FLORA.

68. Jahrgang.

No. 9. Regensburg, 21. März 1885.

Inhalt. Dr. Max Ebeling: Die Saugorgane bei der Keimung endospermhaltiger Samen. (Mit Tafel III.)
Beilage. Tafel III.

Die Saugorgane bei der Keimung endospermhaltiger Samen.

Von
Dr. Max Ebeling.

(Mit Tafel III.)

Die Samen der Phanerogamen entnehmen bei ihrer Bildung der Mutterpflanze gewisse Quantitäten von Reservestoffen, die sich entweder im Endosperm oder in den Cotyledonen anhäufen. Bei der Keimung des Samens werden nun diese Reservestoffe wieder verbraucht, und der Embryo erhält dabei seine Nahrung in dem ersten Fall aus dem Endosperm, im zweiten aus den Cotyledonen. In diesem letzeren Fall sind also die Reservestoffe schon in der jungen Pflanze selbst abgelagert und werden den wachsenden Organen derselben aus den Keimblättern zugeführt. Bezieht dagegen der Embryo seine Nahrung aus dem Endosperm, mit welchem er ja in keinem organischen Zusammenhang steht, so fragt es sich, auf welche Weise er diese Nahrungsaufnahme bewerkstelligt. Findet, nachdem das feste Endosperm aufgelöst ist, einfach eine Aufnahme durch die gewöhnlichen, nicht umgestalteten Epidermiszellen statt, oder werden dieselben diesem Zweck eigens an-

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03548-0181-9

gepasst, oder werden endlich besondere Saugorgane, Haustorien, gebildet, wie sie bei den Schmarotzern schon bekannt sind? Diese Frage zu beantworten ist der Zweck meiner Arbeit. Dass der Embryo bei der Keimung seine Nahrung aus dem Endosperm oder den Cotyledonen bezieht, ist schon seit mehr als geraumer Zeit bekannt; auf welche Weise er dies bei endospermhaltigen Samen bewerkstelligt, ist jedoch noch wenig und nur für einzelne Fälle untersucht. Ich werde auf die Litteratur, welche sich bis jetzt mit dieser Frage beschäftigt hat, bei den einzelnen Familien eingehen.

I. Die Monocotyledonen.

1. Die Gramineen.
(Figur 1, 2 und 3.)

Same mit grossem, mehligem Endosperm. Embryo am Grunde des Endosperms, diesem auf der Aussenseite mit dem Scutellum anliegend.[1])

Die Anführung eines einzelnen Beispieles finden wir bei Hanstein[2]) und eine eingehende Behandlung bei Sachs[3]). Hanstein spricht über den Bau des Keimlings von *Brachypodium* und erwähnt dabei Folgendes:

„Das zweite noch zu erwähnende Gebilde ist eine auffallende Wucherung der untersten Abtheilung des Keimanhangs, deren Zellen, nachdem sie schon immer stark quellbar und aufgetrieben erschienen, jetzt zu einem langen Schweif auswachsen, papillenförmig an der Oberfläche auseinanderweichen und nun genau das Bild einer jener aussondernden Zellen wiedergeben, wie sie in den Laubknospen vieler Pflanzen vorkommen. Diese gewaltig grosse Zotte tritt aus der unteren Oberhautöffnung des Keimanhangs heraus, sofort seitlich über sie vorquellend. Diese Oberhaut selbst hat indessen rings um den ganzen Keimanhang bis gegen seine Basis hinauf, ebenso wie die auch den ganzen Rücken und die Seitenwände des Schildchens einhüllende Hautlage, ihre sämmtlichen Zellen ebenfalls nach Art von secernirenden Zellen, in der Richtung senkrecht gegen die

[1]) Die Angaben über Lage und Beschaffenheit des Embryos und des Endosperms sind entnommen aus Luerssen, Handbuch der systematischen Botanik.

[2]) Hanstein, Botan. Abhandlungen. Band I. Heft 1 p. 56.

[3]) Sachs, Zur Keimungsgeschichte der Gräser. Botan. Zeitung 1862 Nr. 19.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03548-0182-5

Aussenfläche aufgetrieben. Freilich hat nun diese Papillenbildung der Haut- (Epithel-) Zellen hier nicht den Zweck der Aussonderung, sondern vielmehr, wie Sachs nachgewiesen hat, den der Einsaugung von flüssigen Reserve-Nährstoffen, von welchem Geschäft die grosse Anhangszotte wahrscheinlich auch ihrerseits einen Theil zu übernehmen hat."

Hanstein hat hier also bei einer einzelnen *Graminee* das gefunden, was ich durch meine Arbeit für sämmtliche *Gramineen* konstatiren kann. Das Scutellum besitzt an der Seite, mit welcher es das Endosperm berührt, ein Epithel von zur Oberfläche rechtwinklig stehenden, langgestreckten, dünnwandigen Zellen, welche zur Aussaugung des Endosperms dienen (Fig. 1—3). Sachs hat sich nun genauer mit den *Gramineen* beschäftigt und zwar hat er von diesen *Zea Mays*, *Triticum vulgare* und *Hordeum hexastichum* untersucht. Er giebt kurz die Anatomie des Graskeimlings an und geht dann vor allem auf die physiologischen Fragen bei der Keimung ein. Ich führe die anatomische Beschreibung hier an:

„Das Schildchen (Scutellum) an dem Keime der Gräser ist auf seiner, dem Endosperm zugewendeten Fläche mit einem eigenthümlichen Epithelium bekleidet, welches sowohl in seiner Form wie in seiner Function während der Keimung manches Eigenthümliche darbietet. Dieses zur Aufsaugung der Endospermstoffe in den wachsenden Keim bestimmte Epithel ist eine Fortsetzung der oberflächlichen Zellschicht, welche die nach aussen gewendeten Theile des Schildchens umgiebt und welche an letzteren aus niedrigen tafelförmigen Zellen besteht. Da, wo die zähe Fruchthaut das Schildchen an seinem grössten Umfange fest umschliesst, nehmen die oberflächlichen Zellen sogleich eine andere Gestalt an, sie werden aufrechtstehend cylindrisch, säulenartig oder schlauchartig. Die ganze dem Endosperm zugekehrte, also auch während der Keimung in der Fruchthöhle verharrende Seite des Schildchens ist mit diesem senkrecht auf ihm stehenden Cylinderepithelium bedeckt."

Da Sachs nur *Zea Mays* und die *Hordeaceen* untersucht hat, so ist, da die Bildung des Epithels bei diesen beiden Extremen der *Gramineen*reihe so übereinstimmt, der Zweck meiner *Gramineen*-Untersuchung, zu konstatiren, ob bei den zwischenliegenden Gruppen der Gräser dieselben Verhältnisse obwalten, und welche besondere Unterschiede die Ausbildung der Epithelzellen bei den verschiedenen Gräsern zeigt. Ich kann die

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03548-0183-0

Resultate von Sachs über *Zea*, *Triticum* und *Hordeum* zunächst vollkommen bestätigen und habe ausser anderen *Hordeaceen* noch folgende Gruppen untersucht: die *Oryzeen*, *Phalarideen*, *Andropogoneen*, *Paniceen*, *Chlorideen*, *Stipeen*, *Alopecuroideen*, *Agrostideen*, *Avenaceen* und *Festucaceen*. Ich will nun zunächst die einzelnen Beobachtungen anführen, um dann zuletzt das Resultat daraus zu ziehen.

Oryza sativa. Das Scutellum ist mit einem Epithel von gleichmässig gestreckten, haarförmigen Saugzellen bedeckt, welche im Allgemeinen senkrecht zur Oberfläche stehen.

Anthoxanthum odoratum. Das Epithel besteht aus langen, schlauchartig verlängerten Saugzellen, welche frei in das Endosperm hineinragen und in keiner Verbindung mit den benachbarten Saugzellen stehen, so dass zwischen den einzelnen ein Raum frei bleibt, während z. B. bei *Oryza* die Saugzellen ohne Zwischenraum dicht neben einander liegen.

Phalaris angusta. Die Saugzellen des Epithels sind haarartig gestreckt und schieben sich wie Schläuche in das Endosperm hinein; sie haben nicht alle dieselbe Richtung, sondern ihre keulenförmigen Köpfe sind bald nach der einen, bald nach der anderen Seite gebogen, während bei vielen anderen *Gramineen*, z. B. *Oryza*, *Triticum*, *Panicum*, die Epithelzellen nach derselben Richtung gestreckt sind. Die einzelnen Saugzellen erreichen eine bedeutende Länge, so dass sie bei vollendeter Keimung 8—10mal so lang wie breit sind.

Cenchrus alopecuroïdes. Das Epithel, mit welchem das Scutellum an das Endosperm grenzt, besteht aus einer Schicht dicht neben einander liegender Saugzellen, deren Gestalt jedoch etwas von der bei den übrigen *Gramineen* abweicht. Die Saugzellen sind nicht schlauchartig gestreckt, sondern ihre Länge verhält sich zur Breite wie 2 : 1, an manchen Stellen des Epithels sogar nur wie 1 : 1, während das Verhältniss bei den übrigen *Grrmineen* doch immer mindestens 4 : 1 ist. Es ragen ferner nicht einzelne Saugzellen über die anderen hervor, sondern alle bilden eine gleichmässige Schicht, so dass sie mehr den Eindruck von Pallisadenzellen machen (Vergl. Fig. 3).

Zea Mays. Bereits von Sachs untersucht und beschrieben.

Zea Caragua. Eas Epithel besteht wie bei *Z. Mays* aus einer gleichmässigen Schicht von Saugzellen.

Sorghum halepense. Das Epithel besteht aus langgestreckten, dünnwandigen Zellen, welche eine regelmässige Schicht bilden.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03548-0184-6

Ihre Köpfe sind nicht keulenförmig abgerundet und unterscheiden sich dadurch von den schlauchförmigen Epithelzellen von *Phalaris*. Der Charakter der Epithelschicht ist also im Ganzen derselbe wie bei *Cenchrus*, obgleich hier die Zellen mehr gestreckt sind, so dass sie meist 3—4mal so lang wie breit sind. (Fig. 3.)

Panicum miliaceum. Saugzellen wie bei *Zea Mays*.

P. muricatum. Desgleichen.

Pennisetum cenchroïdes. Die Epithelzellen bilden eine gleichmässige Schicht gestreckter, haarförmiger Zellen.

Paspalum stoloniferum. Saugzellen wie bei *Pennisetum*.

Chloris barbata. Saugzellen wie bei *Cenchrus*.

Milium vernale. Die Saugzellen sind schlauchförmig entwickelt und ragen unregelmässig in das Endosperm hinein.

Phleum asperum. Wie bei *Milium*.

Polypogon chiloënsis. Desgleichen.

Agrostis lachnantha. Die Epithelzellen sind schlauchartig gestreckt und nach Aussaugung des Endosperms etwa 10mal so lang wie breit.

Ammophila arenaria. Das Epithel besteht wieder aus einer gleichmässigen Schicht haarförmiger Saugzellen.

Aegopogon pusillus. Die Epithelzellen sind schlauchartig entwickelt, sie sind ungefähr 6mal so lang wie breit und stehen senkrecht auf der Oberfläche des Scutellums (Figur 1).

Trisetum neglectum. Lange, schlauchartig gestreckte Epithelzellen.

Arrhenatherum elatius. Desgleichen, sowie bei

Aira caespitosa, *Eragrostis Abyssinica* (Figur 2) und *Festuca alopecurus*.

Bromus Adoënsis. Die Epithelzellen sind lang gestreckt und ragen unregelmässig in das Endosperm hinein. Sie stehen nicht zur Oberflächs des Scutellums senkrecht, sondern haben im Allgemeinen dieselbe Richtung wie die unter ihnen liegenden Parenchymzellen, so dass sie als Endzellen derselben erscheinen, während bei den meisten übrigen *Gramineen* die Saugzellen fast senkrecht auf der Oberfläche des Scutellums stehen.

Br. intermedius. Wie bei *Br. Adoënsis*.

Cynosurus eschinatus. Das Epithel besteht aus einer gleichmässigen Schicht haarförmiger Saugzellen.

Poa pratensis. Die Epithelzellen sind haarförmig entwickelt, sie strecken sich mit ihren Köpfen wie Schläuche in das Endo-

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03548-0185-2

sperm hinein, und die einzelnen Sauggzellen stehen mit einander in keiner Verbindung. Sie erreichen gegen Ende der Keimung eine bedeutende Länge, so dass diese sich zur Breite wie 8—10 : 1 verhält.

Briza maxima. Die Epithelzellen sind schlauchartig gestreckt, stehen nicht senkrecht auf der Oberfläche, sondern haben dieselbe Richtung wie die unter ihnen liegenden Parenchymzellen.

Atropis distans. Epithelzellen schlauchartig.

Elymus canadensis. Das Epithel besteht aus einer gleichmässigen Schicht haarförmiger Saugzellen.

Triticum vulgare. Bereits von Sachs untersucht.

Tr. dicoccum. Epithelzellen wie bei *Tr. vulg.*

Secale cereale. Das Epithel wird von einer gleichmässigen Schicht haarförmiger Saugzellen gebildet.

S. Anatolicum. Epithelzellen wie bei *Secale.*

Brachypodium distachyum. Die Epithelzellen sind gleichmässig entwickelt und zur Oberfläche des Scutellum senkrecht gestreckt.

Lolium temulentum. Die Epithelzellen sind schlauchartig entwickelt. Sie stehen am unteren Teil des Scutellums senkrecht zur Oberfläche, am mittleren und oberen haben sie annähernd dieselbe Richtung wie die unter ihnen liegenden Parenchymzellen.

Lolium complanatum. Epithelzellen wie bei *Lolium temulentum.*

Gymnostichum hystrix. Die Epithelzellen sind gleichmässig gestreckt.

Resultat.

Das Saugorgan der Gräser, das Scutellum, ist gross, fleischig und hat eine schildförmige Gestalt. Seiner ganzen Entwicklung nach entspricht es dem Keimblatt der übrigen Monocotylen, zeichnet sich aber vor diesen durch die eigenthümliche Ausbildung des dem Endosperm anliegenden Randes aus. Dieser Rand des Scutellums wird bei allen *Gramineen* (ich habe bei keiner eine Ausnahme gefunden) von einem Epithel überzogen, welches aus cylindrischen, haarförmigen oder schlauchförmigen Zellen besteht. Diese Sauggzellen stehen entweder zur Oberfläche des Scutellums senkrecht *(Triticum vulgare)*, oder sind zu derselben unter spitzen Winkeln geneigt, oder laufen ihr schliesslich fast parallel *(Bromus Adoënsis).*

Es kommt auch vor, dass am unteren Theil des Scutellums

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03548-0186-8

die Saugzellen senkrecht zur Oberfläche stehen, während sie am mittleren und an der Spitze der Längsaxe fast parallel laufen *(Lolium complanatum)*. Beim Beginn der Keimung bildet das Epithel meist eine gleichmässige Schicht dicht nebeneinander liegender, cylindrischer Zellen, welche im Allgemeinen 3—4mal so lang wie breit sind; die einzelne Saugzelle steht dabei mit den neben ihr liegenden durch die Seitenwand in Verbindung.

Während der Keimung ist nun dieses Saugepithel einer weiteren Entwicklung fähig. Die Saugzellen verlängern sich stark und bleiben dabei entweder mit ihren Seitenwänden in Zusammenhang und ihre Köpfe grenzen nur mit einem verhältnissmässig kurzen Theil an das Endosperm *(Zea, Sorghum, Cenchrus,* vergl. Figur 3), oder aber die Entwicklung geht noch weiter, die einzelne Saugzelle trennt sich von der benachbarten, nimmt keulenförmige Gestalt an, indem ihre Spitze anschwillt und sich abrundet, und dringt wie ein Schlauch in das Endosperm ein. (Die Mehrzahl der *Gramineen*, vergl. Fig. 1 und 2.) Die Länge der Saugzellen ist dann oft 8—10mal so gross wie die Breite. Die Saugzellen haben, wie schon Sachs nachgewiesen, den Zweck, das Endosperm auszusaugen und so die zum ersten Wachsthum der jungen Pflanze nöthigen Stoffe zu besorgen. Die Fortleitung der durch die Saugzellen aus dem Endosperm gezogenen Stoffe übernehmen die dünnwandigen Parenchymzellen des Scutellums. Häufig werden in diesem Gefässbündel angelegt, die sich von seiner Spitze bis zur Mitte des jungen Keimlings hinziehen. Am Rande des Saugepithels finden sich nach begonnener Keimung stets mehrere Schichten zusammengedrückter Zellen; es sind dies die Membranen der Endospermzellen, deren Inhalt bereits von den Epithelzellen ausgesaugt ist.

2. Die Palmen.
(Figur 4 u. 5.)

Same mit mächtig entwickeltem Endosperm, homogen oder radial-faserig, fleischig, hornig oder fast holzig, trocken oder ölig, solid oder mit ventraler oder centraler Höhlung, zuweilen durch eindringende Samenhaut- und Endocarpfalten marmorirt. Embryo an der Peripherie des Endosperms liegend, von einer dünnen Schicht desselben bedeckt, klein, cylindrisch oder konisch.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03548-0187-4

Bei der Keimung der Palmen ist die Bildung eines Haustoriums am meisten bekannt. Hugo v. Mohl[1]) bringt in dem Kapitel „De palmarum germinatione" seines Werkes über Palmen darüber Folgendes:

„Si palmarum semen germinat, embryo elongatur, posterior extremitas obtuse conica intumescit, et albuminis cavitas, in qua embryo latet, amplificatur eadem ratione, qua corpus embryonis cotyledoneum crescit. Haec amplificatio non eo efficitur, quod albumen humore emollitur, vel in liquorem solvitur, et embryo deinde resorbet liquidum, atque evacuatarum cellularum membranas removet; sed omnes albuminis partes i. e. tam cellularum membranae, quam quae cellulis ipsis continentur, eadem ratione, quam embryo augescit, resorbentur, nec tamen ea albuminis pars, quam embryo non immediate tangit, mollitur aut alio quodam modo mutatur. Etiam ratione, qua pars embryonis in semine inclusa extenditur, mutatur etiam eius interna structura. Cellulae enim paulatim multum extenduntur, formam induunt rotundatam, et inter illas formantur permagni meatus intercellulares atque intervalla libera. Tota substantia ideo adspectum praebet laxum et spongiosum.

Primo iam tempore, priusquam embryo albumen et seminis integumentum perrupit, nascuntur in fasciculis, quos supra descripsimus, subtilium cellularum tenerrima vasa spiralia. Horum fasciculorum cellulae tenues retinent membranas, neque lignosae evadunt. Fasciculi ipsi situm servant superficiei proquinquum, quem ante germinationem in embryone habuerunt. Cotyledoneum corpus cinctum est epidermide e parvis cellulis formata. Paulatim adeo extenditur, ut fere totum consumat albumen!"

Meine Palmen-Untersuchungen stimmen mit dieser Beschreibung überein, bis auf die Ausbildung der Epidermis: „Cotyledoneum corpus cinctum est epidermide e parvis cellulis formata" sagt Mohl. Es ist ihm also nicht aufgefallen, dass die Epidermiszellen zum Zweck der besseren Aussaugung des Endosperms bei den Palmen besonders differenzirt werden, denn sie sind, wie wir sehen werden, gerade bedeutend länger als die übrigen Zellen des Saugorgans. Sachs[2]) hat dies in seiner Keimungsgeschichte der Dattel nachgewiesen:

[1]) Hugo v. Mohl, historia nat. palm. de palmarum structura.

[2]) Sachs, Zur Keimungsgeschichte der Dattel. Botan. Zeitung 1862 Nro. 31 und 32.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03548-0188-9

„Der obere Theil des Cotyledons, welcher bei beginnender Keimung in der Endospermhöhle verbleibt und zuerst kugelig anschwillt, dann napfförmig wird und endlich eine der äusseren Gestalt des Endosperms entsprechende Form annimmt, bietet mehrere beachtenswerthe Eigenthümlichkeiten dar. Auffallend ist zunächst die Art seines Wachsthums, insofern dieses durch Theilungen der zweiten Zellschicht und zum Theil der folgenden vermittelt wird. Die Theilungen finden vorzugsweise durch das Auftreten von Wänden statt, die auf dem Umfange des Organs senkrecht stehen, so dass die Vemehrung der Zellen hauptsächlich in den verschiedenen Richtungen der Oberfläche stattfindet. Diese unter dem Epithel liegende Schicht ist es, welche das lang andauernde Wachsthum des Saugorgans vermittelt, während anfänglich die Ausdehnung desselben durch Streckung der schon im Embryo vorhandenen Zellen bewirkt wird. Diese Parenchymzellen erreichen besonders im Centrum des Organs eine sehr bedeutende Grösse und lassen sehr grosse luftführende Zwischenräume übrig, wodurch das Saugorgan ein schwammiges Ansehen erhält. Die Gefässbündel des Saugorgans sind die unmittelbaren Fortsetzungen der acht Bündel der Cotyledonarscheide und verlaufen nahe dem Umfange gewissermassen meridianartig. Die äusserste Zellschicht, welche sich auf dem Scheidentheil des Cotyledons zu einer echten Epidermis mit kurzen Haaren und zahlreichen Spaltöffnungen ausbildet, nimmt dagegen auf dem Saugorgane einen nach Funktion und Form eigenthümlichen Charakter an. Die Zellen dieser äusseren Schicht des Saugorgans, welche also eine unmittelbare Fortsetzung der Epidermis ist, bleiben bis zum Ende der Keimung vermittelst immer wiederkehrender Theilungen, durch senkrecht auf die Fläche gestellte Wände, in einem jugendlichen Zustande. In zum Saugorgan radialer Richtung ist ihr Durchmesser bedeutend grösser als in der Richtung der Fläche. Die Wandungen bleiben immer sehr dünn. Das sehr Eigenthümliche dieses Epithels liegt, wie ich glaube, in dem Umstande, dass hier Zellen, welche in fortwährender Theilung begriffen sind, zugleich die so wichtige Funktion der Aufsaugung der Reservestoffe übernehmen. Dieses Epithel ist es offenbar, welches alle im Endosperm sich lösenden Stoffe aufnimmt, an die nächst inneren Schichten abgiebt und so den Keim mit seinen Bildungsstoffen versorgt."

Sachs hat dies also für den keimenden Samen von *Phoenix*

Universitätsbibliothek Regensburg urn:nbn:de:bvb:355-ubr03548-0189-8

dactylifera konstatirt. Ich habe bei den von mir untersuchten Palmen ähnliche Verhältnisse gefunden und gebe zunächst die Einzelheiten:

Phoenix canariensis (Figur 5). Das Keimblatt schwillt bei der Keimung an und streckt sich wie bei *Ph. dactylifera* napfförmig in das Endosperm hinein, bis es schliesslich, nachdem dasselbe aufgesaugt ist, die Gestalt des Samens annimmt und diesen vollständig ausfüllt. Das Epithel besteht aus dünnwandigen, langgestreckten Zellen, die 3—4mal so lang wie breit sind und die Aussaugung des Endosperms besorgen. Dicke Gefässstränge ziehen sich in das Saugorgan hinein. Dasselbe ist weich, während das Endosperm sehr hart ist. Nur die dem Saugorgane zunächst liegenden Schichten desselben sind etwas erweicht, das Haustorium muss also bei Berührung mit dem Endosperm irgend eine Flüssigkeit ausscheiden, welche die hornigen Zellen des Endosperms auflöst.

Latania borbonica. Morphologischer und anatomischer Bau wie bei *Phoenix canariensis.*

Phoenix tenuis. Desgleichen.

Seaforthia elegans (Fig. 4). Der Same ist an mehreren Stellen stark verdickt, einzelne Partien der Samenhaut dringen leistenartig in das Endosperm hinein, so dass der Same auf einem Durchschnitt (er ist fast kugelrund) ein am Rand gekammertes Aussehen erhält. Um nun das Endosperm auch aus diesen Kammern auszusaugen, sendet das Haustorium in dieselben dicke Fortsätze und erhält dadurch eine zerklüftete Gestalt. Man sieht auch ohne Vergrösserung zwei dicke Gefässstränge das Saugorgan bis zu seiner Spitze durchziehen. Die äusseren Zellen desselben sind wieder dünnwandig, jedoch nicht so lang gestreckt wie bei *Phoenix canariensis.*

Phoenix reclinata. Morphologischer Bau wie bei *Ph. canariensis*, ebenso der anatomische.

Corypha Canna. Anatomischer Bau wie bei *Seaforthia.*

Chamaerops elegans. Der Same ist kugelig, daher auch gegen Ende der Keimung das Saugorgan. Die äusserste Zellschicht desselben besteht wieder aus dünnen, zur Oberfläche rechtwinklig gestreckten Zellen. Die Streckung ist jedoch nicht an allen Partien des Saugorganrandes gleich, sondern es wechseln Stellen, an denen die Zellen 4mal so lang wie breit mit anderen, bei denen sie ebenso lang oder nur $1^1/_2$mal so lang wie breit sind.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03548-0190-2

Resultat.

Das Keimblatt der Palmen bleibt während des ganzen Verlaufs der Keimung im Samen und dient als Saugorgan. Zuerst verhältnissmässig klein und an der Peripherie des Endosperms liegend, schwillt es allmählich an, wird kugelig, dann napfförmig und nimmt schliesslich die Gestalt der Sameuhöhle an, die es gegen Ende der Keimung, also nach Aufsaugung des Endosperms vollständig ausfüllt. Vergl. Figur 4 und 9. Der Rand des Saugorgans besteht aus dünnwandigen, zur Oberfläche rechtwinklig gestreckten Zellen, welche, meist 2—4mal so lang wie breit, zum Saugen dienen, während die darunter, liegende zweite Zellschicht, wie Sachs angiebt, das lang andauernde Wachsthum des Saugorgans vermitteln soll. Die übrigen, parenchymatischen Zellen übernehmen die Leitung der ausgesaugten Substanzen. Das Saugorgan verbraucht das ganze im Samen enthaltene Endosperm, selbst die Zellwände, die bei den *Gramineen* in der ausgesaugten Samenschale zurückbleiben. Es wird ausserdem von zwei dicken Gefässsträngen durchzogen, welche die Fortsetzung der Bündel der Cotyledonarscheide bilden.

3. Die Cyperaceen.
(Figur 6 und 7.)

Embryo an der Basis des mehligen oder fleischigen Endosperms, doch von diesem allseitig umschlossen, klein, kreisel- oder linsenförmig.

Cyperus longus (Figur 7). Der ganze während der Keimung im Samen steckende Theil des Cotyledons wird zum Saugorgan. Dasselbe ist langgestreckt, fadenförmig-cylindrisch mit sich verjüngender Spitze. Es ist hier nicht, wie bei dem Scutellum der *Gramineen*, ein Theil besonders differenzirt, sondern sämmtliche Zellen des Saugorgans haben denselben Charakter. Sie sind langgestreckt, auch die Epidermiszellen, 4—6mal so lang wie breit, sowohl am oberen Theil als an der Spitze des Haustoriums; die Membran ist ausserordentlich zart und dünnwandig. Das Saugorgan wird seiner ganzen Länge nach und zwar ziemlich in der Mitte von einem Gefässbündel durchzogen welches bis hart an die Spitze reicht. Vergl. Fig. 6. Es wurden Spiral- und Ringgefässe und zu beiden Seiten derselben

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03548-0191-8

andere, sehr langgestreckte und enge Gefässe beobachtet. Die geringe Dicke der Membran ermöglicht ein leichtes Aufsaugen des Endosperms, die langgestrecke Form der Zellen ein schnelles Fortleiten der ausgesaugten Substanzen.

Carex bracteosa. Wie bei *Cyperus longus* ist der ganze im Samen steckende Theil des Keimblattes bei der Keimung zum Saugorgan ausgebildet. Dasselbe hat hier birnenförmige Gestalt, da es in der Mitte beträchtlich angeschwollen ist. Der anatomische Bau ist wie bei *Cyp. longus*: Langgestreckte, schmale Zellen mit äusserst dünnen Zellwänden, Gefässbündel in der Mitte des Saugorgans durch die ganze Länge desselben hindurch. Die Längenstreckung des ganzen Organs und damit auch der einzelnen Zellen ist so gross, dass selbst die kurzen Querzellwände zum Theil die Längsrichtung annehmen, so dass die einzelnen Zellen oft die Gestalt von in die Länge gezogenen, schmalen Rhomboiden haben. Die Zellen selbst sind zum grossen Theil mit grossen und kleineren Tropfen erfüllt. Die grossen halte ich für Oeltropfen. Dieselben finden sich nur in den Epidermiszellen und den diesen benachbarten Zellschichten, nehmen nach innen, also nach dem Gefässbündel zu, an Grösse ab, so dass in den in der Mitte liegenden Zellen nur noch die kleineren Tropfen vorhanden sind. Man sieht hier ganz deutlich, dass nicht nur die Spitze, sondern der ganze im Samen steckende Cotyledonartheil saugt, da besonders an den Seiten des Organs die Epidermis- und benachbarten Zellen dicht mit Oeltropfen angefüllt sind.

Cyperus Papyrus (Fig. 6). Der ganze im Samen steckende Cotyledonartheil ist zum Haustorium ausgebildet. Dasselbe ist fadenförmig-cylindrisch und hat denselben anatomischen Bau wie *Carex* und *Cyperus longus*.

Scirpus Natalensis. Desgleichen.

Cyperus flavescens. Der morphologische und anatomische Bau ist wie bei *Carex bracteosa*. Dieselben Verhältnisse zeigen ferner: *Carex maxima*, *C. firma* und *C. chilensis*.

Resultat.

Bei den *Cyperaceen* wird der ganze im Samen steckende Cotyledonartheil bei der Keimung zum Saugorgan. Dasselbe ist entweder birnenförmig: *Carex bracteosa*, *C. maxima*, *C. firma*, *Cyperus flavescens*, oder fadenförmig-cylindrisch mit sich verjüngender Spitze: *Cyperus Papyrus*, *Scirpus Natalensis*, *Cyperus*

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03548-0192-4

longus. Die äusserst dünnwandigen Zellen sind schmal und in der Richtung der Längsaxe gestreckt, sowohl die Epidermiszellen, welche zum Saugen, als auch die übrigen Zellen, welche zum Leiten dienen. Die Länge dieser gestreckten Zellen verhält sich zur Breite derselben wie 4 : 1 bis 8 : 1. In der Mitte des Saugorgans ist ein Gefässbündel entwickelt, welches das ganze Organ durchzieht und sich bis an die Spitze desselben erstreckt.

Das Saugorgan der *Cyperaceen* hat einen wesentlich anderen Charakter wie das der Palmen. Bei diesen ist dasselbe vorzugsweise in die Breite, bei den *Cyperaceen* in die Länge entwickelt. Bei den Palmen sind nur die Epidermiszellen zum Zweck der Aufsaugung besonders differenzirt, sie stehen senkrecht zur Oberfläche des Haustoriums. Bei den *Cyperaceen* dagegen findet ein solcher Unterschied nicht statt, die Epidermiszellen haben dieselbe Gestalt und Längsrichtung wie die übrigen Zellen des Saugorgans. Ausserdem ist dasselbe bei den *Cyperaceen* zu Anfang der Keimung schon fast fertig entwickelt und hat annähernd dieselbe Länge wie der Samen, in welchem es steckt; während bei den Palmen das Haustorium zuerst winzig klein ist, erst im Verlauf der Keimung wächst und zwar so bedeutend, dass es schliesslich, nach Aufsaugung des Endosperms, fast den ganzen Raum einnimmt, welches dieses früher ausgefüllt.

4. Die Commelinaceen.
(Figur 8 und 9.)

Mit fleischigem Endosperm.

Commelina clandestina. Das Keimblatt bleibt während der Keimung im Samen und dient als Saugorgan. Die Keimung selbst verläuft zuerst ganz normal; in einem gewissen Stadium derselben streckt sich jedoch das hypocotyle Glied durch intercalares Wachsthum sehr bedeutend in die Länge, Fig. 8 A u. B x; dadurch wird die Verlängerung des Cotyledons genöthigt, sich ebenfalls zu strecken, um nicht zerrissen zu werden, und es entsteht auf diese Weise ein langes, dünnes, fadenförmiges Gebilde, das vom Samen ausgehend sich mehrere Centimeter hoch wie eine Brücke über die Erde erhebt. Fig. 8 B y. Bei vorgeschrittener Keimung sieht es aus, als ob von der jungen Pflanze ein langes, fadenförmiges Saugorgan in den Samen

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03548-0193-0

entsendet würde. Das Keimblatt, welches als Saugorgan dient, ist angeschwollen und liegt als dicker, kugeliger Theil in dem fast würfelähnlichen Samen, welcher zum grossen Theil von demselben ausgefüllt ist. Ein Längsschnitt durch das Saugorgan zeigt, dass sein Rand aus langgestreckten, dünnwandigen, zur Oberfläche senkrecht stehenden Zellen besteht, deren Länge sich zur Breite wie 1 : 4 bis 1 : 8 verhält. Die darunter liegende Zellschicht besteht dagegen aus isodiametrischen Zellen, die ebenso lang wie breit sind. Die verlängerten Epithelzellen dienen zum Aussaugen des Endosperms, die übrigen Zellen zum Leiten der aufgenommenen Stoffe.

Tinnantia erecta. Same, Keimung, morphologischer und anatomischer Bau genau wie bei *Commelina.*

Resultat.

Das Keimblatt der *Commelinaceen* steckt als dickes, faustförmiges Saugorgan im Samen, diesen fast ausfüllend. Vergl. Fig. 9. Zur Aussaugung des Endosperms werden die Epidermiszellen besonders differenzirt, so dass der Rand des Haustoriums aus langgestreckten, dünnwandigen Zellen besteht, welche meist 4 bis 8mal so lang wie breit sind und senkrecht zur Oberfläche stehen. Der Charakter des Haustoriums ähnelt sehr dem der Palmen, nur ist die Längsstreckung der Epidermiszellen meist grösser als bei diesen; ausserdem unterscheidet es sich in seinem Wachsthum von dem Saugorgan der Palmen, da es bei Beginn der Keimung schon fast fertig gebildet ist, während jenes sich erst im Verlaufe der oft Monate lang währenden Keimung entwickelt.

5. Die Liliaceen.

Embryo von dem grossen, fleischigen oder knorpligen Endosperm allseitig umschlossen.

Allium Cepa. Das Keimblatt steckt zusammengerollt im Samen und saugt das Endosperm mit der Spitze aus. Es ist nicht besonders verändert, sondern die Aussaugung findet durch die gewöhnlichen, jungen Epidermiszellen statt, welche sehr dünne Zellwände besitzen.

Allium Porrum. Wie bei *A. Cepa.*

Lilium bulbiferum. Das Keimblatt liegt bei Beginn der Keimung wie ein langer Zapfen im Samen und saugt das Endo-

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03548-0194-6

sperm durch die nicht differenzirten, jungen Epidermiszellen aus.

Hyacinthus caudicans. Epidermiszellen wie bei *Lilium.*

Ornithogalum altissimum. Desgleichen.

Aloë neglecta. Das Keimblatt steckt bei der Keimung keulenförmig im Samen und saugt das Endosperm durch die nicht differenzirten Epidermiszellen aus.

Veratrum album. Epidermiszellen wie bei *Lilium.*

Asparagus officinalis. Das Keimblatt steckt als dicker, keulenförmiger Theil im Samen und saugt wie bei *Lilium.*

Asparagus scaber. Desgleichen.

Resultat.

Das Keimblatt der *Liliaceen* ist bei der Keimung meist keulenförmig angeschwollen, die Aussaugung des Endosperms findet durch die gewöhnlichen, jungen, dünnwandigen Epidermiszellen statt, welche nicht umgestaltet sind.

6. Die Amaryllidaceen.

Same mit cylindrischem, geradem, axilem, mit dem Wurzelende den Nabel berührenden Embryo, der meist um vieles kürzer ist als das in der Regel derbfleischige Endosperm.

Agave glaucescens. Das Keimblatt saugt durch die gewöhnlichen, jungen, dünnwandigen Epidermiszellen.

7. Die Iridaceen.

Embryo klein, axil oder excentrisch im fleischigen knorpligen, bisweilen hornigen Endosperm.

Anomatheca cruenta. Das Keimblatt ist kugelig, liegt in der Mitte des Samens und saugt das Endosperm durch die nicht differenzirten Epidermiszellen aus.

8. Die Juncaceen.
(Flg. 10 u. 11.)

Endosperm fleischig, der kleine, gerade Embryo in demselben basilär.

Juncus vaginatus. Der verhältnissmässig kleine Embryo (der ganze Same hat die Grösse eines Stecknadelknopfes) streckt

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03548-0195-1

sich, nachdem er die Samenschale durchbrochen, in die Länge, und nur ein kurzer Theil bleibt im Samen. Dieser Theil schwillt an, wird birnenförmig und bildet nun das Haustorium, welches bei *Juncus* das Endosperm aussaugt. Fig. 10 Hst. Die inneren Zellen und die Epidermiszellen dieses Saugorgans sind mit Ausnahme der Zellen an der Spitze langgestreckt, meist 4 bis 8, doch oft auch 12mal so lang wie breit. Die Längsstreckung dieser Zellen ist der Längsaxe des Organs parallel. Die Epidermiszellen an der Spitze dagegen haben radiale Richtung, sie stehen auf einem der Peripherie des Haustoriums konzentrisch gedachten Kreise senkrecht; sie sind ebenfalls wie die übrigen Zellen gestreckt, etwa 2mal so lang wie breit und haben eine konische Form, deren grösserer Breitendurchmesser an der Spitze liegt. Die Köpfe dieser Endzellen sind abgerundet und ragen keulenförmig in das Endosperm hinein. Fig. 11. Beide Arten von Zellen sind äusserst dünnwandig, wie überhaupt alle Zellen, welche zum Saugen dienen. Das Haustorium wird in der Mitte von einem breiten Gefäss durchzogen, an welchem spiralige und treppenartige Verdickungen beobachtet wurden. Dieses Gefäss setzt sich dann in den stark verlängerten Cotyledonartheil fort, welcher nach oben die junge Knospe, nach unten die Wurzel bildet.

Juncus glaucus. Morphologischer und anatomischer Bau wie bei *J. vaginatus.*

Bei *Luzula,* der zweiten Gattung der *Juncaceen* wird ebenfalls bei der Keimung ein Haustorium gebildet, welches anatomisch jedoch wesentlich anders gebaut ist als das von *Juncus.*

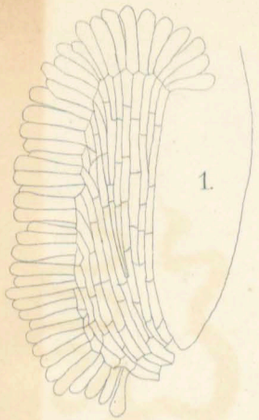
Luzula nivea. Der morphologische und anatomische Bau des Haustoriums von *Luzula* stimmt so mit dem der *Cyperaceen* überein, dass man für beide denselben Haustoriumtypus aufstellen kann.

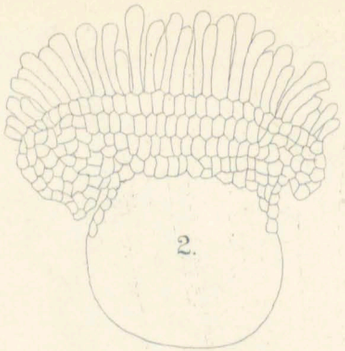
Juncus und *Luzula,* die beiden Gattungen der *Juncaceen,* würden sich jetzt also ausser durch ihre systematischen Unterschiede noch anatomisch durch die besondere, characteristische Ausbildung ihrer Haustorien unterscheiden lassen.

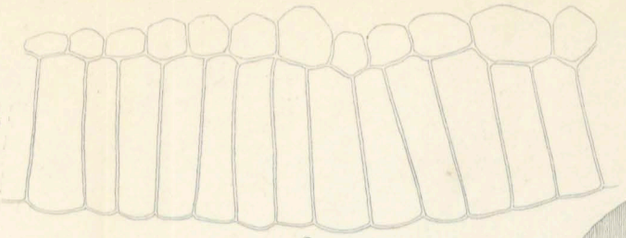
(Schluss folgt.)

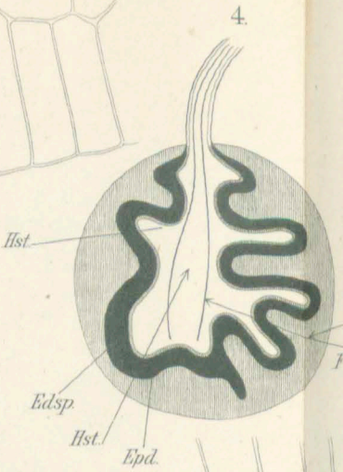
Redacteur: **Dr. Singer.** Druck der F. Neubauer'schen Buchdruckerei **(F. Huber)** in Regensburg.

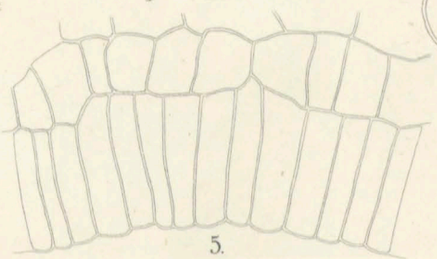
Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03548-0196-7

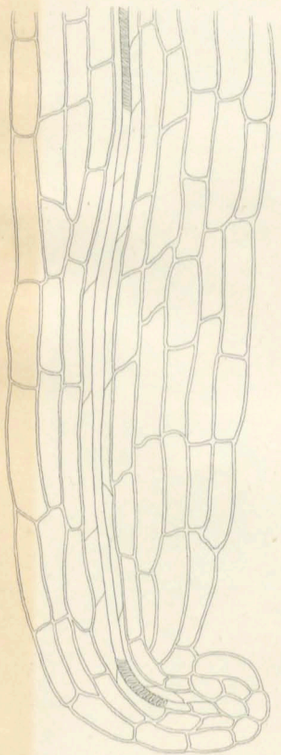


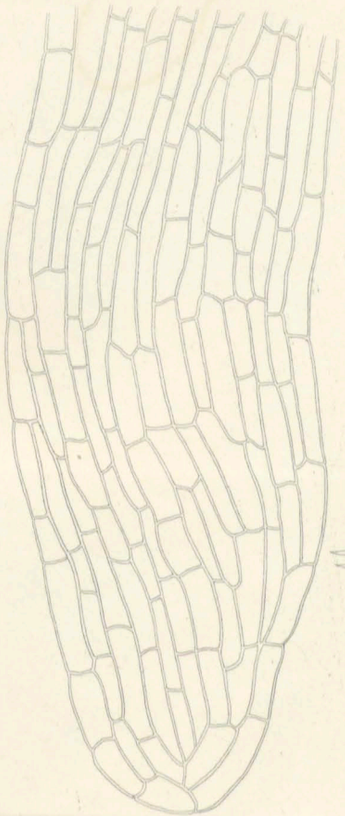


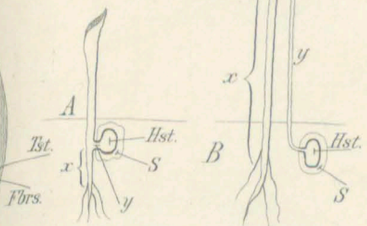


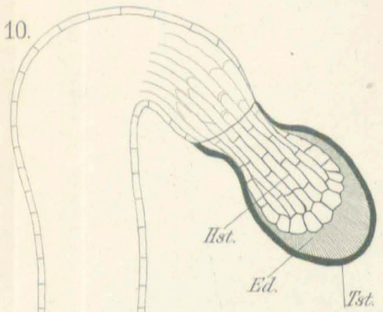


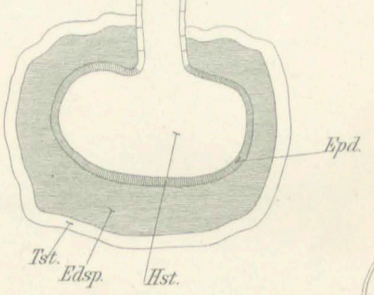


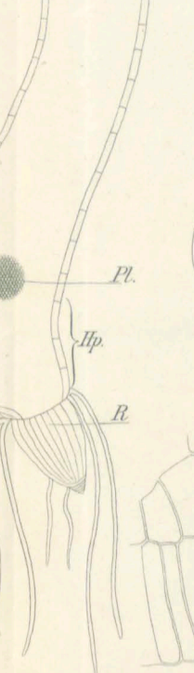


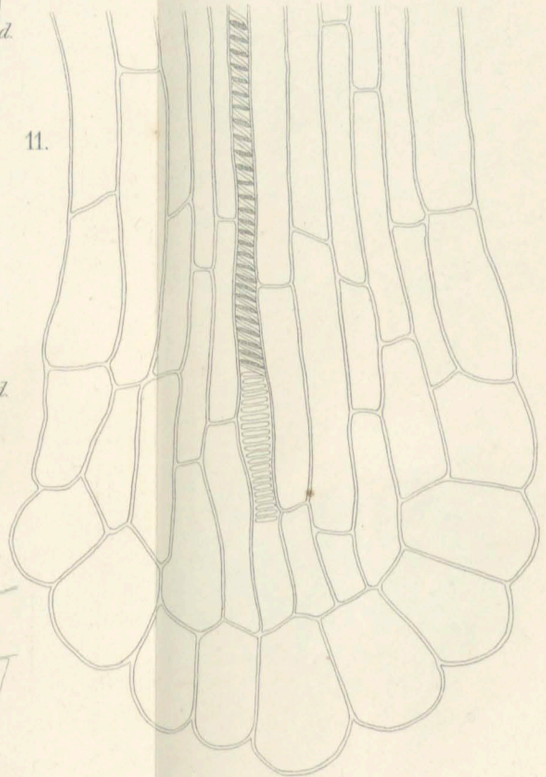












Lith. v. C. Matthes, Regensburg

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03548-0652-5

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Flora oder Allgemeine Botanische Zeitung

Jahr/Year: 1885

Band/Volume: 68

Autor(en)/Author(s): Ebeling Max

Artikel/Article: Die Saugorgane bei der Keimung endospermhaltiger Samen 179-194