können, STEBLER (70), der offenbar zur Untersuchung die Spelzen von den reifen Früchten ablöste, schreibt aber nur, daß die Deckspelze „oberwärts sehr rauhborstig, unterwärts fein punktiert“ sei. Wenn man hier nicht das gleiche beobachtet, so liegt das daran, daß die Deckspelze viel kräftiger gebaut ist. Der Bast ist ungefähr doppelt bis dreimal so stark, das Parenchym ebenso. Hellt man die Deckspelze durch Erwärmen in Kalilauge auf, so treten ebenfalls die hellglänzenden Pünktchen auf.

Auf einer oder zu beiden Seiten der Kiele finden sich Stomata in ein oder zwei Reihen eingestreut. Ihre Zahl nimmt auf die Flächeneinheit wie bei allen Spelzen von der Spitze nach der Basis hin ab. Ihre Anzahl ist auch hier sehr schwankend, doch höher als an anderen Spelzen (über 20). Außer der Größe der Spelze ist die Zahl noch von der Qualität der Spelze abhängig, nämlich ob es sich um eine Spelze aus dem ersten, zweiten usw. Blütchen handelt.

Der Bast ist auf der Rückenseite nur einschichtig und wird nach den Leitbündeln zu mehrschichtig, umgibt in mehreren Zelllagen das Leitbündel auf der Außenseite und geht auf dem Seitenflügel wieder in eine Schicht über. Auch hier ist die der Epidermis zugekehrte Seite der Fasern sägezählig.

Das anschließende Parenchym ist gleichfalls einschichtig. Auf der Rückenseite ist es farblos. Die Zellen sind annähernd zylindrisch, im Querschnitt etwas tangential gestreckt. Sie weisen zahlreiche Interzellulargänge in der Längsrichtung auf, die nach Aufhellung in Chloralhydrat deutlich zu erkennen sind. Am Kiel wird das Parenchym mehrschichtig und chlorophyllhaltig und umschließt das Leitbündel innenseitig. In den Seitenflügeln ist es wieder einschichtig.

Nach innen wird die Vorspelze durch eine großlumige, dünnwandige Epidermis, die die halbe Dicke der Spelze oder mehr ausmacht, abgeschlossen. Sie besteht aus rektangulären Zellen, die im Querschnitt radial gestreckt sind. Auffallend ist, daß die Zellen über dem Leitbündel kleiner sind, wenn man sie vor der Blüte untersucht. Nach der Blüte fand ich die Zellen noch turgeszent und tangential gestreckt, während die übrigen Epidermiszellen kollabiert waren. Vielleicht tragen sie mit dazu bei, den Antheren den Austritt zu erleichtern.

#### Die Frucht (s. Tafel 3, XVII)

Das Endosperm besteht aus dünnwandigen Zellen, die mit Stärkekörnern dicht angefüllt sind. Diese sind rund und zusammengesetzt. Die Teilkörnchen sind fünf- bis sechseckig (etwa  $1 \mu$ ). Die Aleuronzellen sind dickwandig und mit einer körnigen Masse erfüllt. In der Aufsicht sind sie unregelmäßig, vieleckig, im Querschnitt quadratisch bis rechteckig. An die Aleuronzellen schließen sich zwei sehr dünne gleichmäßige Schichten, die am reifen Samen keine Einzelheiten erkennen lassen. Die erste färbt sich mit Methylviolett intensiv, die zweite, die Samenhaut, bleibt farblos bis gelblich und ist stark lichtbrechend. Hierauf folgt ein aus meist quergestreckten Zellen bestehendes Schwammparenchym mit großen quergestreckten Interzellularen (im reifen Samen sind die Schichten meist zerdrückt, selten deutlich erkennbar). Es ist zwei bis sieben Zellreihen stark und dünnwandig. Nach Behandlung mit Kalilauge oder Chloralhydrat ist es auch in der Durchsicht sehr klar. Den Abschluß bildet eine Epidermis aus langgestreckten, rechteckigen, gelegentlich prosenchymatisch verjüngten Zellen. Im Querschnitt sind sie quadratisch. Die Außenwand ist dicker als die übrigen Wände.

HARZ (28) gibt an: „Äußere Epidermis und darunterfolgende ein bis drei Zellschichten sehr stark verdickt, mit sehr kleinem Lumen, darunter nach innen ein bis zwei Schichten dünnen Par-

enchyms, sodann die wenig verdickte innere Oberhaut. Samenschale ohne besondere Eigentümlichkeiten, wie gewöhnlich tangential stark zusammengedrückt.“ Da mir Samen in jüngeren Stadien zur Zeit der Untersuchung nicht zur Verfügung stand, kann ich den Widerspruch nicht recht erklären.

### Viviparie

Herr Geheimrat von GOEBEL wies mich gleich zu Beginn meiner Arbeiten auf die Eigentümlichkeit des Vorkommens von sterilen Ährchen hin, über deren Funktion nichts bekannt sei.

In der Literatur werden sie als „Deckblättchen“ (30, 50, 78), „fehlschlagende Ährchen“ (4, 29), „blütenlose Ährchen“ (76, 60), „unfruchtbare Ährchen“ (70) oder „kammförmige gefiederte Hüllblätter“ (19) bezeichnet. Ferner wird von einer „kammförmigen Hülle“ (4, 29) gesprochen, die die Gesamtheit der sterilen Ährchen bildet. Die Auffassung ist also nicht einheitlich. Mit der Bezeichnung „Hülle“ verbindet man eigentlich die Vorstellung eines Schutzes. Ob man tatsächlich an einen Schutz gedacht hat, entzieht sich meiner Kenntnis. Einen Schutz gegen Schneckenfraß bilden sie jedenfalls nicht, wie ich erst in Erwägung zog, denn recht häufig konnte ich beobachten, daß kleine Nacktschnecken die sterilen und fertilen Ährchen, ja selbst die Spindel zerfressen hatten.

Die anatomische Untersuchung ließ Schlüsse in irgendeiner Richtung nicht zu.

Ich zog deshalb die Entwicklungsgeschichte (s. Tafel 3, XVIII) heran, um insbesondere die Entwicklung der sterilen Ährchen kennenzulernen.

Die Entwicklung der Infloreszenz beginnt mit der Streckung des Vegetationskegels, auf dem sich starke Hervorwölbungen zeigen. Es sind die Primordien der Seitenzweige. Die Teilinfloreszenzen der untersten Stufe werden zuerst angelegt. Mit dem Weiterhinauswachsen des Vegetationspunktes entstehen die folgenden Stufen in akropetaler Reihenfolge. Demgemäß findet man am Gipfel junger Infloreszenzen die jüngsten Stadien, und bis zur untersten Teilinfloreszenz nimmt die Gliederung zu. Allmählich ändert sich aber dieses Verhältnis, indem die Teilinfloreszenzen der zweiten, dritten oder vierten Stufe den fortgeschrittensten Typ der Entwicklung zeigen, eine Beobachtung, die schon TRÉCUL (75) u. a. auch bei *Cynosurus cristatus* gemacht hat. Dieser Vorsprung

bleibt auch fernerhin gewahrt, indem die Blüte meist zwischen dem ersten und zweiten unteren Drittel einsetzt. Alle Teilinfloreszenzen sind auf der Bauchseite der Gesamtinfloreszenz angelegt; diese zeigt also einen ausgesprochenen dorsiventralen Bau.

An den Primordialhöckern treten bald zwei einander gegenüberliegende neue Hervorwölbungen auf, aus denen die Hüllspelzen hervorgehen. An der Basis der Teilinfloreszenz zwischen den beiden Hüllspelzen schnürt sich bald ein Wulst ab, der ungefähr so lange ungegliedert bleibt, bis die Deckspelze in ihrer Anlage deutlich erkennbar ist. Es ist das sterile Ährchen, das hier an der Basis des fertilen entsteht. Ebenso wie die älteren Blätter in der Knospenlage das nächst jüngere umgreifen und alle gemeinsam den Vegetationspunkt schützend umhüllen, ebenso umhüllen die Spelzen den Vegetationspunkt, da die äußeren Spelzen zuerst angelegt werden und der Entwicklung der nächst jüngeren natürlich vorausziehen. Dann findet noch eine Streckung der Axe statt, wodurch die einzelnen Spelzen auseinanderrücken und die Spitzen der jüngsten Spelzen den höchsten Punkt des sterilen Ährchens bilden.

Nach der Entwicklung der Deckspelze entwickelt sich in ihrer Achsel aus dem Vegetationsgewebe der Blüte die Vorspelze, die der Ährchenachse zugekehrt steht. Aus dem halbkugeligen Vegetationskegel entsteht dann Andröceum und Gynäceum.

Diese Entwicklung zeigt: 1. daß das sterile Ährchen später als das fertile entsteht; 2. daß die Entwicklung des sterilen Ährchens anders als in dem fertilen verläuft; 3. daß Geschlechtsorgane im sterilen Ährchen, wie im ausgewachsenen so auch in dem in der Entwicklung begriffenen normalerweise vollständig fehlen.

Ende Juli machte ich die Beobachtung, daß es zwei Formen von sterilen Ährchen gibt. Die einen waren oberseits rundlich, die anderen oben zugespitzt. Ich konnte feststellen, daß an einzelnen Halmen beide Formen vorkamen, ferner daß die Bildung über die spitzen Ährchen noch hinausgehen kann. Sehr viele Infloreszenzen zeigten sterile Ährchen, aus denen sich oben ein oder zwei Blättchen herausschlangelten, wodurch die Blütenstände ein ganz krauses Aussehen erhielten. Da zu dieser Zeit die meisten Pflanzen bereits ausgebildete Samen trugen, die oft sogar schon ausgefallen waren, so waren die Halme nebst der Infloreszenz schon verfärbt und abgestorben. Vereinzelt waren an den sterilen Ährchen die Blättchen noch grün.

Zunächst mußte es bei diesen Beobachtungen sein Bewenden haben. In meiner Heimat konnte ich verschiedentlich die gleichen Beobachtungen wiederholen. Anfang September waren einige früh geschnittene Rasenplätze im Botanischen Garten wieder so weit herangewachsen, daß ich mir Alkoholmaterial von noch lebenden Infloreszenzen sammeln konnte. Darunter fand ich später einige sterile Ährchen, die auf der adaxialen Seite ein braunes Wurzelspitzenchen heraussteckten (s. Tafel 3, XIX b).

Diese Beobachtungen legten den Gedanken nahe, daß es sich hier um ungeschlechtliche Fortpflanzungsorgane und um einen Fall von „unechter Viviparie“ handeln könnte. Bestärkt wurde ich darin noch dadurch, daß ich an im übrigen normalen Horsten merkwürdige Blütenstände fand, die mit den Blütenständen von *Cynosurus cristatus* oberflächlich fast keine Ähnlichkeit mehr hatten. Sie sollen später besprochen werden.

In den Floren findet sich bei *Cynosurus cristatus* eine *f. vivipara* mit dem Zusatz aufgeführt: „Ährchen zu Laubsprossen auswachsend“ (29, 79). Eine Beschreibung fehlt überall, namentlich fehlen Angaben darüber, ob es sich bei dem Auswachsen um die fertilen oder sterilen Ährchen handelt (70). Ich konnte Laubsprosse nur in sterilen Ährchen beobachten. Auch bei WILLKOMM und LANGE (79), auf die die Floren verweisen, findet sich keine weitere Angabe als der Fundort Bilbao. SINCLAIR (68) gibt an, daß dieses Gras „öfter lebendiggebärend“ ist. Ferner beobachtete MASTERS (53) Viviparie. In der Zusammenstellung viviparer Gräser von MURR (55) und GEYSENHEYNER (20) fehlt *Cynosurus cristatus*. STEBLER und SCHRÖTER (1899) äußern sich folgendermaßen: „Die an Stelle der Ährchen sich entwickelnden Laubsprosse lösen sich aber nicht aus dem Blütenstande und dienen deshalb auch nicht zur Verbreitung des Grases. Es ist dies darum auch keine echte viviparierende Varietät, sondern nur eine einfache durch äußere Verhältnisse (Ernährungsstörung) hervorgerufene Vergrünung (Durchwachsung), die nicht wert ist, daß sie mit einem lateinischen Namen belegt und daß dazu ein Autor zitiert wird“. Mehr konnte ich in der Literatur nicht finden. Bei dem nahe verwandten *C. echinatus* wurde Viviparie nicht beobachtet, hingegen bei *Lamarckia aurea* (neueste Zusammenstellung bei EXO, 14).

Wie die *f. vivipara* aussehen soll, ist mir nur durch ein Exemplar des Herbarium Schreberianum im Staatsherbar bekannt. Die

eine Infloreszenz ist sehr kräftig entwickelt und läßt keine Besonderheiten erkennen. An der schwächeren anderen sind einige sterile Ährchen zugespitzt, ohne eigentliche Blätter zu zeigen. Eine eingehende Untersuchung auf die Ausbildung der sterilen Ährchen konnte wegen der Kostbarkeit des alten Materials nicht vorgenommen werden. An einzelnen Ährchen konnte ich jedoch feststellen, daß sie gut ausgebildete Früchte besaßen. Möglich wäre aber auch, daß ein mehr oder weniger weitgehender Ersatz der fertilen Ährchen durch sterile stattgefunden hat.

Mein Bestreben ging nun dahin, aus sterilen, blättchentragenden Ährchen wenn möglich Pflanzen heranzuziehen. Des weiteren sollte geprüft werden, ob die Fähigkeit, Blättchen zu bilden, eine Arteigentümlichkeit darstellt, oder ob sie nur ähnlich wie bei *Poa alpina* f. *vivipara* eine Rasseeigenschaft vorstellt. Schließlich sollte den Bedingungen nachgegangen werden, die auf ein Auswachsen der Ährchen hinwirken.

#### Versuch I

Am 23. 9. 24 wurden *ausgewachsene* sterile Ährchen einer frischen Infloreszenz mittels Pinzette vorsichtig von der Achse abgezogen und aufrecht in feuchten Sand gesteckt. Wurzelspitzen zeigte kein Ährchen. Die Zahl der Blättchen betrug zwei bis drei. Nur ein Ährchen aus dem oberen Teil der Infloreszenz war noch nicht ausgewachsen. Die längsten Blättchen waren kaum 5 mm lang.

Für reichliche Luftfeuchtigkeit wurde Sorge getragen. Am 3. 10. übertrug ich die Ährchen, an denen noch keinerlei Wurzelbildung wahrzunehmen war, in mit Sand vermischte Komposterde. Die Blätter hatten sich weiter entwickelt (am 7. 10. längstes Blatt etwa 1,3 cm).

Am 30. 10. zeigten die kräftigsten Pflänzchen eine Höhe von etwa 10 cm. Das Ährchen, das zu Beginn des Versuchs noch kein Blättchen entwickelt hatte, war verschimmelt. Einige weitere Ährchen erschienen zweifelhaft. Am 3. 11. wurden die Pflänzchen in Tontöpfe von 5 cm Höhe ausgepflanzt. Der Boden war ein Gemisch von Komposterde, Sand, Lehm und etwas Torf.

Die Pflänzchen standen von jetzt ab frei im Gewächshaus. Die erste Woche wurden sie noch unter Glaslocken gehalten.

## Versuch II

25. 9. Vollkommen *normale* Ährchen einer Pflanze, die am 16. 5. in Obermenzing ausgesät worden war und noch nicht geblüht hatte, wurden abgeschnitten und in Sand gesteckt.

4. 10. In Kompost übertragen und in verglasten Kasten gestellt, auf dessen Boden reichlich Wasser stand. Die zwei ersten Reihen wurden wieder *eingesteckt*, die dritte Reihe mit der adaxialen Seite *aufgelegt*.

30. 10. Sämtliche Ährchen blättertragend.

27. 11. Alle Pflänzchen in Töpfe wie bei Versuch I ausgepflanzt und gleich behandelt.

## Versuch III

Nachdem es mir so gelungen war, aus normalen sterilen Ährchen neue Pflanzen zu erhalten, suchte ich den Bedingungen nachzugehen. Ich vermutete in erster Linie, daß reichlich Feuchtigkeit notwendig sei.

Ich nahm deshalb vier Halme verschiedener Pflanzen, die letzten, die ich noch aufreiben konnte und legte ihre sterilen Ährchen in eine Petrischale auf Fließpapier, das a) mit destilliertem Wasser, b) mit 1% KNOOP-Nährlösung getränkt war. Am 7. 10. wurde der Versuch angesetzt. Die Petrischalen standen während des Versuchs im Gewächshaus vor direkter Besonnung geschützt.

Leider waren die Infloreszenzen aller vier Halme sehr kümmerlich (1,5—2 cm lang).

A) Die Ährchen sind zugespitzt; auf kürzere folgen längere Spelzen. Neigung zum Auswachsen scheint vorhanden.

30. 10. a) von 21 zeigen 10 Blättchen, b) von 18 zeigen 15 Blättchen.

3. 11. b) Ährchen verschimmelt. Keine Wurzeln.

11. 11. a) 1 Ährchen mit 3 mm langer Wurzel.

B) Ährchen wie A, aber kleiner. Wenige schwache Samen ausgebildet.

30. 10. Unverändert abgestorben (verschimmelt).

C) Ährchen normal, oben abgerundet.

30. 10. a) 2 Ährchen ausgewachsen. b) Unverändert verkümmert. b) 1 Ährchen ausgewachsen. Alle verschimmelt.

D) Ährchen groß, normal, oben abgerundet.

30. 10. a) 2 Ährchen ausgewachsen. b) Unverändert verschimmelt.

Das Auswachsen der Ährchen geschah auf Kosten der Spelzen, die vollkommen ausbleichten, während ein bis zwei blaßgrüne Blättchen sich entwickelten. Im günstigsten Fall war das Blättchen 4 mm lang. Ein Versuch, diese Ährchen auf Nährlösung weiter zu ziehen, scheiterte.

Die Zahl dieser Versuche ist gering, da zu Beginn nur noch schwer Material zu finden war. Sie wurden im Sommer 1925 in größerem Umfange wiederholt. Und zwar wurden aus zehn verschiedenen Herkunftten je sechs beliebige Pflanzen herausgegriffen und auf das Verhalten ihrer sterilen Ährchen hin geprüft. Von jeder Pflanze wurde eine Rispe genommen und zehn bis fünfzehn ihrer sterilen Ährchen wie im vorgenannten Versuch auf Fließpapier ausgelegt. Statt destilliertem Wasser wurde hier Leitungswasser verwandt. Das Resultat war das gleiche wie oben. Allen geprüften Pflanzen kam die Fähigkeit des Auswachsens zu. Nur ganz vereinzelt Ährchen waren nicht ausgewachsen.

Ehe ich zu der Besprechung der Versuche übergehe, will ich einiges über die weitere Entwicklung der ungeschlechtlich gezogenen Pflänzchen mitteilen. Sie wuchsen gut heran. In Versuch II wurden die Längen der ausgewachsenen Spreiten gemessen. Im Durchschnitt zeigt das erste Laubblatt eine Länge von 7 mm, das zweite von 10 mm, das dritte von 23,7 mm, das vierte von 38,3 mm und das fünfte von 46,7 mm. Sie waren wie die ersten Blätter geschlechtlich gewonnener Pflanzen lineal. Über dem Durchschnitt standen in jeder Beziehung die Pflänzchen aus aufgelegten Ährchen. Sie zeigten die ersten und längsten Blätter und Wurzeln. Bis zum 13. 1. hatten die Pflänzchen in Versuch I durchschnittlich fünf Seitensprosse 1. Ordnung und 2,5 Seitensprosse 2. Ordnung (bis 8) gebildet; in Versuch II bis zum 22. 2. durchschnittlich 3,5 Seitensprosse 1. Ordnung. Die letzteren Pflanzen wuchsen langsamer. Die Ursache hierfür liegt darin, daß die Pflanzen lange Zeit in kleinen Töpfen stehen blieben, ohne umgepflanzt zu werden. Aus Samen gezogene Pflanzen in gleichen Töpfen entwickelten sich zuerst ebenfalls rasch und von einer gewissen Entwicklungsstufe ab schleppend. Wie das weitere Verhalten der ungeschlechtlich gewonnenen Pflanzen sein wird, bleibt abzuwarten.

Die Versuche zeigen, daß es wohl möglich ist, aus sterilen Ährchen neue Pflanzen heranzuziehen. Sie sind also den Brutknospen anderer Gramineen (*Poa alpina*, *Poa bulbosa*) recht äh-

liche Gebilde. Nach STEBLER und SCHRÖTER (70) spielt die Viviparie bei der Verbreitung von *Cynosurus cristatus* keine Rolle, weil sie nur selten vorkommt. Das dürfte in den weitaus meisten Fällen richtig sein. Das Auswachsen der sterilen Ährchen kommt allerdings sehr häufig vor, doch treten sie als Fortpflanzungsorgane am natürlichen Standort nicht in Tätigkeit, da sie bei der Samenreife absterben, zu welcher Zeit sie meist nur kümmerlich entwickelte Blättchen tragen. Eine Loslösung der viviparen sterilen Ährchen kommt vermutlich auch nur äußerst selten vor, da die sterilen Ährchen sehr fest an der Axe sitzen und nach dem Samenausfall selbst den ganzen Winter über nicht abfallen. Ebenso selten aber erlangen die sterilen Ährchen durch Blattentwicklung eine solche Größe und Schwere, daß sie die Infloreszenz zu Boden beugen und hier Wurzel fassen können<sup>1)</sup>. Von echten Brutknospen oder Bulbillen kann man hier deshalb nicht gut reden. Vielleicht aber haben wir in *Cynosurus cristatus* eine Pflanze vor uns, die sich in einem Zwischenstadium zwischen geschlechtlicher und ungeschlechtlicher Vermehrung befindet.

Eine weitere Frage ist die, ob den sterilen Ährchen bei *Cynosurus cristatus* allgemein die Fähigkeit zur Laubblattbildung zukommt. Auf Grund der zahlreichen Versuche (es wurden gelegentlich auch noch sterile Ährchen wilder Pflanzen gesammelt und gleich behandelt, so daß die Zahl der Versuche einige 80 beträgt) glaube ich das bejahen zu können. Nur eine Pflanze in Versuch III B versagte, was ich auf die Kümmerlichkeit der Infloreszenz zurückführe. An und für sich ist es auch sehr unwahrscheinlich, daß gleichartige Organe ungleiche Fähigkeiten haben sollen. Das häufige Vorkommen von blättchentragenden sterilen Ährchen im Sommer 1924 spricht weiterhin dafür.

Interessant wäre nun, das Verhalten der übrigen zur Subtribus der *Cynosurinae* gehörigen Mitglieder kennen zu lernen. Das einjährige im Mittelmeer einheimische *C. echinatus*, von dem ich mir eine Anzahl Pflanzen (etwa 50) herangezogen hatte, zeigte durchgehend ein Auswachsen der sterilen Ährchen. Im Botanischen Garten beobachtete ich das gleiche. Jede Pflanze besaß mehrere Infloreszenzen, deren sterile Ährchen Blättchen trugen; andere Infloreszenzen der gleichen Pflanze zeigten normale Ährchen. Un-

---

<sup>1)</sup> THOENES, Über die Bildung von Laubsprossen in den sterilen Ährchen von *Cynosurus cristatus*. Angew. Botanik 1926, Bd. VIII, Heft 4.

veränderte sterile Ährchen auf Komposterde gesetzt, verfaulten jedoch rasch. Bei *Lamarckia aurea* ist Viviparie gleichfalls beobachtet worden (14, 53). Ob es sich ebenfalls um die hier sehr merkwürdig langgestreckten sterilen Ährchen handelt, ist mir unbekannt, da nähere Angaben fehlen.

Es wurde bereits betont, daß im allgemeinen entwicklungs-geschichtlich in den sterilen Ährchen von *Cynosurus cristatus* keinerlei Anlagen von Geschlechtsorganen nachzuweisen sind. Ganz selten tritt aber ein steriles Ährchen als fertil auf (29). Zweimal konnte ich an ausgewachsenen Blütenständen in der Achsel einer Spelze ein drei- bis vierblütiges Ährchen finden, das ganz normal gebaut schien (s. Tafel 3, XIX a). Aus diesem Befund heraus ist die Möglichkeit nicht von der Hand zu weisen, daß es sich bei den sterilen Ährchen um einen Verlust der Geschlechtsorgane im Verlaufe der Phylogenie handelt.

Einen weiteren Beleg in dieser Richtung bilden einige selten vorkommende Blütenstände. Die eine Infloreszenz stammt von einem Horst, den ich auf dem Versuchsfeld vorfand und der 1922 angesät worden war. Er hatte im übrigen nur normale Infloreszenzen hervorgebracht. Diese Infloreszenz erschien Mitte September und blieb bis zum 10. November stehen. Sie zeigt eine ungewöhnlich starke Entwicklung der sterilen Ährchen, von denen einzelne fünf und mehr kleine Wurzeln besitzen. Die Infloreszenz war etwa 5 cm lang. Die Spindelglieder waren bedeutend gestreckt. Die untersten vier maßen: 1,3, 1,1, 0,8, 0,4 cm. An jedem Spindelknoten standen eine große Zahl von fertilen Ährchen (sieben und mehr) dicht gebüschelt beieinander. Die Zahl der fertilen Ährchen war bedeutend geringer. Die sterilen Ährchen zeichneten sich durch eine besonders geringe Spelzenzahl aus. Sie überstieg niemals sechs. Darauf folgten ein oder zwei Scheidenspelzen und schließlich zwei bis fünf Laubblätter. Bei einigen sterilen Ährchen hatte der Laubtrieb schon bis zwei Seitensprosse entwickelt. Andere Ährchen waren ganz verkümmert und trugen nur vier spärliche Spelzen.

Die fertilen Ährchen waren zum Teil durchaus normal entwickelt. Einzelne waren sogar fünf- und sechsblütig. Sie hatten abgeblüht. Die Filamentreste waren noch zu erkennen und die Narbenreste waren zwischen der Deck- und Vorspelze eingeklemmt. Von diesen normalen Ährchen bis zum direkten Ersatz durch sterile Ährchen sind nun alle Übergänge anzutreffen. In einem

Ährchen war die untere Hüllspelze normal, die zweite verlängert, wie eine Deckspelze gerundet und dreinervig, die Deckspelzenlänge und die Geschlechtsorgane waren auf sehr früher Entwicklungsstufe stehen geblieben. Ein andermal standen an Stelle des fertilen Ährchens drei große gerundete Spelzen, die einen Strauß fertiler und steriler Ährchen umschlossen, die alle mehr oder weniger verkümmert waren. In manchen Blütchen waren die großen Antheren noch von den Spelzen fest umschlossen, aber ganz oder fast ohne Pollen. Verkrüppelungen der Narbe waren häufig. Ein Narbenschengel war gut entwickelt und fein verzweigt, der andere war ein kurzer ungegliederter Stumpf. An anderen Narben war überhaupt nur ein Schengel vorhanden, der auf dem sich nach oben verjüngenden Fruchtknoten aufrecht stand und schwach gegliedert war. Dementsprechend erfolgte das Blühen der einzelnen Ährchen, selbst der einzelnen Blütchen eines Ährchens, durchaus unregelmäßig.

Ganz ähnlich gebaut ist eine andere Infloreszenz, die auf einem sehr kurzen Halm sitzt. Weit unterhalb der eigentlichen Infloreszenz sind schon längere Blätter entwickelt. Der ganze Halm wurde auf feuchten Sand gelegt. Aus dem unteren Teil der Infloreszenz entwickelten sich drei Pflanzen, die noch zur Beobachtung stehen. Die übrigen Teile der Infloreszenz starben ab.

Die Verhältnisse sind hier also ganz ähnlich, wie wir sie bei viviparen *Poa*-Arten finden (23, 14, 37), die ebenfalls alle Abstufungen der Verkümmierung ihrer Ährchen, insbesondere der Geschlechtsorgane zeigen.

Die sehr vorgeschrittenen viviparen Ährchen saßen noch sehr fest, und der erst aufrechte Halm neigte sich zur Erde. Ein andermal saßen die ausgewachsenen Ährchen locker und lösten sich durch Ziehen leicht ab. Vermutlich kommen beide Arten der Verbreitung vor, die jedoch gegenüber der Verbreitung durch Samen kaum eine Bedeutung haben. Über die Einflüsse, die auf ein Auswachsen der sterilen Ährchen hinwirken, kann ich noch nichts Abschließendes berichten. HUNGER (37) wendet sich gegen die Annahme, „daß nur übergroße Feuchtigkeit die Durchwachsungserscheinungen immer wieder von neuem spontan hervorrufen könnte“. Zwar vermutet auch er für *P. alpina* in den „klimatischen Verhältnissen ein äußeres Agens“. In bezug auf *Poa bulbosa* weist er darauf hin, daß er es vorwiegend auf trockenem Boden vivipar gefunden hat. Reichliche Ernährung ist Vor-

aussetzung. SCHUSTER (63) betrachtet die Viviparie als eine Anpassung an günstige physikalische Bodenbeschaffenheit, besonders reichliche Stickstoffzufuhr in Verbindung mit starker Feuchtigkeit, die durch den Boden aufgespeichert wird. KINZEL (39) hält sie für die Folge einer Ernährungsstörung.

GOEBEL (23) läßt es bei *P. alpina* unentschieden, ob Sproßbildung oder das Verkümmern der Blüte das Primäre ist.

Für *Cynosurus cristatus* scheinen mir die Verhältnisse nun folgendermaßen zu liegen: Reichliche Ernährung ist eine Voraussetzung dafür, daß die sterilen Ährchen zur Weiterentwicklung gelangen. Zum Wachstum angeregt werden sie aber durch Feuchtigkeit, und zwar kommt der Feuchtigkeit als Wasserdampf eine gleich große Bedeutung zu wie in tropfbar-flüssiger Form. Die Temperatur ist an sich auf das Austreiben der sterilen Ährchen von untergeordneter Bedeutung, aber dadurch, daß Temperaturschwankungen Niederschläge in Gestalt von Regen, Tau, Nebel usw. erzeugen, spielt sie indirekt eine Rolle.

Zur Begründung vorstehender Anschauung möchte ich folgendes anführen. Meist bildet *Cynosurus cristatus* nur Samen aus. Alle normalen Blütenstände, die sterile Ährchen mit Blättchen und selbst Wurzelspitzen trugen, trugen ebenfalls reichlich Samen. Selbst wenn die sterilen Ährchen sich nicht so weit entwickeln, daß sie selbständige Individuen bilden, weil sie vorher aus irgendeinem Grunde absterben (Beobachtungen im Juli), so erfordert das vermehrte Wachstum doch eine erhöhte Nährstoffaufnahme, die nur gute Ernährungsverhältnisse bieten können.

Die Temperatur hat unmittelbar auf das Austreiben der sterilen Ährchen keinen Einfluß. Schwache Blatentwicklung fand ich im Juni, die bestentwickelten Laubsprosse in sterilen Ährchen aber im Herbst, wie bereits erwähnt. Daraus könnte man den Schluß ziehen, daß kühlere Temperaturen dem Auswachsen förderlich sind. Dem widerspricht, daß die normal gerundeten sterilen Ährchen bei Gewächshaustemperaturen sehr gut ausgetrieben. Der Widerspruch klärt sich dahin, daß zu niedrige Temperatur das Blühen verzögert, sogar verhindert, und so die sterilen Ährchen in der Entwicklung bevorzugt. GORDON (88) gibt für *Cynosurus cristatus* als Mindesttemperatur zu reichlichem Blühen 18° C an. Seine Zahlen sind aber nicht einwandfrei gewonnen worden (5). Nach meinen Beobachtungen im Sommer 1925 liegt sie bei 16° C. gemessen im etwa 50 m entfernt gelegenen Wetter-

häuschen des Versuchsfeldes der Technischen Hochschule. Im Monat Oktober 1924 war mittags 2 Uhr nur fünfmal eine Temperatur von 16° C und darüber (Maximum 17,4° C) zu verzeichnen, und zwar in der Zeit vom 1.—8. des Monats. Die Durchschnittstemperatur für mittags 2 Uhr betrug im Oktober 12,4° C.

Auf die Bedeutung der Feuchtigkeit weist bereits eine Bemerkung von SINCLAIR (68) hin: „In nassen Jahren habe ich es immer so (d. h. lebendiggebärend) im Park zu Woburn gefunden“. Auch die weiteren Beobachtungen stammen aus ozeanischem Klima (53, 79). Eine Bestätigung für den Einfluß der Feuchtigkeit bildet der schon angeführte Versuch III, in dem destilliertes Wasser genügte, um normale sterile Ährchen zum Austreiben zu bringen. Weiterhin waren die Beobachtungen im Freien von ausgewachsenen sterilen Ährchen so zahlreich, daß ich von einem Zusammenhang mit dem sehr feuchten Sommer überzeugt bin.

Im Juli 1924 machte ich die ersten Beobachtungen in abgestorbenen Blütenständen. Im Herbst fand ich dann die Infloreszenzen an isolierten Horsten. Es sind Infloreszenzen von regelmäßigem Bau mit schwach geschlängelter Achse, die nur durch das starke Wachstum der sterilen Ährchen ein verändertes Aussehen erhalten haben. Die Infloreszenz stand einige Wochen auf dem Versuchsfeld, ohne daß die fertilen Ährchen zur Blüte gekommen wären, obgleich zahlreiche fertile Ährchen vorhanden waren, die vier bis sechs Blütchen besaßen. Die Antheren waren groß und normal entwickelt, soweit sich das äußerlich beurteilen läßt. Wenn sie trotzdem nicht zum Blühen kamen, so liegt das meines Erachtens an einer zu hohen Luftfeuchtigkeit neben den vielen anderen Faktoren, die allgemein im Herbst ein langsames Wachstum bewirken. Tau und Nebel, die sich an den Blütenständen in Gestalt von Tropfen niederschlugen, waren im Herbst eine häufige Erscheinung. Jedoch hätten die Niederschläge das Blühen nicht zu verhindern vermocht, da *Cynosurus cristatus* auch in wasserdampfgesättigter Luft blüht. Ja selbst auf Fließpapier blühten die zufällig mit sterilen Ährchen abgeschnittenen fertilen Ährchen nach einigen Tagen auf. Selbst Sonnenschein in den kurzen Herbsttagen brachte eine so geringe Erwärmung, daß es lange währte, bis die dicken Tautropfen verschwanden, die durch die Aufwärtsrichtung der Ährchen gut festgehalten wurden. Die Folge dieser Verhältnisse war ein Stillstand in der Entwicklung der fertilen Ährchen, während die gleichen Verhältnisse fördernd auf die Entwicklung der sterilen Ährchen ein-

wirkten. Ihnen flossen nunmehr alle Nährstoffe zu. Demnach sind im allgemeinen die Auswachsungserscheinungen im Herbst begünstigt.

### Literaturverzeichnis

1. AMBRONN, H.: Über Poren in den Außenwänden der Epidermiszellen. Pringsh. Jahrb. XIV. 1884. — 2. AMBROSI, F.: Flora del Tirolo Meridionale. Padova 1854. — 3. ARMSTRONG, S. F.: The botanical and chemical composition of the herbage of pastures and meadows. The Journal of Agriculture Science Bd. II, H. 3. 1907. Referat in D. L. G. Mittlg. 1908 Stück 15. — 4. ASCHERSON und GRÄBNER: Synopsis der mitteleuropäischen Fl. Leipzig 1898—1902. — 5. ASKENASY, E.: Über das Aufblühen der Gräser. Verh. d. Naturhist.-Med. Ver. z. Heidelberg, Bd. 2. 1879. — 6. AUGUSTIN, M.: Weidewirtschaft. Berlin 1915. — 7. BENTHAM.: Notes on Gramineae. Journal of the Linnean Society XIX. London 1882. — 8. BREYMANN, O.: D. anatom. Bau der Halmblätter der mitteleuropäischen Tieflandgräser und dessen Bedeutung f. die Systematik. Inaug.-Diss. Göttingen 1912. — 9. CRAMER, C.: Über Bau und Wachstum des Gras- und Getreidehalm. Neujahrsbl. d. Naturforsch. Gesellsch. in Zürich, 1889. — 10. DÜNKELBERG, F. W.: Der Wiesenbau Braunschweig 1894. — 11. DUPONT, J. Observations sur la gaine des feuilles des Graminées. Journal de phys., de chim. et d'hist. nat. Vol. 88. 1819. — 12. DUVAL-JOUVE, I.: Histotaxie des feuilles des Graminées. Ann. d. sc. nat. 6, T. I. 1875. — 13. ERNST, A.: Bastardierung als Ursache der Apogamie im Pflanzenreich. Jena 1918. — 14. EXO, A.: Poa alpina und die Erscheinungen der Viviparie bei ihr. Diss. Bonn 1916. — 15. FALKE, F.: Die Dauerweide. Hannover 1920. — 16. FORMANEK: Über die Erkennung der in den Nahrungs- und Futtermitteln vorkommenden Spelzen. Zeitschr. f. Unters. d. Nahr- und Genußmittel. 1899. II. — 17. FREIDENFELT, T.: Der anatom. Bau d. Wurzel i. s. Zusammenhang m. d. Wassergeh. d. Bodens. Bibl. bot. H. 61. 1904. — 18. FROHNMEYER, M.: Die Entstehung und Ausbild. d. Kieselzellen b. d. Gramineen. Bibl. bot. Heft 86. 1914. — 19. GARCKE, A.: Illustr. deutsche Flora. Stuttgart 1905. — 20. GEYSENHEYNER, L.: Bemerkungen und Zusätze zu Murr; ibid. — 21. GOEBEL, K.: Organographie der Pflanzen. Jena 1924. — 22. GOEBEL, K.: Beiträge zur Entwicklungsgeschichte einiger Infloreszenzen. Pringsh. Jahrb. 1884. 14. Bd. — 23. GOEBEL, K.: Beiträge zur Morphologie und Physiologie des Blattes. Bot. Zeitung 1880. Bd. 38, Nr. 49. — 24. GROB, A.: Beiträge zur Anatomie der Epidermis der Gramineenblätter. Bibl. bot. Heft 36. 1896. — 25. HABERLANDT, G.: Vergleichende Anatomie des assimilatorischen Gewebesystems. Pringsh. Jahrb. XIII. 1882. — 26. HACKEL, Ed., in Engler und Prantl: Die natürlichen Pflanzenfamilien. II, 2. Leipzig 1889. — 27. HACKEL, Ed.: Monographia Fest. europ. Cassel-Berlin 1886. — 28. HARZ, C. O.: Landwirtschaftliche Samenkunde. Berlin 1885. — 29. HEGI, G.: Illustr. Flora von Mitteleuropa I. München 1906. — 30. HEIN, H.: Gräserflora von Nord- und Mitteldeutschland. Weimar 1877. — 31. HESSING, J.: Monographieën onzer Grassen, Mededeelingen van de Landbouwhoogeschool en van de daaraan verbonden Instituten. Deel 25, Verh. 1. Wageningen 1922. — 32. HILDEBRAND, F.: Beobachtungen über die Bestäubungsverh. b. d. Gramineen. Mon. Ber. d. K. Pr. Akad. d. Wiss. zu Berlin, 1872. — 33. HOCHSTETTER, Ch. F.: Aufbau der Graspflanzen etc. Württemb. naturw. Jahreshfte 1847. — 34. VON HÖHNEL, F.: Über eine eigentümliche Verbindung des Hypo-

derma mit der Epidermis. *Wiss. pr. Unters. auf d. Geb. d. Pflanzenbaues.* Wien 1870. I. — 35. VON HÖHNEL, F.: Vergleichende Untersuchungen der Epidermis der Gramineenspelzen und deren Beziehung zum Hypoderma. *Ibid.* — 36. HOLLMANN und SKALWEIT: Gras- und Kleesaaten, Gewinnung und Handel in Dänemark. Buchausgabe Nr. 20 d. D. L. G. — 37. HUNGER, H.: Über einige vivipare Pflanzen und die Erscheinung der Apogamie bei denselben. *Inaug.-Diss.* Bautzen 1887. — 38. JAMIESON-Schottland, übers. v. H. v. Liebig: Über Gras- und Kleewurzeln. *Zeitschr. d. landw. Vereins in Bayern.* 1893. — 39. KINZEL, W.: Über die Viviparie der Gräser. *Zeitschr. f. Pflanzenkrankh.* Bd. 26, 1916. — 40. KIRCHNER-LOEW-SCHRÖTER.: Die Lebensgeschichte der Blütenpflanzen Mitteleuropas. Bd. I, 2. Abtg. Stuttgart 1908. — 41. KLAPP, E. L.: Beiträge zur Kenntnis einiger oberbayrischer Wiesenpflanzenbestände und der für ihre Zusammensetzung maßgebenden Faktoren. *Jahrb. f. Bayern,* 1922. Heft 10—12. — 42. KLAPP, E. L.: Klee- und Grassaatenbuch, herausgegeben auf Veranlassung der Vereinigung der Samenhändler des deutschen R. Berlin 1924. — 43. KLEIN, O.: Beiträge zur Anatomie der Infloreszenzachsen. *Jahrb. d. Königl. bot. Gartens in Berlin.* Bd. 4. 1886. — 44. KLING, Fr.: Beitrag zur Prüfung der Gräserkeimung. *Journal für Landw.* 1915. Heft IV. — 45. KLINGE, J.: Vergleichende Untersuchungen der Gramineen- und Cyperaceenwurzeln. *Mem. de L'Acad. imp. des sc. de St. Petersburg.* 1879. VII. Serie, Tome XXII. — 46. KRAUS, C.: Zur Kenntnis des Verhaltens verschiedener Arten von Kulturpflanzen gegen Tiefkultur. *Wollny's Forschungen.* 4. Mitteilung. — 47. KRAUS, C.: Untersuchungen zu d. biol. Grundlagen des Grasbaues. *Fühl. landw. Ztg.* 60. Jahrg. 1911. Heft 10/11. — 48. KROEMER, K.: Wurzelhaut, Hypodermis und Endodermis der Angiospermenwurzel. *Bibl. bot.* Heft 59. 1903. — 49. KUNTH, K. S.: *Enumeratio Plantarum I.* Stuttgart und Tübingen 1833. — 50. LANGETHAL, Chr. E.: *Handb. d. landw. Pflanzenkunde und des Pflanzenbaues I. Teil.* Berlin 1874. — 51. LEHMANN, E.: Über den Bau und die Anordnung der Gelenke der Gramineen. *Inaug.-Diss.* Straßburg 1906. — 52. LERMER und HOLZNER.: Beiträge zur Kenntnis der Gerste. München 1888. — 53. MASTERS: *Vegetable Teratology.* London 1889. — 54. MÖLLER, J.: *Mikroskopie d. Nahrungs- und Genußmittel aus d. Pflanzenreich.* Berlin 1905. — 55. MURR, J. D.: Über Blendlinge und lebendgebärende Formen der einheimischen Gramineen. *Deutsche bot. Monatsschrift* 15. 1897. — 56. NISHIMURA, Makoto: *Comparative Morphology and Development of Poa pr. Phleum pr. and Setaria italica.* *Japanese Journal of Botany.* Vol. I Nr. 2. Tokio 1922. — 57. PFITZER, E.: Beiträge zur Kenntnis der Hautgewebe der Pflanzen. *Pringsh. Jahrb.* VII. und VIII. — 58. PIEPER, H.: Vergleichende Keimversuche mit Gräsameren. *Inaug.-Diss.* Jena 1909. — 59. RÜTER, Elisabeth: Über Vorblattbildung b. Monokotyledonen. Bd. 110, *Flora.* — 60. RUSSOW, E.: Betrachtungen über das Leitbündel- und Grundgewebe. *Dorpat* 1875. — 61. SCHOUTE, J. C.: Die Bestockung des Getreides. *Amsterdam* 1910. — 62. SCHREBER, Daniel: Beschreibung der Gräser. *Leipzig* 1769. — 63. SCHUSTER, J.: Beiträge zur Morphologie der Grasblüte. *Flora* 1910, Bd. 100. — 64. SCHWENDENER, S.: Die Mestomscheiden der Gramineenblätter. *Sitzb. d. Akad. d. Wiss. zu Berlin,* Bd. XXII, 1890. — 65. SCHWENDENER, S.: Die Schutzscheiden und ihre Verstärkungen. *Abh. d. K. Akad. d. Wiss. zu Berlin.* 1882. — 66. SCHWENDENER, S.: Das mech. Prinzip im anatom. Bau d. Monokotylen. *Leipzig* 1874. — 67. SENDTNER, O.: *Vegetationsverhältnisse Südbayerns.* München 1854. — 68. SINCLAIR, G.: *Hortus gramineus Woburnensis.* Stuttgart und Tübingen 1826. — 69. SINZ, E.: Studien über die Ent-

wicklungsfähigkeit der wichtigsten Wiesengräser im 1. Vegetationsjahr. Inaug.-Diss. Merseburg 1914. — 70. STEBLER, F. G. - SCHRÖTER, C.: Die besten Futterpflanzen. II. Bern 1884 und 1889. — 71. STRASBURGER, Ed.: Botan. Praktikum. Jena 1921. — 72. STRECKER, W.: Kultur der Wiesen und Weiden. Berlin 1922. — 73. STRECKER, W.: Erkennen und Bestimmen der Wiesengräser. Berlin 1923. — 74. TOUSSAINT, F. W.: Anleitung zum rationellen Grasbau. Breslau 1870. — 75. TRÉCUL, M. A.: Evolution de l'inflorescence chez les Graminées. Compt. rend. Tome 90, Paris 1880. — 76. VOLLMANN, F.: Flora von Bayern. Stuttgart 1914. — 77. WEBER, C. A.: Wiesen und Weiden in den Weichselmarschen. Arb. d. D. L. G. Heft 155. — 78. WERNER, H.: Handbuch d. Futterbaus. Berlin 1907. — 79. WILLKOMM und LANGE: Prodrômus Florae Hispanicae. Vol. I. Stuttgart 1861. — 80. WINTON, A. L.: Über amerikanische Weizenausreuter. Zeitschr. f. Unters. d. Nahr.- und Genußmittel. VI. 1903. — 81. WITTMACK, L.: Gras- und Kleesamen. Berlin 1873. — 82. WITTMACK, L.: Landwirtschaftliche Samenkunde Berlin 1922. — 83. WOYCICKI, Z.: Über die Bewegungseinrichtungen bei den Blütenständen der Gramineen. Beiheft z. bot. Zentralblatt, 1910. — 84. WYDLER, H.: Die Knospenlage der Blätter. Flora 1851. — 85. SEYBOLD, F.: Über die Drehung bei der Entfaltungsbewegung der Blätter. Bot. Abhandlungen, herausgegeben v. K. v. Goebel. Jena 1925. Heft 6. — 86. SCHINDLER, H.: Die mikroskopische Unterscheidung landw. wichtiger Gräserarten im blütenlosen Zustand. Zeitschr. f. d. landw. Versuchswesen in Österreich. 1917, Heft 3 und 4. — 87. SCHINDLER, H.: Untersuchungen über den Zusammenhang zwischen dem landw. Wert d. Wiesengräser und ihrem anatom. Bau. Ebenda 1923. — 88. GORDON: De la floraison des Graminées. Mém. de la Soc. des sc. nat. de Cherbourg, 1873. — 89. DIETRICH, Th., und KÖNIG, J.: Zusammensetzung und Verdaulichkeit der Futtermittel. II. Auflage. Berlin 1891.

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Botanisches Archiv. Zeitschrift für die gesamte Botanik](#)

Jahr/Year: 1929

Band/Volume: [25](#)

Autor(en)/Author(s): Thoenes Hans

Artikel/Article: [Morphologie und Anatomie von \*Cynosurus cristatus\* und die Erscheinungen der Viviparie bei ihm 284-346](#)