Der Grasembryo.

Von
Dr. Erich Bruns.

Hiezu Tafel I—IV.

Trotzdem die Grasembryonen schon eine sehr weitgehende Ausbildung besitzen, und trotzdem sie schon von den verschiedensten Autoren und theilweise recht eingehend untersucht worden sind, herrschen über den morphologischen Werth der Theile des Graskeimlings immer noch Unsicherheiten und Meinungsverschiedenheiten.

Bekanntlich unterscheidet man am Grasembryo das Scutellum, die Knospe, die Wurzel und häufig den Epiblast. Fig. 28 A zeigt z. B. einen Embryo von *Stipa juncea,* durchsichtig gemacht und von oben gesehen. Man erkennt in *sc.* das eigenthümliche Organ, welches seiner Gestalt wegen „Scutellum" genannt wird; in seiner vorderen Aushöhlung liegt die Knospe *k,* die in ihrem unteren Theile noch wieder bedeckt ist von dem sog. „Epiblast" *e,* während unterhalb des letzteren die Wurzel *w* durchschimmert. Die Knospe ist umhüllt von dem „Scheidenblatt", das auf der dem Scutellum abgekehrten Seite eine spaltförmige Oeffnung *o* besitzt. Vergleicht man hiermit einen Längsschnitt, wie ihn Fig. 37 A durch den Embryo von *Avena sativa* darstellt, so finden wir in *sc.* wieder das Schildchen, in *e* den Epiblast und in *w* die Wurzel.

Jetzt erkennt man auch wie die Knospe zusammengesetzt ist aus dem Vegetationspunkt *v,* mehreren Blattanlagen, die denselben umgeben, und zu äusserst dem „Scheidenblatt" *s* (Coleoptile, Pileole), welches die ganze Knospe nach aussen abschliesst. Die Wurzel ist eingeschlossen im unteren Theil des Keimlings und muss bei der Keimung einen Theil der sie am Austritt hindernden Gewebemasse, die „Coleorhriza", *c,* durchbrechen, so genannt, weil sie eine Art

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05169-0005-4

Scheide um die Wurzel bildet. Auch über diesen Theil war man längere Zeit verschiedener Ansicht, bis man erkannt hat, dass sie sowohl vom unteren Theile des eigentlichen Embryos, als auch vom Keimträger herstammt. Will man auf einem Querschnitt die einzelnen Theile wieder erkennen, so muss man naturgemäss mehrere Schnitte in verschiedener Höhe anfertigen. So gibt Fig. 22 G einen Schnitt durch den unteren Theil des Keimlings von *Zizania aquatica* wieder, in *w* ist die Wurzel getroffen, Fig. 22 H durch den Theil zwischen Wurzel und Knospe (*e* der Epiblast), Fig. 22 B endlich einen Schnitt, der durch die Knospe gegangen ist.

In der Höhlung des Scutellums befindet sich eine Anzahl Blätter, die scheidenartig eins das andere umgeben, zu äusserst wieder das Scheidenblatt.

Wie oben angedeutet fehlt bei manchen Arten der Epiblast, wie beispielsweise bei *Coix* (Fig. 3), während die übrigen Theile, wenn auch bei manchen in verschiedener Ausbildung, stets vorkommen.

Der Umstand aber, dass ein Organ in einigen Fällen vorhanden ist, und, wie wir sehen werden, dann in ausserordentlich mannigfaltiger Form auftritt, in anderen Fällen aber ganz fehlt, resp. unterdrückt ist, lässt schon jetzt erkennen, dass, was man nicht erwarten sollte, schon am Embryo Rückbildungen eingetreten sind. Vor allem ist es nun das Scutellum, welches den Botanikern wegen seiner eigenthümlichen und bei keiner anderen Familie wiederkehrenden Form die grössten und meisten Schwierigkeiten betreffs seiner Deutung gemacht hat.

Nach Naegeli's Ansicht allerdings kann man am Embryo überhaupt noch keine Caulom-, Rhizicom- und Phyllombildungen unterscheiden. Dem gegenüber zeigt der Grasembryo eine so weitgehende Gliederung und Arbeitstheilung bei der Keimung, dass man ihn unmöglich für ein Thallom halten kann, auch würden wir damit bei einem keimenden Embryo wieder vor derselben Frage stehen.

Sieht man sich nun aber um nach den sonst gültigen und herrschenden Ansichten, so findet man eine erstaunliche Verwirrung und Mannigfaltigkeit in den Meinungen betreffs der Deutung der einzelnen Theile. Diese Unsicherheit spricht sich z. B. in einer der letzten diesbezüglichen Arbeiten von Tschirch: „Physiologische Studien über die Samen, insbesondere die Saugorgane derselben“ besonders klar aus. Tschirch lässt es nämlich unbestimmt, ob das Scutellum mit sammt dem Scheidenblatt oder aber letzteres allein den Cotyledon darstellen, auch wurde die Behauptung wohl mehr aufgestellt der Analogie zu Liebe mit den Embryonen anderer mono-

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05169-0006-0

cotylischer Familien, bei denen der Cotyledon aus einem scheidigen und einem keulenförmigen Theil besteht, als in Folge der Berücksichtigung aller bei den Grasembryonen vorkommenden thatsächlichen Verhältnisse. Je weiter man aber zeitlich zurückgeht in der Forschung nach den Ansichten der Autoren, um so mehr Abweichungen von einander findet man. Da aber die historische Uebersicht über diesen Fall sowohl bei Ph. van Tieghem (Sur le cotylédon des Graminées i. Annal. d. sc. n. V p. 15) als auch bei Fr. Sandeen (Bidr. till känned. om Grasembryots) eine sehr unvollständige ist und theilweise unrichtig, ist es wohl angebracht, zunächst eine Uebersicht der bisher überhaupt aufgestellten Hypothesen zu geben, soweit sie von den betreffenden Autoren mit Gründen belegt sind.

Historische Uebersicht.

Der erste, der sich über den Graskeimling äussert, ist M. Malpighi, der in seinen „Opera omnia" 1687 die Embryonen von *Triticum* und *Avena* beschrieben und abgebildet hat. Er hält das Scutellum für das Keimblatt, denn er sagt: „In Tritico et Avenaceis videtur plantula unico, hocque obscuro folio praedita".

Nach Malpighi folgt eine hundertjährige Pause; erst bei Gärtner in „De fructibus et seminibus Plantarum 1788" wird der Grasembryo wieder erwähnt. Gärtner aber beschreibt ihn in vorvorzüglicher Weise, auch hat er eine ganze Anzahl von Grasarten auf ihren Keimling untersucht und namentlich in Bezug auf die Gestalt des Scutellums beschrieben. Von Gärtner stammt überhaupt der Name Scutellum, indem es bei ihm heisst: „Singularem hanc Vitelli speciem, proprio Scutelli cotyledonei nomine distinguimus". Da er aber ausdrücklich vorher erklärt, dass er unter Vitellus ein Mittelding zwischen Albumen und Cotyledon versteht, können wir ihn nicht zu denen zählen, die das Scutellum für ein Keimblatt ansehen, wie v. Tieghem thut.

A. L. de Jussieu (Genera plant. sec. ord. n. disp. 1789) drückt sich nicht bestimmt aus, er nennt das Schildchen allerdings „Lobus" und versteht offenbar ein Keimblatt darunter. Von jetzt an wird der monocotyle und besonders immer der Grasembryo der Gegenstand ausserordentlich häufiger Auseinandersetzungen, und ganz besonders ist die Litteratur im Anfang des Jahrhunderts reich daran.

Im Jahre 1808 haben gleich zwei, Richard und Poiteau, Arbeiten darüber veröffentlicht.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05169-0007-6

Letzterer, „Mémoire sur l'embryon des Graminées, des Cypéracées et du Nelumbo 1808“, kommt zu dem Schluss „que la plaque latérale de l'embryon des graminées, appelée vitellus et scutellum par Gärtner, est un véritable cotylédon“. Er hat sehr gute Beobachtungen gemacht und schliesst ferner aus der Stellung des Epiblastes gegenüber dem Cotyledon, dass er „le rudiment d'un second cotylédon“ sein müsse.

Richard dagegen (Analyse des embryons Endorh. ou Monoc. et part. de cel. d. Gr.) hat eine ziemlich sonderbare Ansicht. Er glaubt daraus, dass aus dem unteren Theile des Scutellums die Wurzel tritt, oder möchten wir sagen, herauszutreten scheint, folgern zu müssen, dass dasselbe „un renflement latéral de la radicule“ sei. Indem er sich die Knospe derart aufgerichtet denkt, dass sie zur Längsachse des Schildchens rechtwinklig steht, konstruirt er sich eine Aehnlichkeit mit den Embryonen der übrigen Macropoden (Najadac. Alismac. Hydroch. Nymph. u. a.) heraus. Auch den Epiblast hat er wohl bemerkt, ja ihm sogar den Namen gegeben, er hält ihn für eine Verlängerung des „Hypoblastes“, namentlich auf Grund eines nicht median gegangenen Schnittes durch den Embryo von *Oryza*.

Ungefähr zu gleicher Zeit hat Mirbel (Éléments de physiologie végétal t. I 1809) seine Meinung ausgesprochen, die aus der Vergleichung verschiedener Graskeimlinge im ruhenden und keimenden Zustande und mit denen einiger anderer Monocotylen hervorgegangen war, und die dahin ging, dass das Scutellum ein Keimblatt vorstellt. Den Epiblast hält er ebenfalls wie Poiteau für einen verkümmerten zweiten Cotyledon. In seinen „Examen de la division des végétaux en Endorhizes et Exorhizes 1810“ zählt er allerdings auch das Scheidenblatt als zum Cotyledon zugehörig hinzu, kommt aber 1815 in den „Éléments de physiologie végétale“ wieder auf seine erste Ansicht zurück.

Treviranus (Von der Entwickelung des Embryo und seiner Umhüllungen im Pflanzen-Ei, 1815) wendet sich namentlich gegen Richard's Auffassung; auch nach ihm ist das Scutellum als ein Keimblatt anzusprechen. Treviranus lässt dasselbe allerdings bei der Keimung sich verlängern bis zur Länge des Samens und eine gelblichgrüne Farbe annehmen, was beides nicht der Fall ist.

Turpin hat nach van Tieghem in „Memoire sur l'inflorescence des Graminées 1819“ sich der Ansicht von Mirbel angeschlossen, also ebenfalls zwei Cotyledonen am Grasembryo angenommen.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05169-0008-2

H. Cassini („L'Analyse de l'embryon de Graminées, in Journal de Physique 1820 T. 91"), der verschiedene aber wenig Besonderheiten zeigende Embryonen untersucht und auch deren Keimung verfolgt hat, sagt vom Graskeim: „L'embryon des Graminées est composée d'une tigelle, d'un cotylédon, d'une ou plusieurs radicules, d'une plumule et d'une ou deux carnodes". Der Cotyledon wird bei ihm also von der Scheide dargestellt, während er das „Carnode" benannte Schildchen für „une excroissance de la tigelle" hält. Physiologische und morphologische Bedeutungen sind beständig von ihm verwechselt.

Raspail (Sur la formation de l'Embryon dans les Graminées i. Annal. des Sciences nat. 4. 1824) hat, wie Sandeen angibt, eine: „högst egendomliga åsigter om Grasembryot". Er stellt philosophische Vergleiche an zwischen dem Graskeimling und der Blüthe der Gräser und glaubt ferner den Grashalm mit der ihn umgebenden Blattscheide im Scutellum vor sich zu haben, indem das das Schildchen durchziehende Gefässbündel gleich dem Halm, die übrige Gewebemasse des Scutellums aber gleich der Blattscheide der späteren Blätter sei. Endlich behauptet er sogar, dass die Wurzel des Grasembryos ebenso organisirt sei wie die Plumula.

Dr. C. A. Agardh („Ueber die Eintheilung der Pflanzen nach den Cotyledonen und besonders über den Samen der Monocotyledonen i. Nov. Act. C. B. C. T. XIII P. I, 1826") vergleicht den Längsschnitt durch den Embryro von *Ruppia* mit einem Schnitt durch einen ganzen Grassamen, der auch den Keimling getroffen, und findet eine grosse Aehnlichkeit zwischen den beiden, die auf seinen Abbildungen allerdings grösser ist, als in Wirklichkeit. Da aber weiter nach ihm auch bei den Scitamineen das Endosperm an der Stelle, wo das „Corculum" demselben anliegt, glatter und härter ist, und er den dicken Theil des Embryos bei *Ruppia* für den Cotyledon hält, so ist das ganze Endosperm nach ihm der Cotyledon und das Scutellum stellt die Haut desselben dar. Agardh hat offenbar weder den Bau des Grasembryos noch den von *Ruppia* verstanden.

Bernhardi („Ueber die merkwürdigsten Verschiedenheiten des entwickelten Pflanzenembryo in Linnaea 1832") verlangt von einem Cotyledon als Primordialblatt, dass er abgesehen von der Ernährung die jungen Blätter schützt und bedeckt, und muss desshalb nach ihm die Cotyledonarscheide und der Dotter (Scutellum) den Cotyledon vorstellen. Auch ist der Umstand, dass die Scheidenöffnung auf der dem Scutellum entgegengesetzten Seite sich befindet, auf ihn bestimmend betreffs seiner Ansicht gewesen, da sich diese Thatsache, wie er

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05169-0009-0

richtig erkannt hat, nicht vereinbaren lässt mit der zweizeiligen Stellung der Blätter.

In Bischoff's „Lehrbuch der Botanik I. 1834“ haben wir wieder einen Forscher, der Scutellum und Epiblast für zwei Cotyledonen ansieht, ja er nennt die Graskeimlinge direct „mit wechselständigen Samenlappen versehene Keime“, ohne allerdings besondere Gründe dafür anzuführen.

M. J. Schleiden „Einige Blicke auf die Entwickelungsgeschichte des vegetab. Organismus bei den Phanerogamen“ (Wiegm. Archiv III. I. 1837), hat die Entwickelung des Grasembryos verfolgt, er hält das Scutellum wohl für den Cotyledon, aber nur für einen Theil desselben, indem die Scheide der andere Theil ist, da sie „durch eine Erhebung des Cotyledons“ entsteht. Den Epiblast hält er für einen Auswuchs des Scutellums; einen zweiten Cotyledon kann er nach ihm nicht darstellen, da er tiefer mit der Achse zusammenhänge als der Cotyledon selbst. Auch in „Grundzüge 2. 1850“ ist er noch derselben Ansicht.

Adrian de Jussieu, der ungefähr zu gleicher Zeit, „Sur les Embryons monocotyledonés (Comptes Rendus des séances de l'Acad. des sciences 9. 1839 und Éléments de botanique I. ed.), seine Meinung äussert, hält abweichend von seinem Vater das Scutellum nicht für das Keimblatt. Er fasst seine Ansicht mit den Worten zusammen: „la tigelle prend un accroissement latéral et disproportioné, qui lui donne jusqu'a un certain point l'apparence d'un cotylédon“. Diese Ansicht wird nun später, ja bis auf die neueste Zeit, wie wir sehen werden, von sehr vielen angenommen.

Regel („Beobachtungen über den Ursprung der Stipeln, Linnaea 17, 1843“) hat eine so merkwürdige Auffassung, dass man sich schwer in seinen Gedankengang hineinfindet, zumal er einmal im Scutellum eine Stipel sieht, etwas weiter aber ausführt, es könnte „nichts anderes als ein Achsengebilde sein, aus dem das Knöspchen sich seitlich hervorbildet.“ Die Scheide aber ist bei ihm der wahre Cotyledon.

Noch anders denkt sich S. Reisseck („Monocotylischer Embryo, Bot. Zeit. 1843“) die Construction des Grasembryos. Nach ihm ist „die Plumula eine Axillarknospe und der Samenlappen das betreffende Organ der fehlgeschlagenen Terminalknospe und Stützblatt der Plumula“. Der Epiblast ist nach ihm „der mit der Cotyledonarscheide verwachsene Basilartheil der fehlgeschlagenen Terminalknospe“. Nach ihm ist aber weiter die Scheide offenbar auch ein Theil des Cotyledon, denn er führt weiter aus: „So wie die Axillarknospe Stellvertreter

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05169-0010-1

der Terminalen wird, vertritt der Cotyledon die Stelle der Terminalknospencotyledonen. Da diese die Plumula vollkommen umschliessen, umgibt auch der einzelne Cotyledon in der Regel mützenartig die Plumula".

Auch Lestiboudois („Annal. des sc. n. III Ser. 10") hält die Scheide für das Keimblatt, während er merkwürdigerweise das Schildchen gar nicht erwähnt. Für ihn sind nur die Gefässbündel bezw. Procambiumstränge massgebend und da das Scheidenblatt von zwei Leitbündeln durchzogen ist, erklärt er dies für das Keimblatt, ja denkt es sich durch Verwachsung zweier Blätter entstanden. Er sagt überhaupt von den monocotylischen Embryonen: Tous les faisceaux caulinaires concourent à la formation d'une seule expansion foliacée, au lieu de former deux feuilles; c'est là la différence characteristique que présente l'ordre des Monocotylédonés".

Hofmeister hat sich verschiedentlich über die Grasembryonen geäussert, so beschreibt er in „Die Entstehung des Embryo der Phanerogamen, 1849" die Entwickelung von Zea und Mais und liefert recht gute Abbildungen. Er nennt das Schildchen den Cotyledon, rechnet die Scheide aber hinzu als einen Theil desselben. In seiner Arbeit: „Zur Entwickelungsgeschichte des Zostera Embryo, Bot. Zeit. 1852" aber ändert er seine Ansicht, indem er glaubt, aus der Entwickelungsgeschichte schliessen zu müssen, „dass das sog. Schildchen des Embryo von Zea und Sorghum analog sei der ersten blattlosen Achse der Zostera". Dieses bekräftigt er ganz ausdrücklich einige Jahre später „Neue Beiträge zur Kenntniss der Embryobildung der Phanerogamen (Abhandl. der königl. sächs. Gesellsch. d. W. 1861)", er sagt p. 70: „Ich habe auch jetzt noch das Scutellum der Gräser und die analogen Bildungen von Zostera u. s. w. als Auswuchs der Achse nicht als Blatt aufgefasst". Er hat also genau die Ansicht von Adr. de Jussieu.

Bei Demoor, „Note sur l'embryon des graminées (Bullet. de l'Acad. roy. des sciences de Brux. 1853") finden wir verschiedene sehr gute Bemerkungen und Beobachtungen, er hat eine ganze Anzahl verschiedener Embryonen im reifen Zustande und entwickelungsgeschichtlich untersucht, das Scutellum nennt er bouclier, den Epiblast „le faux bouclier de quélques auteurs". Er kommt zu dem Schluss:

„A. Que le bouclier constitue le vrai cotyledon des graminées et

„B. Que la vaginule n'est pas le représentant de la ligule, mais la portion vaginale d'une feuille primordiale à laquelle nous l'assimilons".

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05169-0011-7

Allerdings ist ihm nicht entgangen, dass die Stellung der Scheide zum Scutellum nicht der alternierenden Stellung der Blätter der Gräser entspricht. Er hilft sich etwas sonderbar, er behauptet nämlich, bei *Melica uniflora* u. a. wäre überhaupt keine Oeffnung der Scheide vorhanden, und denkt sich die letztere entstanden durch Verwachsung der Ränder eines Blattes, obwohl er selbst gesteht, dass es ihm nie gelungen wäre, dieses zu beobachten.

J. G. Agardh („Theoria system. plant. 1858") hat eine Auffassung, die sich mit der von Naegeli später ausgesprochenen deckt, da er von dem Embryo sagt: „quod thalloideam quandam offerat formam".

Nach Schacht („Lehrbuch der Anatomie und Physiologie der Gewächse 2. 1859") bilden Scutellum und Scheide zusammen das Keimblatt. Den Epiblast nennt er „einen Theil des Samenlappens".

A. Gris („Recherches anatomiques et physiologiques sur la germin. i Annal. d. sc. nat. 5 Ser. 1864") hat wieder einseitig nur die physiologische Function des Scutellums ins Auge gefasst und Zea-Mais nur anatomisch untersucht, woraufhin er sich Adr. de Jussieu anschliesst, c'est à dire à considérer le scutelle comme une expansion latérale d'une partie de l'axe, modifié de manière à devenir le principal organe d'absorption du germe".

Die gleiche Ansicht vertritt auch Duchartre („Éléments de Botanique 1867"), denn er führt aus, dass das Stengelchen „une grande expansion ovale" trüge, ohne allerdings eine eigentliche Ansicht zu entwickeln.

Decaisne nennt in den „Traité général de Botanique 1868" das Scutellum direct den Cotyledon, und hält die Scheide für ein Blatt der Knospe.

Sehr gute Beobachtungen und Abbildungen liefert Sandeen in „Bidrag till kaenn ed omen om Grasembryots byggnad och utveckling", in „Acta Univers. Lundens 1868". Sandeen hat sowohl vergleichende Untersuchungen einer ganzen Anzahl verschiedener Grasembryonen im reifen Zustand gemacht, als auch anatomische und entwickelungsgeschichtliche Beobachtungen über dieselben angestellt. Trotzdem ist das Resultat, zu dem er kommt, ein auffallend kärgliches, doch lässt sich so viel aus seinen Schlussbemerkungen entnehmen, dass er das Scutellum für eine Thallusbildung hält; die Knospe nennt er eine Achselprotuberanz, während er sich über die Bedeutung von Scheide und Epiblast gar nicht äussert.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05169-0012-3

Einen anderen Gesichtspunkt stellt Hanstein („Die Entwickelung des Keimes der Monocotylen und Dikotylen 1870—71") auf. Hanstein's Untersuchungen und Abbildungen sind natürlich vorzüglich, er hat die Entwickelung von *Brachypod. distachyum* von der Eizelle bis zum reifen Embryo mustergiltig nachgewiesen. Dadurch aber, dass er den Embryo eintheilt in Caulom und Phyllom und das Scutellum für ein Phyllom und für ein Keimblatt erklärt, ist ihm „das Scheidenblatt kein eigenes phyllomatisches Gebilde", so dass „sein (des Scheidenblattes) vorderer Theil trichomatischen Werth hat", was man sich schwer wird vorstellen können. Auch den Epiblast bezeichnet er „trichomatischen Vorstoss".

Van Tieghem („Sur les Cotylédons des Graminées. Annal. d. sc. nat. V Serie 1872") hält wieder Scutellum und Scheide zusammen für den Cotyledon. Da er aber wohl eingesehen, dass durch das Vorkommen eines Internodiums zwischen Schildchen und Scheide bei manchen Grasembryonen (*Panicum* Fig. 14) die Zurechnung der letzteren zum Scutellum eine sehr gezwungene wird, sucht er diese Thatsche damit abzuschwächen, dass er nachweist, dass eine Verbindung der beiden Theile doch durch den Procambiumstrang stattfände. Aus dem Vorkommen von zwei solchen Strängen im Scheidenblatt, nennt er sie „une double stipule unie bord à bord en avant et en arriére en une gaine blanche épigée, qui protége la gemmule". Und an anderer Stelle folgert er: Écusson avec le lobule opposé (Epiblast), quand il existe, et piléole, sont deux parties de la même feuille qui est le cotylédon de la plante.

Van Tieghem hat aber wie auch Hegelmaier („Zur Entwickelungsgeschichte monocotylischer Keime etc. Bot. Zeit. 1874") constatirt, nur vom anatomischen Standpunkt aus geschlossen und hat nicht die geringste Rücksicht auf sonst vorkommende morphologische Verhältnisse genommen, die kein Beispiel liefern, dass eine Stipula vom Blatt, an dem sie entsteht, durch ein Internodium getrennt ist.

Hegelmaier hat auch die Entwickelung untersucht, kommt aber schliesslich zu demselben Resultat, dass nämlich „Schildchen und Scheide zusammen dem Cotyledon der anderen Monocotyledonen entsprechen".

In einer kleinen Bemerkung „der Graskeim". äussert sich auch Warming in dieser Sache. Warming hält das Scutellum für das Keimblatt, die Scheide für ein selbständiges Blatt, letzteres namentlich wegen des zuweilen vorkommenden Internodiums; aus der Stellung

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05169-0013-8

der Scheide aber zum Scutellum folgert er, das ein zweites Blatt, welches dem Cotyledon alternierte, fehlgeschlagen sei, „bisweilen", sagt er, „findet es sich auch als eine winzige Schuppe und ist dasjenige, was Richard Epiblast nennt".

Klebs („Beiträge zur Morphologie und Biologie der Keimung") „Untersuchung aus d. bot. Institut zu Tübingen", spricht sich auf Grund seiner keimungsgeschichtlichen Beobachtungen für die von van Tieghem verfochtene Ansicht aus.

Dagegen wird Warming's Meinung in „Engler-Prantl's Pflanzenfamilien" vertreten von Hackel, wo angeführt wird: „doch hat die Meinung, dass wir in ihm (d. Epibl.) einen rudimentären zweiten Cotyledon haben, wohl am meisten für sich, unter anderem würde sie die auffallende Stellung des ersten Blattes des Knöspchens über dem Schildchen begreiflich machen". Und von der Scheide heisst es: „Manche Autoren betrachten es als einen Bestandtheil des Cotyledons, was sicher unrichtig ist".

Endlich käme Tschirch noch hinzu, dessen Ansicht oben wiedergegeben ist, in dessen Arbeit die Grasembryonen wohl angeführt und gedeutet sind, ohne aber sonst beschrieben oder abgebildet zu sein.

Wir finden also eine grosse Uneinigkeit der Autoren unter einander, fast jeder hat seine Meinung für sich und seine Meinung auf seine Weise bewiesen. Sehr viele aber sind hierbei recht einseitig vorgegangen, während einige wie schon erwähnt, die Embryonen nur anatomisch untersuchten, haben andere nur die Entwickelung verfolgt oder wieder andere nur die Function der Theile bei der Keimung berücksichtigt. Manche haben überhaupt nur aus der Betrachtung eines einzigen Grasembryos Schlüsse gezogen u. s. f. Es ist klar, dass hierbei leicht Fehlschüsse sich einstellen mussten.

Es würde zu weit führen, auf jede der aufgestellten Hypothesen näher einzugehen; wie weit sie richtig oder unrichtig sind, wird sich vielmehr aus dem Folgenden ergeben, indem ich auf Grund der Untersuchung einer ziemlich grossen Anzahl von Grasembryonen eine Deutung aufstellen werde, die ohne neu zu sein, die Frage der Bedeutung der einzelnen Theile des Grasembryos einmal definitiv entscheiden dürfte.

Dazu ist es nothwendig, zunächst einmal auf die einzelnen Theile des Grasembryos, also zuerst auf das Scutellum etwas näher einzugehen.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05169-0014-4

Wie aus der historischen Uebersicht sich ergibt, ist das Scutellum von den meisten Forschern namentlich der neueren Zeit für das Keimblatt, wenn auch von manchen nur für einen Theil desselben, gehalten worden, und in der That sprechen auch die verschiedensten Gründe dafür, so schon seine Form. Denn wenn es auch eine schildartige Gestalt besitzt, so besteht es dabei dennoch meistens, gleich allen Grasblättern, aus einem scheidigen Theil und einer Lamina. Dass das Scutellum das Bestreben hat, die Knospe scheidenartig zu umfassen, zeigt ein Blick auf die oben erwähnte Abbildung des Embryos von *Stipa* (28 A) und noch deutlicher jeder Querschnitt durch einen beliebigen Grasembryo. Dieses Bestreben der Umfassung der Knospe von Seiten des Scutellums geht bei *Zea* u. a. so weit, dass erstere mit sammt dem Wurzeltheil ganz von dem Schildchen umwallt wird, so dass nur noch ein Spalt die Ränder desselben erkennen lässt (Fig. 1). Aber auch die Ausbildung einer Lamina ist nicht selten, so ist sie schon beim Hafer (Fig. 37 a) unverkennbar und bei *Spartina* (40 A), geradezu vorzüglich aber bei *Zizania aquatica* (Fig. 22 A).

Dieser merkwürdige Embryo besitzt ein Schildchen mit einer Lamina, welche die ganze Länge des Samenkorns erreicht, nicht selten 1,8 cm und mehr, und lassen jüngere Zustände (22 E u. F) besonders schön auch noch den scheidigen unteren Theil des Schildchens erkennen. Beides, Lamina wie die scheidige Ausbildung, ist natürlich nicht immer so deutlich, doch ist letztere eigentlich immer vorhanden. Selbst in Fällen, in denen das Scutellum eine fast flache Scheibe darstellt, läuft mindestens ein Ringwall um die Knospe herum, der dieselbe schützt, und dieser scheidenartige Wall, den wir Cotyledonarscheide zum Unterschied von dem eigentlichen Scheidenblatt nennen wollen, erreicht zuweilen eine bedeutende Mächtigkeit, wie am Längsschnitt von *Bambusa* (Fig. 60) ersichtlich. Dass die einem Blatt zukommenden Theile bei dem Cotyledon der Gräser aber nicht so zur Ausbildung gelangen wie bei manchen anderen monocotylischen Embryonen, ist aber auch ganz erklärlich, denn wir haben es hier mit einem Organ zu thun, das nicht etwa nur mit der Spitze, sondern in toto im Samen bei der Keimung stecken bleibt und zum Aussaugen des Endosperms dient, und es ist nicht zu verwundern, dass dies auch rückwirkend auf die Gestalt desselben einen Einfluss ausübte. Hierbei möchte ich nur bemerken, dass es mir zweifelhaft erscheint, ob auch *Zizania* sich in dieser Beziehung verhält wie die anderen Graskeimlinge. Leider war es mir trotz aller darauf verwandten Sorgfalt nicht möglich, *Zizania*-Samen zum Keimen zu bringen bezw.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05169-0015-0

keimfähige Samen zu erhalten. Auch der Umstand, dass das Scutellum bei der Keimung nicht zu Tage tritt, kann kaum als Grund gegen die Auffassung angeführt werden, da es eine bei den Monocotylen sehr gewöhnliche Erscheinung ist. Umgekehrt lässt sich für unsere Ansicht, im Scutellum einen Cotyledon zu sehen, seine Function als Saugorgan bei der Keimung aus der Analogie mit den Embryonen verwandter Familien anführen. Zu dem Zwecke des Aufsaugens ist das Scutellum bekanntlich auf der dem Endosperm anliegenden meist convexen Seite mit einer besonderen Schicht eigenthümlicher Zellen, dem sog. Cylinder-Epithel versehen, und so sagt Sachs ganz ausdrücklich: „In dieser Hinsicht stimmt das Epithel am Schildchen der Gräser mit dem gleichnamigen Organ am Körper des Cotyledon der Palmen und mit der jungen Epidermis der Ricinuscotyledonen (und vieler anderer Keime) überein". Zum Fortschaffen der durch das Cylinder-Epithel aufgesogenen Stoffe ist das Scutellum ferner von einem deutlichen Procambiumstrang durchzogen, der unterhalb der Spitze des Scutellums umbiegt und sich in mehrere kleinere Stränge verzweigt, andererseits aber in die Knospe und in das Würzelchen verläuft.

Dieses Keimblatt ist allerdings von etwas massiger Gestalt und mannigfaltiger äusserer Ausbildung, so dass schon Gärtner darüber angibt: „Figura ei varia, ut orbiculata in Briza, elliptica in Cenchro, oblonga in Melica, lanceolata in Zizania, subparabolica in Cerealibus et alia in aliis". Bei *Zizania* aber besitzt es kaum noch die Schildform, die es sonst meistens bewahrt hat, auch bei *Zea* wird sie schon undeutlich. Eigenthümliche Verschiedenheiten weist es ferner in Bezug auf sein unteres Ende auf. Beim Hafer (Fig. 37 A) geht das Schildchen ganz allmählich in den Wurzeltheil über, und namentlich bei Betrachtung eines derartigen Embryos lässt es sich erklären, wie Richard auf den Gedanken kam, das Scutellum für einen Wurzelkörper, Adrian de Jussieu und seine Anhänger dasselbe für einen Auswuchs des Hypocotyls zu betrachten, eine Ansicht, die durch die Entwickelungsgeschichte sofort widerlegt wird. Bei den meisten Embryonen bemerken wir am unteren Theile des Schildchens einen plötzlichen Absatz oder Einschnitt, was auf einem Längsschnitte am deutlichsten hervortritt. So haben wir den eigenthümlichen Höcker am unteren Theile des Schildchens von *Triticum* (Fig. 55) oder *Lepturus* (Fig. 57) offenbar als Endigung desselben anzusehen. Bei denjenigen, bei welchen das Keimblatt bis zur Wurzelspitze oder noch über diesselbe hinausgeht, zeigt sich sogar ein tiefer Spalt als Trennung von dem die Wurzel bergenden Theil des Embryos, so

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05169-0016-6

bei *Sorghum* (Fig. 7 B), *Saccharum* (Fig. 4), *Zizania* (Fig. 22 B) u. v. a. Bei *Bambusa* (Fig. 59) geht das untere Ende des Scutellums in eine fast schwanzähnliche Verlängerung aus. Bei derartigen Embryonen (*Saccharum* Fig. 4) ist die Verbindung des Scutellums mit dem übrigen Embryo eine so geringe, dass seine Zugehörigkeit zur Wurzel oder Hypokotyl schon dadurch unwahrscheinlich wird.

Nach alledem sehen wir uns daher gezwungen, das Scutellum als ein selbständiges Organ, als das Keimblatt der Gräser, anzusehen, und bliebe als Hauptunterschied z. B. von dem Cotyledon der Palmen nur der Umstand, dass es sich bei der Keimung nicht vergrössert.

Wenden wir uns nun zu dem von Richard „Epiblast" genannten Gebilde, so wurde schon oben angeführt, dass er nicht immer vorhanden. Ist er aber zur Ausbildung gelangt, so tritt er in so verschiedener Form und Gestalt auf, dass man wieder nur durch Vergleichung einer grösseren Anzahl von Embryonen zu einem richtigen Schluss gelangen kann. Der Umstand, der verhindert hat, den Epiblast als das zu erkennen, was er wirklich ist, nämlich als ein, allerdings reducirtes, Blatt, ist, wie von verschiedenen Autoren betont wird, der Mangel eines Gefässbündels. Hätte der Epiblast ein Leitbündel, was er allerdings nicht besitzt, so wäre sicher kein Zweifel mehr über seinen morphologischen Werth. Dem gegenüber lässt sich zunächst anführen, dass wir in zahlreichen anderen Fällen Organe kennen, die allgemein und ohne Widerspruch als Blätter anerkannt sind, obwohl sie kein Gefässbündel besitzen. Es genüge hier an die Schuppenblätter von *Epipogon* zu erinnern. Ist dies also kein Grund gegen unsere Annahme, so ist es seine Kleinheit oder schuppenförmige Gestalt, wie angeführt ist, noch viel weniger. Wohl ist er in manchen Fällen von geringer Grösse und unscheinbar, aber von diesen bis zu dem mit so ausserordentlich entwickeltem Epiblast von *Zizania* (Fig. 22 A) findet sich ein ganz allmählicher Uebergang und die Zahl der Embryonen mit gut entwickeltem Epiblast ist doch eine auffallend grosse. Bei verschiedenen Embryonen hat er aber auch äusserlich Blattform, nehmen wir als bestes Beispiel wieder *Zizania aquatica* (Fig. 22 A), so erkennt man sofort, wie auch der Epiblast aus einem scheidigen Theil und einer Lamina besteht. Ersterer ist auch auf dem Querschnitt durch den Keimling von *Stipa arenaria* (Fig. 28 G) deutlich zu erkennen. Fast ebenso schön wie bei *Zizania* finden wir ihn ferner bei *Leersia* (Fig. 24). Ohne Weiteres aber ist klar, dass selbst kleine Epiblaste, wie bei *Glyceria, Triticum* u. a. eine andere Forderung an ein Blatt, einen Schutz der zarteren Theile zu

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05169-0017-2

bewirken, in vorzüglicher Weise erfüllen, ganz abgesehen von Fällen, wo wie bei *Stipa juncea, Piptatherum* u. a. die Knospe fast ganz von ihm verdeckt wird. Wie wir nun oben gesehen, ist er theils zum Scutellum, theils zum Hypokotyl und theils zur Wurzel hinzugerechnet, während nur wenige ihn als eigenes Blatt anerkannten. Zum Scutellum kann er nicht gehören, denn wir finden ihn bei vielen Embryonen scharf getrennt von ersterem.

Nardus stricta z. B. besitzt einen ziemlich regelmässigen kleinen Epiblast (Fig. 59 A u. B); da das Schildchen aber schon in der Höhe der Insertion des Epiblastes endigt und auch seitlich gar nicht einmal in die Nähe desselben und in Berührung mit ihm kommt, kann von einer Zusammengehörigkeit der beiden Organe keine Rede sein. *Koeleria hirsuta* (Fig. 44), *Echinaria capitata* (Fig. 52 B) zeigen dasselbe. Bei vielen anderen, bei *Piptatherum multiflorum* (Fig. 29), grenzt er sich in seinem ganzen Verlauf scharf von dem Scutellum ab. Nicht selten aber greift das Scutellum mit seinen Rändern über den Epiblast und seine Insertion herüber, so dass man durch das Schildchen des durchsichtig gemachten Keimlings hindurch den Rand des Epiblastes eine Strecke lang verfolgen kann; da aber zwischen letzterem und dem Cotyledon sich die Knospe resp. das Hypocotyl befindet, kann der Epiblast kein Theil des Scutellums sein. Gelingt es schliesslich durch Ausübung eines gelinden Druckes auf den Embryo die einzelnen Theile etwas aus den Grenzen herauszudrängen, so erhält man zuweilen ein Bild wie Fig. 32 C von *Sporobolus tenac.*, das also einen in seinem ganzen Umkreis freien Epiblast besitzt.

Brachypodium distachyum (Fig. 49 A) lässt ebenfalls eine Zurechnung des Epiblasts zum Scutellum nicht zu. Dass der Epiblast in vielen Fällen mit dem Scutellum zusammenhängt, ist es deshalb nicht wunderbar, weil wir zahlreiche Beispiele besitzen, dass einander opponirte Blätter mehr oder weniger weit zusammengewachsen sind. Ihn eine Verlängerung der Wurzel nach oben zu nennen ist nicht angängig, weil diese eine scharf gesonderte Gestalt hat, in einer besonderen, sie trennenden Scheide steckt, oft weit entfernt ist von dem Epiblast, und weil der Epiblast z. B. bei *Oryza* (Fig. 23 A) in seiner zur Wurzelrichtung senkrechten Lage doch niemals eine Verlängerung der Wurzel darstellt. Dagegen hängt er natürlich mit dem Hypocotyl zusammen, doch kann man ihm damit noch nicht seine selbständige Natur absprechen, denn auch das Scutellum und die Knospe nehmen ihren Ursprung an demselben. Verfolgt man nun weiter das Verhalten bei der Keimung, so lässt sich gleich vorweg

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05169-0018-8

sagen, dass er dabei kein Wachsthum erfährt. Da wir aber andererseits auch das Scutellum, trotzdem es nicht wächst beim Keimen, als ein Blatt erklärten, kann auch für den Epiblast dieser Umstand nicht von ausschlaggebender Bedeutung sein, dennoch wird es sich verlohnen, etwas genauer den Process zu verfolgen.

Fig. 23 A zeigt uns einen Längsschnitt durch einen ruhenden Keimling von *Oryza sativa*. Die Spitze der Scheide befindet sich mit der des Epiblast und dem oberen Rand des Scutellums in einer Linie. Schildchen und Scheide liegen der Knospe dicht an und berühren sich zuweilen oberhalb der Spitze der Scheide, so dass die Knospe ganz verborgen liegt. In Fig. 23 B sehen wir den Keimling im ersten Stadium der Keimung. Die ganze Masse desselben hat durch Schwellung nicht unbedeutend zugenommen, die bogenförmig vom Scutellum nach der Knospe und von dieser in die Wurzel laufenden Procambiumstränge treten deutlicher hervor.

Eine geringe Streckung hat nur das Scheidenblatt erfahren, dessen derbe Struktur jetzt ganz besonders deutlich wird. Scutellum und Epiblast geben ihm aber wenig nach, indem sie durch Schwellung gleichen Schritt zu halten suchen. Ein weiteres Stadium der Keimung ist bei Fig. 23 M eingetreten. Die Scheide ist in entschiedener Streckung begriffen und bahnt der noch wenig weiter entwickelten Knospe den Weg. Während nun aber das Scutellum auf der einen Seite schon weit zurückgeblieben ist, sehen wir den Epiblast auf der anderen Seite bedeutend höher, was offenbar durch die Thätigkeit der Wurzel verursacht ist. Indem nämlich letztere sich streckt, drängt sie die sie am Austritt hindernde Masse zusammen, so dass sie schon im Voraus den Weg, den sie nehmen wird, erkennen lässt. Durch gleichzeitiges Wachsen der Wurzel in die Dicke und dadurch, dass ihre ganze Richtung nicht wie bei den meisten eine senkrecht nach abwärts gerichtete, sondern eine fast horizontal laufende ist, wird der oberhalb der Wurzel gelegene Theil des Epiblasts in die Höhe geschoben. In Fig. 23 N ist die Wurzel ausgetreten und hat den Epiblast dadurch getrennt vom übrigen Embryo. Allerdings ist also die Thätigkeit des Epiblasts hier eine meist passive; dass aber die Schutzeinrichtung der zarten Knospe; die gerade bei der Keimung verlangt werden muss, in bedeutender Weise verstärkt wird, geht klar aus den Abbildungen hervor. Auch die Insertion des Epiblastes in gleicher Höhe mit dem Scutellum, wie es sich wenigstens in vielen Fällen findet, so z. B. bei *Nardus stricta* (Fig. 59 B), *Echinar. capit.* (Fig. 52 B) u. a., dann namentlich wieder bei *Zizania* (Fig. 22 B)

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05169-0019-6

und fast noch schöner bei *Leersia* (Fig. 24 B), beweist uns, dass der Epiblast ein dem Scutellum morphologisch gleichwerthiges Organ vorstellt, und als ein mehr oder weniger weit reducirtes Blatt anzusehen ist. Durch die mächtige Förderung und Entwickelung des Scutellums wird offenbar das zweite Blatt an seiner Ausbildung mehr oder weniger gehindert. Auch hiefür finden sich Beispiele; so verkümmert, wie in Goebel, „Beiträge zur Entwickelungsgeschichte einiger Inflorescenzen, Pringsh. Jahrb. 1884", angegeben ist, bei *Lolium* die obere der Inflorescensachse zugekehrte Gluma regelmässig, „während die untere stark entwickelt ist und scheinbar das Deckbatt des Aehrchens darstellt". Ein ähnlicher Vorgang lässt sich auch hier denken. Leider waren alle angestellten Keimungsversuche auch von *Leersia* vergeblich. Damit wird aber auch die sonst ganz unverständliche Thatsache einer so mannigfaltigen Ausbildung, wie wir sie bei dem Epiblast finden, und ferner der Umstand, dass er in anderen Fällen ganz fehlt, sofort klar. Aehnliche Erscheinungen finden sich auch sonst in der Natur, so heisst es z. B. in Goebel, Entwickelungsgeschichte: „Wenn in einer *Setaria*-Borste in einem Fall ein fast vollständiges Aehrchen, im anderen nur eine Andeutung der Gluma, im dritten gar kein Aehrchenrudiment angelegt wird, so sind diese drei Stadien doch offenbar nur dem Grade nach von einander verschieden". Dasselbe lässt sich aber auch hier anführen, bei *Elymus crinitus* (Fig. 58) findet sich z. B. ein kleiner Höcker, den man nur seiner Lage nach als Rest des Epiblastes noch erkennt, *Zizania, Leersia, Stipa* u. a. lassen andererseits die entgegengesetzte Grenze in der Ausbildungsreihe des Organes erkennen. Auch die Thatsache, dass die Form des Epiblasts bei verschiedenen Species einer Gattung oft merkwürdige Verschiedenheiten zeigt, wird damit weniger auffällig. Unter anderem besitzt *Brachypod. distachyon* (Fig. 49 A u. B) einen gut ausgebildeten Epiblast, der sich scharf vom übrigen Embryo abhebt, bei *Brachypod. multiflor.* (Fig. 50) ist auf der Flächenansicht fast nichts zu erkennen und erst auf einem Längsschnitt entdeckt man den Rest desselben. Auch die *Stipa*-Arten sind in Bezug auf ihren Epiblast verschieden gebaut, man vergleiche nur *Stipa juncea* Fig. 28 A mit *Stipa arenaria* Fig. 28 E. Noch deutlicher würde sich die rudimentäre Natur des Organes zeigen, wenn man analog dem oben angeführten Beispiel von *Setaria* an verschiedenen Embryonen ein und derselben Species den Epiblast verschieden geformt fände. In der That aber ist dies durchaus nicht selten, ja gerade bei *Stipa*-Arten, z. B. *Stipa juncea,* ist dies ein ziemlich häufiger Fall. In Fig. 28 A zeigt sich

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05169-0020-7

der Rand zierlich und regelmässig geschweift gekerbt, bei einem anderen (Fig. 28 B) ist er in der Mitte tief ausgekehlt, und wieder bei einem anderen (Fig. 28 C) ist er ganz eigenthümlich unregelmässig in grössere und kleinere Lappen auslaufend, ganz abgesehen davon, dass auch die Gesammtgrösse des Blattes häufig schwankt.

Von *Echinaria capitata* sind in Fig. 52 A und C die Weisen wiedergegeben, in denen der Rand in einzelnen Fällen auftrat. Derartige Erscheinungen werden aber offenbar nur dadurch erklärlich, wenn man annimmt, dass man es hier mit einem reducierten Organ zu thun hat.

Am Epiblast von *Leersia* fällt nun noch ein Umstand auf, nämlich der eigenthümliche Zipfel *z* am unteren Ende, der dem das untere Ende des Scutellums bezeichnenden Vorsprung entspricht, durch den aber vor allem der Epiblast noch zum Ueberfluss ein schildartiges Aussehen erhält, wodurch er dem Scutellum noch näher tritt. Auch bei anderen Keimlingen finden sich derartige Annäherungen an eine Schildchenform des Epiblasts, doch habe ich es nirgends sonst so charakteristisch und deutlich gefunden wie hier.

Aus dem oben Ausgeführten folgt naturgemäss, dass wir jetzt auch das Scheidenblatt für ein eigenes Gebilde unabhängig vom Scutellum ansehen müssen.

Von den vielen Gegnern dieser Ansicht werden meistens zwei Punkte angeführt, die beweisen sollen, dass es kein eigenes Blatt darstelle.

Das ist erstens seine Entstehung und zweitens seine Stellung zum Cotyledon. Auf erstere werden wir später noch näher eingehen, was aber letztere betrifft, so scheint sie allerdings auf den ersten Blick mit der sonst innegehaltenen zweizeiligen Stellung der Blätter der Gräser in Widerspruch zu stehen, doch sehen wir sie gewahrt, sobald man zugibt, dass der Epiblast ein Blatt darstellt. An die Blattnatur, der Scheide, was Form und Funktion anlangt, ist zunächst nicht zu zweifeln, denn alle den anderen Blättern zukommenden Eigenschaften, sind auch ihr eigen.

Die jüngeren Blätter und den Vegetationspunkt zu schützen, ist sie ferner noch besonders dadurch geeignet, dass sie sich von den übrigen Blättern durch besondere Dicke auszeichnet. Die Dienste, die sie bei der Keimung der Knospe leistet, haben wir oben beleuchtet. Allerdings bildet die Scheide keine Lamina aus, doch ist dies ja eine allgemeine Eigenschaft der Niederblätter der Gräser. Beim Keimen

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05169-0021-2

am Licht nimmt sie eine gelblich grüne Farbe an und bildet zahlreiche Chlorophyllkörner.

Zum Scutellum aber gehört die Scheide nicht, aus verschiedenen Gründen. Auf einen, den auch Bernhardi schon gefunden, machen verschiedene Autoren aufmerksam, dass es nämlich Gräser gibt, bei welchen zwischen der Insertionsstelle des Scutellums und der der Scheide ein Internodium sich befindet. Der Unterschied wird sofort klar, wenn man Längsschnitte durch Embryonen ohne Internodium (*Lolium multiflor.* Fig. 53) mit solchen vergleicht, die sich durch ein solches auszeichnen. Schon bei *Euchlaena* (Fig. 2 A) sehen wir die beiden Insertionspunkte auseinander gerückt, bei *Spartina* aber (Fig. 40 B) und namentlich wieder bei *Zizania aquat.* (Fig. 22 B) wird der Abstand beider von einander so gross, dass die Annahme, ein einzelnes Organ in diesen so weit von einander getrennten Theilen zu sehen, von selbst hinfällig wird. Gleichzeitig ergibt sich hieraus, dass das Schildchen kein Auswuchs der Scheide sein kann. Eine Zusammengehörigkeit der beiden Organe liesse sich nur durch Verwachsung der Scheide mit dem Internodium erklären, wozu aber weder ein Beispiel noch sonst irgend ein Anhaltspunkt vorliegt. Nun kommt aber weiter nicht selten in der Achsel der Scheide und des nächst folgenden Blattes eine Knospe vor, so z. B. bei *Triticum* (Fig. 55), die bei *Bambusa* (Fig. 60) schon ihrerseits wieder die Anlage eines ersten Blattes erkennen lässt und dadurch die Scheide weit von dem nächsten Blatt fortgedrängt hat. Derartige zu einem Nebenhalm sich entwickelnde Axillarknospen kann man aber doch offenbar nur in der Achsel eines Blattes erwarten, und muss also auch desshalb die Scheide ein Blatt sein. Im übrigen kommen in der Ausbildung des Blattes kaum Unregelmässigkeiten vor, es unterscheidet sich von den übrigen Blättern eben nur durch etwas grössere Dicke und dadurch, dass es bei der Keimung keine Lamina entwickelt, eine Erscheinung, die wir ja bekanntlich bei vielen Pflanzen kennen. Auf dem Querschnitt erkennt man, dass die Scheide durchzogen wird von zwei aus den Primordialknoten stammenden Procambiumsträngen; hieraus aber den Schluss ziehen zu wollen, dass sie aus zwei Blättern verwachsen sei, liegt natürlich kein Grund vor und wird durch die Entwickelungsgeschichte durchaus nicht bestätigt. Wie wir sie also nicht mit van Tieghem „une gaîne bistipulaire“ nennen können, ebenso wenig entspricht es der Thatsache, sie nach Demoor sich entstanden zu denken durch Verwachsen der seitlichen Ränder eines Blattes, indem die spaltförmige Oeffnung der Scheide die Verwachsungsstelle anzeige, es

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05169-0022-8

müsste sich denn aus der Entwickelungsgeschichte ergeben. Verfolgt man nun die Entwickelung des Embryos bei verschiedenen Arten, so zeigt sich, dass dieselbe bei allen anfangs eine gleiche ist; es ist also gleichgültig, ob wir einen Keimling ohne Epiblast, solchen mit einem kleinen, ob wir *Oryza* mit einem grösseren oder *Zizania* mit einem ganz grossen Epiblast wählen, überall ergibt und ergeben sich dieselben Bilder in der Hauptsache, in voller Uebereinstimmung mit den bekannten Hanstein'schen Abbildungen. Dennoch ist es nothwendig, auf dieselbe etwas näher einzugehen. Die ersten eingetretenen Theilungen an dem ursprünglichen Embryo von *Psamma arenar.* bemerken wir in Fig. 36 A. Der jugendliche Keimling hat eben die keulenförmige Gestalt angenommen, er zeigt sich getheilt zunächst durch drei Querwände; von den dadurch entstandenen vier Zellen sind die beiden obersten aber schon wieder durch zwei senkrecht zu den anderen stehende Zellwände getheilt. Diese ersten Theilungen sind aber schon in der folgenden Figur 36 B nicht ganz leicht wiederzuerkennen, am deutlichsten finden sich die beiden senkrechten Zellwände der beiden obersten Zellen wieder, die Keulenform ist stärker ausgeprägt. Von nun an ist die Ausbildung des Keimes, wie auch Hofmeister angibt, eine ausserordentlich rasche, so dass es nicht ganz leicht ist, geeignete Zwischenstufen zu erhalten. Etwas weiter fortgeschritten ist der Embryo, von dem Fig. 36 F ein Bild im Längsschnitt wiedergibt. Der Keim ist bedeutend schlanker geworden; ohne aber eine eigentliche Gliederung erfahren zu haben, lässt er dennoch Cotyledonar- und Wurzeltheil erkennen. Bei *s* zeigt nun der Längsschnitt eine Hervorwölbung, deren Zellen sich mitsammt den darunter gelegenen von den übrigen durch dickere Wände unterscheiden. Diese die Hervorwölbung verursachenden Zellen sind der Ursprung des Scheidenblattes, in der hierdurch entstandenen Einsenkung ist der Vegetationspunkt anzunehmen. Ein deutlich hervortretender Vegetationspunkt ist hier also nicht vorhanden oder nicht nachzuweisen, da er offenbar ganz zur Bildung der einzelnen Theile verbraucht wird. Durch seine Lage in der entstehenden Grube unterhalb des Scheidenblattes wird er aber hinlänglich charakterisirt, indem *s'*, d. h. der der oberen Hervorwölbung entgegenwachsende Theil des Scheidenblattes, die untere Grenze angibt.

Zwischen *s* und *s'* bilden sich, wie die weitere Entwickelung zeigt, die einzelnen Blattanlagen mit dem späteren eigentlichen Vegetationspunkt. In *G* ist die obere Wölbung zungenförmig um die spätere Knospe herübergewachsen, auch *s'* ist jetzt deutlich im Wachs-

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05169-0023-4

thum begriffen, immer deutlicher sieht man jetzt aber auch den oberhalb der Scheidenblattanlage befindlichen Theil des Embryos sich zum Scutellum ausbilden. Folglich kann das Scutellum keine Wucherung des Hypocotyls oder gar der Wurzel, die noch gar nicht vorhanden, darstellen. Auf der Flächenansicht lassen sich diese Vorgänge nicht so gut verfolgen, da die Höhendifferenzen zu geringe sind. Immerhin zeigt Fig. 36 F, dass die Bildung des Scheidenblattes in der Weise vor sich geht, dass oberhalb des Vegetationspunktes eine Gewebewucherung entsteht, die schliesslich zum Ringwall wird, der auf der oberen Seite mehr gefördert ist als auf der anderen. Es ist dies eine Bildung, die allen Grasblättern zukommt und durchaus regelmässig ist. Wenn Hanstein dem Scheidenblatt „seiner Entstehung nach" die selbständige Natur abspricht, so liegt hierzu kein wirklicher Grund vor, es liesse sich dann dasselbe vom Scutellum sagen, denn da an dem noch nicht gegliederten Embryo kein Vegetationspunkt vorhanden, oder nicht zu erkennen ist, müssen sich die einzelnen Theile allmählich herausdifferenzieren. Indem das Scheidenblatt dann aber nicht zur Bildung einer Lamina übergeht, bildet es schliesslich ein bis auf einen kleinen Spalt geschlossenes Blatt. Dieser Spalt ist sogar manchmal nur noch durch die Anordnung der Zellen als solcher zu erkennen, so dass es erklärlich erscheint, wenn Demoor behauptet, dass bei manchen Embryonen überhaupt keine Oeffnung im Scheidenblatt vorhanden wäre. In dem durch Fig. 36 G dargestellten Stadium ist auch zuerst die Anlage der Wurzel zu erkennen, der Epiblast aber (vergleiche Fig. 36 D) tritt erst auf, nachdem Scheide, Wurzel und überhaupt der ganze Embryo schon eine ziemlich hohe Entwickelung erreicht haben. In Fig. 36 H und I endlich sehen wir den Embryo ausgewachsen. Dieselbe Erscheinung beobachten wir bei *Bromus,* der ohne Epiblast ist von Fig. 51 A—G, wie bei *Oryza* Fig. 23 C—R und *Zizania* Fig. 22 C—F. Fassen wir das Resultat kurz zusammen, so müssen wir sagen, dass wir in der That auf derselben Seite des Vegetationspunktes 2 Blätter, das Scutellum und die Scheide, haben entstehen sehen, wie es sich ja auch am reifen Embryo noch ausprägt, was aber, wie schon erwähnt, mit der alternierenden Stellung der Grasblätter durchaus unvereinbar ist, und dass ferner das Blatt, das mit dem Scutellum alternieren könnte, erst ganz zuletzt entsteht.

Nehmen wir nun aber mit Warming an, dass das zweite Blatt fehlgeschlagen, und dass dies fehlgeschlagene Blatt der Epiblast sei, so löst sich der ganze scheinbare Widerspruch auf. Aber auch das

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05169-0024-0

späte Auftreten des Epiblasts ist kein Grund gegen seine Auffassung als das zweite Blatt, sondern eher für dieselbe. Wir haben oben gesehen, dass eine ganze Reihe von Umständen auf seine reducierte Natur schliessen liess. Von derartigen Organen aber ist bekannt, dass sie häufig verspätet angelegt werden. Goebel sagt in dieser Beziehung in der Entwickelungsgeschichte bei Gelegenheit der Besprechung des verkümmerten Kelches der Umbelliferen: „Es ist allgemein Regel, dass Organe, welche im Verkümmern begriffen sind, auch verspätet angelegt werden". An anderer Stelle wird von ihm constatiert, dass auf der einen Seite des Vegetationspunktes von *Pinguicula* die Kelch-, Kron- und Staubblätter früher auftreten, als auf der anderen, dennoch aber sind es doch offenbar gleichberechtigte Gebilde. Es ist merkwürdig, dass auch Demoor sich die Stellung des Scheidenblattes zum Scutellum nur durch das Abortieren eines zweiten Blattes erklären konnte, ohne dabei aber auf den Gedanken zu kommen, dies zweite Blatt im Epiblast, dem er sonst viel Aufmerksamkeit widmet, vor sich zu haben; dass aber mit der Annahme des Epiblastes als zweites Blatt die Alternation der einzelnen Blätter vollständig gewahrt ist, zeigen Längs- wie Querschnitte sehr deutlich. Auf einem Querschnitt von *Euchlaena lux.* (Fig. 2 C) sieht man z. B. die Oeffnung des Scutellums, in der die ganze Knospe liegt, in der Zeichnung nach oben gerichtet, die des Scheidenblattes ist allerdings nicht auf der Zeichnung zu sehen, ist aber nach derselben Seite gerichtet; denkt man sich da nun wie in Fig. 22 I bei *Zizania* den Epiblast davor, so würde natürlich erst dieser mit seiner nach unten gerichteten Oeffnung auf das Schildchen folgen, und jetzt die Scheide und alle folgenden Blätter regelmässig alternieren. Wirft man jetzt einen Blick auf die schon öfters angeführten Embryonen von *Zizania aquat.* oder *Leersia cland.* (Fig. 22 B und 24 B), so zeigt es sich ganz besonders schön, wie Scutellum und Epiblast in gleicher Höhe entspringen, in gleicher Weise ansetzen und in gleicher Richtung das Scutellum auf dieser, der Epiblast auf jener Seite den übrigen Embryo einschliessen und schützen. Bei *Leersia* ist der Epiblast sogar verhältnissmässig noch besser entwickelt wie bei *Zizania.* Es sind aber nicht etwa diese beiden Embryonen nur allein, die dies Verhältniss deutlich zeigen, auch *Stipa* (Fig. 28), *Piptatherum parad.* (Fig. 30) u. a. weisen ähnliche Erscheinungen auf. Der Umstand, dass gerade bei *Zizania* und *Leersia* die Cotyledonarnatur des Scutellums und des Epiblasts besonders deutlich hervortritt, erhält noch dadurch Bedeutung, dass wir in ihnen Vertreter der *Oryzeae* vor uns haben, die *Ory-*

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05169-0025-6

zeae aber offenbar der Stammform der Gräser besonders nahestehen, wie sich aus ihrer Blüthenbildung ergibt. Auch bei *Oryza* (Fig. 23 A) sehen wir, wenn auch in etwas anderer Form, dieselbe Erscheinung. Man braucht sich nur beim Reiskeimling ebenfalls ein Internodium eingeschaltet zu denken, und wir erhalten ein ähnliches Bild wie bei den beiden anderen.

Ausser den erwähnten Eigenthümlichkeiten finden sich aber noch andere Einzelheiten, die bisher nicht erwähnt wurden, um die Uebersichtlichkeit nicht zu stören, die aber doch interessant genug sind, etwas näher auf sie einzugehen.

Was die Grösse des ganzen Embryos betrifft, so ist sie, wie auch die Abbildungen zeigen ausserordentlich verschieden. Im Verhältniss zum Samen macht der Keim fast immer nur einen geringen Bruchtheil aus, doch finden sich auch wieder Embryonen, die wie *Zea* oder *Saccharum* (Fig. 4) fast halb so gross sind wie der ganze Same.

Auf die eigenthümlich gekrümmte Lage des Keimlings von *Oryza*, die sich allerdings auch bei *Eleusine* (Fig. 40 B) wiederfindet, wurde schon hingewiesen, sie sind aber auch noch dadurch merkwürdig, dass bei ihnen die Richtung der Wurzel keine vertical nach unten verlaufende ist. Noch auffälliger wird dies bei *Cornucopiae cucul.* (Fig. 31 A u. B) und *Leersia cland.* (Fig. 24 B). Namentlich bei *Leersia* bildet die Richtung der Wurzel auf diese Weise einen rechten Winkel zu der des ganzen Keimlings.

Betreffs der verschiedenen Ausbildung der *Coleorhiza,* was Dicke und Grösse betrifft, verweise ich auf die Abbildungen. Ueber das Vorkommen oder Nichtvorkommen von Nebenwurzeln am ruhenden Embryo ist schon verschiedentlich berichtet worden, bei *Coix, Zea, Hordeum, Avena* u. a. sind sie besonders auffällig. Bei *Hordeum* sind beispielsweise bis 8 solcher Nebenwurzeln vorhanden und davon die ältesten so vollkommen ausgebildet, dass man sich leicht vorstellen kann, wie sie die Hauptwurzel bald im Wachsthum überflügeln werden. *Zizania aquat.* (Fig. 22 A) besitzt ebenfalls schon Nebenwurzeln, da diese aber unmittelbar unter der Knospe angelegt werden, ist die Entfernung von der Hauptwurzel eine auffallend grosse, auch sind sie verhältnissmässig besser ausgebildet, als die letztere, die bei der Grösse des Embryos nur sehr schwach ist. Auch *Spartina* (Fig. 40 B) zeigt eine relativ schwache Hauptwurzel, bei *Olyra* aber und *Beckera* ist sie so wenig entwickelt, dass es selbst auf einem guten Längsschnitt oft Mühe macht, sie zu erkennen.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05169-0026-2

In der Wurzel endet bekanntlich ein vom Primordialknoten stammender Procambiumstrang. Der Verlauf der Gefässstränge ist nun häufig auch ein etwas sonderbarer. Sehr oft findet man nämlich einen aufsteigenden und einen absteigenden Gefässbündelstrang im Epicotyl, ersterer aus dem Scutellum stammend und zur Knospe in die Höhe biegend, letzterer von der Knospe zur Wurzel gehend, doch so, dass man es eigentlich nur mit einem einzigen von der Spitze des Scutellums ausgehenden, bei der Knospe eine Schleife bildenden und in der Wurzelanlage endigenden Strang zu thun hat. An der Umbiegungsstelle werden dann zwei Abzweigungen in das Scheidenblatt und kleinere in die jüngeren Blattanlagen geschickt, die sich jedoch nicht so leicht verfolgen lassen, da sie offenbar nicht in einer Ebene liegen. Diese Schleifenbildung tritt bei Embryonen mit einem Internodium besonders schön hervor (Fig. 22 B), wird aber auch bei anderen z. B. bei *Psamma aren.* (Fig. 36 I) klar. Einen eigenthümlichen Anblick gewährt es besonders bei der Keimung, was beim Reiskeimling (Fig. 23 N) ersichtlich. Merkwürdigerweise findet sich diese Erscheinung aber nicht bei allen Embryonen, bei *Andropogon* (Fig. 6 B), *Sorghum* (Fig. 7 B), *Pennisetum* (Fig. 18 B), selbst bei solchen mit langem Internodium wie bei *Spartina* (Fig. 40 B) bemerken wir kurz nach der Einmündungsstelle des Cotyledonarstranges in das Epicotyl nur einen Hauptstrang, der von der Knospe zur Wurzelanlage sich erstreckt. Wie es scheint ist dies bei allen Epiblastlosen, die Schleifenbildung dagegen bei den Embryonen der Fall, die den verkümmerten zweiten Cotyledon noch besitzen.

Bei der Keimung gehen diese Procambiumstränge, wie schon verschiedene Forscher beobachtet haben, sehr bald in zarte Gefässbündel über, doch habe ich auch schon bei ruhenden Embryonen deutliche Gefässe mit spiraligen Verdickungen constatiren können. Bei Embryonen, deren Scutellum am unteren Ende so ausserordentlich dick ist, wie bei *Coix* (Fig. 3), gehen von dem das Schildchen durchziehenden Strang Seitenzweige nach seitwärts und nach unten, die offenbar auch als Leitungsorgane dienen.

Gelegentlich der Untersuchung der Entwickelung von *Bromus*-Embryonen stiess ich nun noch neben normalen auf derartig unerklärliche Formen (Fig. 51 K—P), dass ich sie für Missbildungen halten muss. Der Grösse und Form der betreffenden Samen nach, aus denen sie stammten, und verglichen mit der Grösse regelmässiger Keimlinge von *Bromus arvensis* müssen sie etwa in dem Stadium der Entwickelung sein, in dem bei regelmässigen die Ausbildung des Scheidenblattes

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05169-0027-8

als Ringwall eben vollendet ist. Bei einigen (Fig. 51 R u. L) hat es den Anschein, als wenn nur die Ausbildung der Scheide unterblieben wäre, bei den folgenden aber hat auch die Knospe ein eigenartiges Wachsthum erfahren, und auf der Rückenansicht (Fig. 51 N) zeigen sich so viele unregelmässige Höcker und Buckel, dass eine Erklärung nicht mehr möglich ist; ferner war von der Anlage einer Wurzel nichts zu erkennen. Auch boten diese Missbildungen, abgesehen von ihrer Form, einen so veränderten Anblick in ihren Zellen und deren Inhalt dar, dass ich, nachdem ich einmal einen solchen eigenthümlichen Keimling gesehen hatte, auf den ersten Blick erkannte, ob ich es mit einem regelmässigen Embryo zu thun hatte oder nicht. Worin der Grund zu dieser Ausbildung liegen mag, ist ebenfalls nicht anzugeben, die Samen waren im Marburger botanischen Garten kurz nach der Blüthe gesammelt und liessen äusserlich nichts Besonderes erkennen. Aeltere Stadien waren leider nicht darunter. Sonst ist nur von *Aristida* (Fig. 34 C) das Auswachsen des Cotyledons in zwei ungleich grosse Lappen hier noch anzuführen.

Es liegt nun nahe zu fragen, in wie weit die Form der Embryonen bei verwandten Gräsern übereinstimmt und ob speciell das Vorkommen oder Fehlen des Epiblastes in den einzelnen Gruppen eine durchgehende Erscheinung ist oder nicht. Da zeigt es sich nun, dass hier keine allgemein gültige Regel herrscht. Während sie in einzelnen Gruppen einen übereinstimmenden Bau zeigen, weichen sie in anderen wieder bedeutend von einander ab. In Betreff des Epiblasts lässt sich diese Eigenschaft schon daraus entnehmen, dass er, wie wir oben gesehen, bei einer *Brachypod.*-Art vorhanden ist, bei einer anderen nur angedeutet ist und selbst bei verschiedenen Embryonen einer Species (*Stipa, Echinaria*) ungleich auftritt. Auch sonst sind Unterschiede zwischen nahe verwandten Keimen nicht selten, bei *Bromus sterilis* (Fig. 51 H) tritt jedesmal eine Nebenwurzel auf, bei anderen *Bromus*-Arten nicht, und so liessen sich kleinere Unterschiede noch zahlreich aufzählen. Immerhin muss man zugeben, dass die verschiedenen Species einer Gattung im Allgemeinen auch gleich gebaute Embryonen besitzen. Um die in den Gruppen eventuell herrschende Gesetzmässigkeit in der Ausbildung des Embryos zu erkennen, habe ich die untersuchten Arten nach Engler-Prantl zusammengestellt. Da es nun nicht möglich war, von allen Gräsern Samen zu erhalten, so lässt sich natürlich ein Urtheil nur mit dem Vorbehalt aussprechen, dass es nur auf der Untersuchung eines Bruchtheils aller Grassamen auf ihren Embryo beruht. So besitzen die Maydeen einen äusserst

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05169-0028-4

mächtigen Embryo ohne Epiblast, ein Internodium ist vorhanden, ebenso meistens Nebenwurzeln. Das Scutellum hat hier ganz besonders das Bestreben, den Embryo mantelartig zu umfassen (Fig. 1). Die *Andropogoneae* (Fig. 4—8) ähneln der ersten Gruppe sehr. Die Umwallung der Knospe von Seiten des Cotyledons ist hier nicht mehr so vollständig; namentlich bei *Sorghum* (Fig. 7 A) ist sie merkwürdig ausgebildet. Gleich den Maydeen ist der untere Theil des Schildchens durch einen tiefen Spalt vom Wurzeltheil getrennt, ebenso besitzen sie keinen Epiblast.

Bei den *Zoysineae* (Fig. 9—11) finden sich schon stärkere Abweichungen, da *Trachys* (Fig. 10) eher dem Embryo von *Andropogon* (Fig. 6 A) ähnelt, als den Keimlingen von *Tragus* und *Zoysia* (Fig. 9 u. 11). Die Tristegineen (Fig. 12—15), von denen ich leider ausser *Arundinella* und *Beckera* keine Vertreter erhalten konnte, sind, nach diesen beiden zu schliessen, epiblastlos und ähnlich geformt wie die vorigen.

Auch von den *Paniceae* sind verschiedene, wie *Panicum* (Fig 14), *Setaria, Penicillaria* u. a., ganz ähnlich geformt; in *Berchtoldia* (Fig. 20) haben wir schon einen ziemlich abweichenden Embryo, in *Olyra* (Fig. 21) aber sehen wir plötzlich einen Keimling, wie er ähnlich bisher noch nicht vorgekommen. Das Schildchen ist flach und im Umkreis rundlich, mehr breit als lang, worin ihm übrigens auch *Berchtoldia* gleicht, dann ist aber bei *Olyra* die Knospe bedeckt von einem grossen Epiblast. Auch fällt hierbei auf, dass der Wurzeltheil nicht wie gewöhnlich nach unten spitz zuläuft, sondern eher umgekehrt etwas ausgehöhlt ist. Die Olyreen sind theilweise von den Paniceen abgetrennt, was, hiernach zu schliessen, allerdings wahrscheinlich wird.

Auf die *Paniceae* folgen die Oryzeen (Fig. 22—24), von denen wir die untersuchten Embryonen von *Zizania, Oryza* und *Leersia* schon mehrfach erwähnten. So verschieden sie aussehen, so gleichen sie sich doch darin, dass sie alle einen grossen Epiblast besitzen. Da sie schon genügend besprochen, möge es genügen, hier noch auf die bei *Oryza* vorkommende merkwürdige Ausbildung der Cotyledonarscheide aufmerksam zu machen, die hier oberhalb der Spitze der Knospe in zwei übereinander greifende Lappen auswächst. Auf einem Flächenschnitt (Fig. 23 B) ist es deutlich zu erkennen.

Uebrigens zeigt *Nardus stricta* (Fig. 59 A) offenbar den Anfang zu dieser Bildung.

Die Phalarideen (Fig. 25—27), soweit sie untersucht sind, zeigen wenig Besonderheiten; der Epiblast, wenn vorhanden, ist klein und regelmässig, bei *Ehrhartia* fehlt er.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05169-0029-2

Von den Agrostideen besass jeder untersuchte Embryo einen Epiblast (Fig. 28—36), hiervon abgesehen tritt aber jeder Keimling in einer anderen Form auf. *Piptatherum, Cornucopiae, Lagurus, Stipa, Aristida* u. a. m. weichen ausserordentlich in ihrem äusseren Habitus von einander ab. *Piptatherum* ist noch besonders dadurch auffällig, als in der einen Species (*P. paradoxum* Fig. 30 A u. B) die Knospe ganz von dem mächtigen Epiblast bedeckt ist, in der anderen aber (*P. multiflorum* Fig. 29) die Spitze hervorschaut und der Rand des verkümmerten Blattes wieder einen eigenthümlich unregelmässigen Verlauf zeigt. Auch die *Aveneae* (Fig. 37—39) sind mit einem Epiblast ausgerüstet, sind aber sonst ziemlich regelmässig.

Die Chlorideen vereinigen wieder Gebilde in sich, wie sie Fig. 40—42 darstellen.

Grössere Unterschiede, wie zwischen *Eleusine* und *Spartina* lassen sich kaum aufstellen, ersterer mit grossem Epiblast und ohne Internodium, letzterer mit einem so langen hypocotylen Glied und ohne Epiblast, beide weichen sie beträchtlich von der sonst gewöhnlichen Form ab.

Bei den Festuceen (Fig. 43—52) lässt sich ein beständiges Schwanken im Verkommen und Fehlen eines Epiblastes erkennen, wozu sich bei *Brachypodium* der Uebergang findet.

Unter den Hordeen (Fig. 53—59) besitzen wir in *Hordeum* selbst einen Embryo ohne Epiblast. *Elymus* (Fig. 58) bildet den Uebergang und bei *Lolium, Leptums*, *Triticum* finden wir wieder mehr oder weniger deutlich ausgebildete Epiblaste.

Von den *Bambuseae* ist nur *Bambusa arundinacea* (Fig. 59) und *gracilis* untersucht, sie sind durch den Besitz eines weniger langen als vielmehr dicken Epiblasts ausgezeichnet. Die anderen Eigenthümlichkeiten derselben sind schon erwähnt.

Fassen wir das Resultat in Bezug auf das Vorkommen oder Fehlen des Epiblasts zusammen, so lässt es sich in folgender Tabelle darstellen:

Ohne Epiblast.	Mit Epiblast.
	Maydeae:
Euchlaena,	
Zea, Coix,	
Tripsacum.	
	Andropogoneae:
Saccharum,	
Sorghum,	

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05169-0030-2

Ohne Epiblast.	Mit Epiblast.
Andropogon,	
Erianthus,	
Apluda.	
Zoysineae:	
Tragus,	*Zoysia.*
Trachys.	
Tristegineae:	
Arundinella,	
Beckera.	
Paniceae:	
Pennisetum,	*Olyra.*
Setaria,	
Panicum,	
Tricholaena,	
Penicillaria,	
Berchtoldia,	
Cenchrus.	
Oryzeae:	
	Oryza,
	Zizania,
	Leersia.
Phalarideae:	
Ehrhartia.	*Phalaris,*
	Anthoxanthum,
	Hierochloe.
Agrostideae:	
	Stipa, Milium,
	Cornucopiae,
	Phleum, Chaeturus,
	Polypog. Apera,
	Sporobolus,
	Lagurus,
	Piptatherum,
	Aristida, Cinna,
	Deyeuxia.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05169-0031-8

Ohne Epiblast.		Mit Epiblast.
	Aveneae:	
		Avena,
		Arrhenatherum,
		Danthonia,
		Aira, Holcus,
		Corynephorus.
	Chlorideae:	
Spartina.		*Leptochloa,*
		Eleusine, Chloris,
		Beckmannia.
	Festuceae:	
Boissiera,		*Echinaria,*
Schismus,		*Dactylis,*
Bromus,		*Cynosurus, Poa,*
Gynerium.		*Festuca, Glyceria,*
		Diplachne, Lamarkia,
		Melica, Avellinia,
		Koeleria, Briza,
		Diarrhena,
		Brachypod.
		Brizopyrum,
		Uralepis.
	Hordeae:	
Secale,		*Nardus,*
Hordeum,		*Aegilops,*
Asprella.		*Lolium,*
		Lepturus,
		Triticum,
		Elymus.

Es scheinen hiernach die Maydeen, Andropogoneen, Zoysineen, Tristegineen und Paniceen vorwiegend ohne, die *Oryzeae, Agrostideae* und die *Aveneae* mit Epiblast zu sein, ob aber hierauf und auf die übrigen Eigenthümlichkeiten der einzelnen Embryonen hin sich systematische Unterschiede aufstellen lassen, scheint bei der Veränderlichkeit derselben doch zweifelhaft, was schon aus dem bei *Brachypodium* Gesagten hervorgeht, andererseits aus den Unterschieden zwischen *Olyra* und *Spartina.* Die Tabelle zeigt aber, dass es nicht richtig

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05169-0032-4

ist, wie bisweilen geschehen, zu behaupten, dass der Epiblast meistens fehle, sondern im Gegentheil, er ist in der Regel vorhanden und nur in manchen Fällen fehlgeschlagen.

Für unsere Behauptung aber, dass wir im Scutellum den einen, im Epiblast aber einen zweiten vielleicht in Folge der mächtigeren Entwickelung des ersteren allmählich reducierten Cotyledon vor uns haben, ist die Frage einer systematischen Verwerthung belanglos. Ob man im Scutellum und im Epiblast zwei Cotyledonen annehmen will oder nicht, ist ebenfalls im Ganzen unwichtig für uns, wenn man nur zugibt, dass sie zwei Blätter darstellen, zumal die Cotyledonen bekanntlich nichts anderes sind, als die ersten zusammengerückten Blätter, die sich von den folgenden wohl äusserlich unterscheiden, im Wesentlichen aber alle Merkmale derselben besitzen.

* * *

Die vorliegenden Untersuchungen wurden auf Veranlassung und unter Leitung des Herrn Professor Dr. K. Goebel ausgeführt. Es ist mir eine angenehme Pflicht, diesem meinem hochverehrten Lehrer für die vielseitige Anregung und Unterstützung bei meinen Arbeiten auch an dieser Stelle meinen verbindlichsten Dank auszusprechen.

Erklärung der Figuren.

Es bedeutet sc = Scutellum, s = Scheidenblatt, e = Epiblast, k = Knospe, v = Vegetationspunkt, c.s. = Cotyledonarscheide, v′ = Axilarknospe, p = Procambiumstrang, w = Hauptwurzel, w^1 = Nebenwurzel, i = Internodium, E = Endosperm, S = Samenschale.

Tafel I.

Fig. 1. Zea Mais. Flächenansicht. (13/1).
„ 2. A. Euchlaena luxurians. Längsschnitt. (13/1).
„ „ B. „ „ Querschnitt ungefähr in der Mitte zwischen v und w. (22/1).
„ „ C. u. D. „ „ Querschnitte, die durch die Knospe gegangen sind. (22/1).
„ 3. Coix Lacrymae. Längsschnitt. (13/1).
„ 4. Saccharum Maddeni. Längsschnitt durch den ganzen Samen. (22/1).
„ 5. Ischaemum rigosum. Flächenansicht. (22/1).
„ 6. A. Andropogon nutans. Flächenansicht. (22/1).
„ „ B. „ „ Längsschnitt durch einen Theil des Samens. (22/1).
„ 7. A. Sorghum halepense. Flächenansicht. (11/1).
„ „ B. „ „ Längsschnitt. (22/1).
„ 8. Apluda gigantea. Flächenansicht. (22/1).
„ 9. A. Tragus racemosus. Flächenansicht. (44/1).
„ „ B. „ „ Längsschnitt. (44/1).
„ „ C. D. u. E. „ „ Querschnitte. (44/1).
C in Höhe der Wurzel, D oberhalb der Wurzel, E in Höhe der Knospe.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05169-0033-0

Fig. 10. A. Trachys mucronata. Flächenansicht. (22/1).
„ „ B. „ „ Längsschnitt. (22/1).
„ 11. A. Zoysia pungens. Flächenansicht. (44/1).
„ „ B. „ „ Seitenansicht. (44/1).
„ 12. Beckera uniseta. Flächenansicht. (44/1).
„ 13. A. Arundinella pallida. Flächenansicht. (44/1).
„ „ B. „ „ Längsschnitt. (44/1).
„ 14. Panicum virgatum. Längsschnitt. (22/1).
„ 15. Tricholaena rosea. Flächenansicht. (22/1).
„ 16. A. Setaria glauca. Längsschnitt. (22/1).
„ „ B. „ „ Junger Keimling. (44/1).
„ 17. Cenchrus spinifex. Längsschnitt (17/1).
„ 18. A. Penisetum longistylum. Flächenansicht. (22/1).
„ „ B. „ „ Längsschnitt. (22/1).
„ 19. Penicillaria spicata. Längsschnitt durch den Samen. (22/1).
„ 20. Berchtholdia bromoides. Flächenansicht. (44/1).
„ 21. A. Olyra cordifolia. Flächenansicht. (44/1).
„ „ B. „ „ Längsschnitt. (44/1).
„ 22. A. Zizania aquatica. Flächenansicht. (11/1).
„ „ B. „ „ Längsschnitt. (11/1).
„ „ C. „ „ Sehr junger noch ungegliederter Embryo. (195/1).
„ „ D. „ „ Etwas älter, Scheidenöffnung noch sehr gross, e noch nicht angelegt. (44/1).
„ „ E. „ „ Noch älter, Scheide fast ausgebildet, Epiblast angelegt. (44/1).
„ „ F. „ „ Alle Theile angelegt, im Stadium der Streckung begriffen. (22/1).
„ „ G. H. I. K. u. L. Querschnitte durch den Embryo von Zizan. aquat. In G ist die Wurzel getroffen, H dicht oberhalb der Wurzel, I durch das Internodium, K dicht unterhalb v, die Nebenwurzeln sind getroffen, L durch die Knospe. (22/1).
„ 23. A. Oryza sativa. Längsschnitt, Embryo reif und ruhend. (22/1).
„ „ B. „ „ Flächenschnitt. (22/1).
„ „ C. „ „ Sehr junger Embryo, Scheidenbildung eben eingeleitet. (44/1).
„ „ D. „ „ Scheide schon deutlicher angelegt. (44/1).
„ „ E. „ „ Scheide fast ausgebildet, e vorhanden. (44/1).
„ „ F. „ „ Fast reif, Flächenansicht. (22/1).
„ „ G. „ „ Fast reif, halbiert und von der Seite gesehen. (44/1).
„ „ H. „ „ Längsschnitt durch einen jungen Embryo ungefähr im Alter von D. (98/1).
„ „ I. „ „ Flächenansicht eines jungen Embryo im Alter von H. (22/1).
„ „ K. „ „ Längsschnitt durch einen jungen Embryo, bei welchem die Scheide noch nicht fertig ausgebildet, e angelegt. (22/1).
„ „ L. „ „ Längsschnitt durch einen Embryo im ersten Stadium der Keimung. (22/1).

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05169-0034-6

Fig. 23. M. Oryza sativa. Keimung weiter fortgeschritten. (22/1).
„ „ N. „ „ Keimung noch weiter fortgeschritten, Wurzel ausgetreten. (22/1).
„ 24. A. Leersia clandestina. Ganz, von der Seite gesehen. (44/1).
„ „ B. „ „ Längsschnitt. (44/1).
„ „ C. „ „ Querschnitt in Höhe der Wurzel. (44/1).
„ „ D. „ „ „ oberhalb der Wurzel. (44/1).
„ „ E. „ „ „ durch das Internodium. (22/1).
„ „ F. „ „ „ durch die Knospe. (44/1).

Tafel II.

Fig. 25. Phalaris canariensis. Flächenansicht. (22/1).
„ 26. Anthoxanthum odoratum. Flächenansicht. (22/1).
„ 27. A. Hierochloe odorata. Sehr junger Embryo. (22/1).
„ „ B. „ „ Etwas älter, Scheide eben angelegt. (22/1).
„ „ C. „ „ Flächenansicht eines Embryo im Alter von B. (22/1).
„ „ D. „ „ Fast reif. (22/1).
„ 28. A. Stipa juncea. Flächenansicht. (22/1).
„ „ B. „ „ Ein anderer Embryo, etwas von der Seite. (22/1).
„ „ C. „ „ Ebenfalls etwas von der Seite. (22/1).
„ „ D. „ „ Querschnitt dicht unterhalb der Knospe. (44/1).
„ „ E. Stipa arenarea. Flächenansicht. (44/1).
„ „ F. „ „ Etwas von der Seite. (44/1).
„ „ G. „ „ Querschnitt. (44/1).
„ 29. Piptatherum multiflorum. Flächenansicht. (22/1).
„ 30. A. Piptatherum paradoxum. Flächenansicht. (22/1).
„ „ B. „ „ Längsschnitt. (44/1).
„ 31. A. Cornucopiae cuculatum. Flächenansicht. (22/1).
„ „ B. „ „ Längsschnitt. (22/1).
„ 32. A. Sporobolus tenacissim. Flächenansicht. (44/1).
„ „ B. „ „ Längsschnitt. (44/1).
„ „ C. „ „ Etwas gedrückter Embryo. (22/1).
„ 33. Cinna mexicana. Flächenansicht. (22/1).
„ 34. A. Aristida coerulescens. Flächenansicht. (44/1).
„ „ B. „ „ Längsschnitt. (44/1).
„ „ C. „ „ Flächenansicht eines Embryo, dessen Scut. in 2 ungleich grosse Lappen ausgewachsen ist. (44/1).
„ 35. A. Lagurus ovatus. Flächenansicht. (22/1).
„ „ B. „ „ Seitenansicht. (22/1).
„ 36. A. Psamma arenarea. Sehr jung. (195/1).
„ „ B. „ „ Etwas älter, Gliederung noch nicht eingetreten. (195/1.)
„ „ C. „ „ Noch älter, Längsschnitt, Scheide und Wurzel angelegt, Epiblast noch nicht. (44/1).
„ „ D. „ „ Fast reif, Längsschnitt. (44/1).
„ „ E. „ „ Längsschnitt, Embryo noch nicht ganz reif. (44/1).
„ „ F. „ „ Längsschnitt eines jungen Embryo mit eingezeichneten Zellen. (98/1).

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05169-0035-2

Fig. 36. G. Psamma arenarea. Längsschnitt durch einen etwas reiferen Embryo. (98/1).
„ „ H. „ „ Reif, Flächenansicht. (22/1).
„ „ I. „ „ Längsschnitt. (22/1).
„ 37. A. Avena sativa. Längsschnitt. (22/1).
„ „ B. „ „ Flächenschnitt. (22/1).
„ 38. A. Aira juncea. Flächenansicht. (44/1).
„ „ B. „ „ Längsschnitt. (44/1).
„ 39. Danthonia airoides. Flächenansicht (22/1).
„ 40. A. Eleusine coracana. Flächenansicht. (22/1).
„ „ B. „ „ Längsschnitt durch den Samen. (22/1).
„ 41. A. Spartina cynosoroid. Flächenansicht. (13/1).
„ „ B. „ „ Längsschnitt. (13/1).
„ 42. A. Leptochloa arabica. Flächenansicht. (44/1).
„ „ B. „ „ Seitenansicht. (44/1).
„ „ C. „ „ Längsschnitt. (44/1).
„ 43. Diplachne fascicularis. Längsschnitt. (44/1).
„ 44. A. Koeleria hirsuta. Flächenansicht. (22/1).
„ „ B. „ „ Seitenansicht. (22/1).
„ 45. Melica altissima. Halb von der Seite. (22/1).
„ 46. Briza maxima. Noch nicht reif, Flächenansicht. (44/1).
„ 47. Schismus marginatns. Flächenansicht. (22/1).
„ 48. Glyceria arundinacea. Flächenansicht. (22/1).
„ 49. A. Brachypod. distach. Flächenansicht. (22/1).
„ „ B. „ „ Längsschnitt. (22/1).
„ 50. A. Brachypod. pinnat. Ziemlich jung, Flächenansicht. (22/1).
„ „ B. „ „ Etwas älter, Flächenansicht. (22/1).
„ „ C. „ „ Reif, Flächenansicht. (22/1).
„ „ D. „ „ Reif, Längsschnitt. (22/1).
„ 51. A. Bromus arvensis. Sehr jung, Längsschnitt. (22/1).
„ „ B. „ „ Etwas älter, Längsschnitt. (22/1).
„ „ C. „ „ Noch älter, Längsschnitt. (21/1).
„ „ D. „ „ Flächenansicht eines Embryo im Alter von B. (22/1).
„ „ E. „ „ Seitenansicht eines Embryo im Alter von C. (22/1).
„ „ F. „ „ Flächenansicht eines Embryo im Alter von C. (22/1).
„ „ G. Bromus mollis. Fast reif. Flächenansicht. (22/1).
„ „ H. Bromus sterilis. Längsschnitt, reif. (22/1).
„ „ I. Bromus arvensis. Seitenansicht, reif. (22/1).
„ „ K.—P. Bromus arvensis. Missbildete Embryonen. (22/1).
„ 52. A. Echinaria capitata. Flächenansicht. (22/1).
„ „ B. „ „ Seitenansicht. (22/1).
„ „ Form des Randes des Epiplastes bei 3 verschiedenen Embryonen von Echinaria capitata. (44/1).
„ 53. Lolium multiflorum. Längsschnitt. (22/1).
„ 54. A. Lepturus filiformis. Halb von der Seite. (22/1).
„ „ B. „ „ Flächenansicht. (22/1).
„ 55. Triticum vulgare. Längsschnitt. (22/1).
„ 56. A. Hordeum vulgare. Sehr jung. (22/1).

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05169-0036-8

Fig. 56. B. Hordeum vulgare. Etwas älter. (22/1).
„ „ C. u. D. „ „ Noch älter, Scheide bei D fast fertig ausgebildet. (22/1).
„ „ E. „ „ Seitenansicht eines Embryo im Alter von D. (22/1).
„ „ F. „ „ Seitenansicht eines Embryo im Alter von B. (22/1).
„ 57. Lepturus cylindroceus. Längsschnitt. (22/1).
„ 58. Elymus crinitus. Längsschnitt. (22/1).
„ 59. A. Nardus stricta. Flächenansicht. (22/1).
„ „ B. „ „ Seitenansicht. (22/1).
„ „ C. „ „ Noch nicht ganz reif, Flächenansicht. (22/1).
„ 60. Bambusa arundinacea. Längsschnitt. (22/1.)

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05169-0037-4

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Flora oder Allgemeine Botanische Zeitung

Jahr/Year: 1892

Band/Volume: 76

Autor(en)/Author(s): Bruns Erich

Artikel/Article: Der Grasembryo. 1-33