

Botanisches Centralblatt.

REFERIRENDES ORGAN

für das Gesamtgebiet der Botanik des In- und Auslandes.

Herausgegeben

unter Mitwirkung zahlreicher Gelehrten

von

Dr. Oscar Uhlworm und **Dr. F. G. Kohl**

in Cassel.

in Marburg.

Zugleich Organ

des

Botanischen Vereins in München, der Botaniska Sällskapet i Stockholm, der Gesellschaft für Botanik zu Hamburg, der botanischen Section der Schlesischen Gesellschaft für vaterländische Cultur zu Breslau, der Botaniska Sektionen af Naturvetenskapliga Studentsällskapet i Upsala, der k. k. zoologisch-botanischen Gesellschaft in Wien, des Botanischen Vereins in Lund und der Societas pro Fauna et Flora Fennica in Helsingfors.

Nr. 27/28.

Abonnement für das halbe Jahr (2 Bände) mit 14 M.
durch alle Buchhandlungen und Postanstalten.

1893.

Die Herren Mitarbeiter werden dringend ersucht, die Manuscripte immer nur auf *einer* Seite zu beschreiben und für *jedes* Referat neue Blätter benutzen zu wollen.
Die Redaction.

Wissenschaftliche Original-Mittheilungen.*)

Ein Beitrag zur Entwicklungsgeschichte des Androeceums
und des Gynaeeceums der Gräser.

Von

St. J. Golinski.

Mit 3 Doppel-Tafeln.**)

Vorwort.

Mehr als ein Jahr ist verflossen, seit ich im botanischen Laboratorium von Professor Dr. Dodel darauf aufmerksam gemacht wurde, dass die Embryosackentwicklung bei den *Gramineen*, *Cyperaceen* und *Juncaceen* bis jetzt noch nicht lückenlos bearbeitet sei. Ich habe den *Gramineen* bei den allgemeinen Studien

*) Für den Inhalt der Originalartikel sind die Herren Verfasser allein verantwortlich. Red.

**) Die Tafeln liegen einer der nächsten Nummern bei.

meine Aufmerksamkeit immer mit Vorliebe zugewandt, deswegen wählte ich gerne die Aufgabe, eine wenn auch nur kleine Lücke in der Entwicklungsgeschichte ausfüllen zu helfen. Ich kam aber schnell zur Ueberzeugung, dass eine monographische Bearbeitung einer einzigen Species viel mehr Resultate ergiebt, als ein oberflächliches Durchmustern von vielen Arten. Jetzt bereue ich auch nicht, diesen Weg eingeschlagen zu haben, da sich auf diese Art auch einige Gesichtspunkte über die Entwicklung des Andröceums und des Gynäceums ergeben haben. Zuerst schien es mir, dass sich *Poa annua* als besonders günstiges Objekt zur Untersuchung eignen würde, weil diese Species bekanntlich das ganze Jahr in Hülle und Fülle in blühendem Zustande zu haben ist. Es ergab sich aber, als ich mich am eingesammelten Material orientirte, dass die Arbeit durch die Kleinheit der Blüten dieser Species ungemein erschwert würde. Ich wandte mich deshalb einer anderen Art zu, und zwar wählte ich *Triticum vulgare*, um so mehr, als diese Pflanze als Kulturgewächs schon ein allgemeineres Interesse beansprucht; auch sind die Blüten von *Triticum* bedeutend grösser. Das Hinderniss, das mir hierbei durch die kurze Blütezeit in den Weg zu treten schien, wurde dadurch beseitigt, dass ich fast ausschliesslich Alkoholmaterial untersuchen konnte, ja sogar aus histologischen Gründen zum grössten Theil auf solches Material angewiesen werden musste. Bei der Untersuchung verwerthete ich alles, was mir einigermaßen wichtig erschien, um ein möglichst vollständiges und gutes Bild der Geschlechtsorgane und ihrer Entwicklung zu erhalten. Selbstverständlich berührte ich diejenigen Punkte, welche bereits wissenschaftlich bearbeitet wurden, und als hinreichend abgeklärt erscheinen müssen, nur oberflächlich. Ich werde auch einen kurzen Ueberblick über die meisten Arbeiten, die über Gramineen gemacht wurden, und mir erwähnenswerth erscheinen, vorausschicken, um es dem Leser zu erleichtern, sich in der zerstreuten Litteratur zurecht zu finden.

Diese Arbeit habe ich im botanischen Laboratorium der Universität Zürich, das unter der Leitung von Herrn Professor Dr. Arnold Dodel steht, ausgeführt. Es sei mir an dieser Stelle gestattet, Herrn Professor Dr. Arnold Dodel und seinem Assistenten, Herrn Privatdocenten Dr. E. Overton und Frau Luise Dodel für die guten Rathschläge, die sie mir bei meiner Arbeit ertheilten, sowie für das rege Interesse, mit dem sie allen meinen Untersuchungen folgten, meinen tiefgefühltesten Dank auszusprechen.

Geschichtliches.

Bekanntlich ist der Bau der Antheren bei den verschiedensten Pflanzen, oder wenigstens in den meisten Fällen bei sämtlichen Arten derselben Gattung, in den Hauptzügen derselbe, so dass es nicht als Bedürfniss erscheint, eingehende morphologische Studien an einzelnen Arten zu unternehmen. Man pflegt bei solchen Studien das möglichst günstige Material zu untersuchen, um hernach durch Nachprüfung einzelner Arten derselben Gruppe die gewonnenen

Resultate zu vergleichen und zu verallgemeinern. Es ist aus diesem Grunde nur hie und da in den zahlreichen Arbeiten auf die Gräser speciell Rücksicht genommen worden. Dieser Umstand nöthigte mich, auch auf solche Arbeiten zu verweisen, die scheinbar sehr wenig mit meinen Untersuchungen zu thun haben.

Die meisten Forscher, die auf diesem Gebiete arbeiteten, befassten sich entweder mit der blossen Darstellung der reifen Anthere (I) oder studirten eingehend die Mechanik des Aufspringens und Entleerens der Fächer (II). Andere befassten sich auch mit der Pollenbildung, inclusive den Erscheinungen der Karyokinese (III), andere mit der Pollenstructur und mit den Befruchtungserscheinungen. Auch die Systematik veranlasste einige Forscher, die Anthere genauer kennen zu lernen (IV). Sehr wenige befassten sich dagegen mit dem Studium der Entwicklung der Anthere. Unter den cirka 40 Autoren finden sich nur vier, die sich mit den Gräsern beschäftigt haben, und auch diese thaten dies nur beiläufig.

Es ist nämlich einmal Chatin¹⁾, der sich mit der entwickelten Anthere von *Poa annua* befasste. Seine Angaben werden allerdings nur durch stark schematisirte Figuren erläutert. Dann gab Leclerc du Sablon²⁾ eine Beschreibung des Exotheciums und Endotheciums der Anthere von *Alopecurus agrestis*. Die Verhältnisse, die er bei dieser Species gefunden hat, stellte er als Typus der sämtlichen *Gramineen* auf (Seite 115). Er giebt ausserdem, an Hand seiner Fig. 5. Taf. III, eine Erklärung über die Entstehung der X-förmigen Gestalt einer deflorirten Anthere. Auf Seite 125 kommt er auf *Zea Mays* zu sprechen und sagt, dass wenn auch deren Antheren dem *Gramineen*-Typus entsprechen, sie dennoch darin abweichen, dass: „les épaississements de l'assise fibreuse sousépidermique ont disparu sur presque toute la surface; c'est seulement au sommet qu'on les retrouve.“ Nennen wir noch Schacht³⁾, der die Pollenkörner von *Saccharum officinarum* beschreibt und abbildet, und endlich auch Strasburger⁴⁾, der eine Notiz über die generativen und vegetativen Zellkerne des Pollens von *Gramineen* gibt, so ist die ganze Litteratur über die Anthere der *Gramineen* angeführt. Also noch zu früh, weil der Gegenstand einer hinreichenden Untersuchung noch nicht unterzogen war, äussert sich Leclerc du Sablon⁵⁾ über denselben auf Seite 117 folgendermassen: „On voit donc que les anthères des *Graminées* diffèrent notablement de celles des autres familles; . . .“

Wie unter allen Entwicklungsstadien der Antheren diejenigen des stäubenden und des verstäubten Zustandes die Aufmerksamkeit der Forscher am meisten auf sich zogen, so waren es beim Gynaeceum das Ovulum und der Embryosack, die das Interesse am meisten auf sich lenkten. Dadurch wurde das Studium der

1) Siehe Nr. 4. Taf. XXXI Fig. 14, 14'.

2) „ „ 13. Seite 115 und 125.

3) „ „ 24. Figuren: 20, 21, 22.

4) „ „ 27. Seite 26.

5) Siehe Nr. 13. Seite 117.

anderen Fruchtknotentheile, wie des Griffels und der Narbe, in physiologischer Richtung mehr oder weniger vernachlässigt. Erst in den letzten Decennien sind das Leitgewebe, die Narbe und andere Bestandteile des Gynaeceum's entsprechend gewürdigt worden. Hierbei muss ich bemerken, dass die gesammte Litteratur über Embryosackentwicklung zu umfangreich ist, um sie hier einer genauen Betrachtung zu unterwerfen. Deshalb werde ich mich lediglich auf diejenigen Werke, die sich entweder direct auf die *Gramineen* beziehen, oder zum allgemeinen Verständniss unentbehrlich sind, beschränken.

Zum Zwecke der Kenntniss der Embryonen wurde von Schacht¹⁾ im Jahre 1858 zum ersten Male ein Gras, nämlich *Zea Mays*, untersucht, beschrieben und abgebildet. Schacht hatte sich kurz vorher von der pollinistischen Theorie getrennt; daraus erklärt sich auch das Tasten nach neuen Anhaltspunkten, das seine ganze Arbeit charakterisirt. Hier wie in anderen seiner Aufsätze sucht er zu beweisen, dass die Cytoblasten, die Zellkerne nämlich, vor der Theilung verschwinden, um nachher zwei neuen Kernen in derselben Zelle Platz zu machen. *Zea Mays* eignet sich keineswegs dazu, in ein bis dahin unbearbeitetes Gebiet einiges Licht zu werfen. Der kleine Embryosack, die zahlreichen und eigenthümlichen Antipoden, die abweichend geformten Integumente und die verwachsenen Deckschuppen erschweren das Studium in hohem Grade. Heute erscheint uns der Text der Schacht'schen Arbeit recht veraltet; dagegen sind die darin befindlichen Figuren, wenn auch zum Teil schematisch dargestellt, noch heute zur allgemeinen Orientirung wohl gebrauchbar.

Grundlegend für Jedermann, der sich mit Embryo- und Embryosackentwicklung beschäftigt, sind die Werke Hofmeisters²⁾. Unter den Gräsern untersuchte er folgende Arten: *Secale*, *Triticum*, *Elymus*, *Hordeum*, *Sorghum*, *Coix* und *Oryza*. Er untersuchte dabei lediglich den fertigen (reifen) Embryosack und einige Stadien der Embryoentwicklung. Hofmeister erkannte die Bedeutung der drei oberen Zellen im Embryosack (resp. der zwei Synergiden und der Eizelle) in dem Sinne, dass er sie mit Schacht³⁾ „Keimkörperchen“ nennt. Auch will er mit letztgenanntem Forscher deren nur zwei als typisch anerkennen; die dritte sah er nur ausnahmsweise. Diese beiden Autoren haben auch schon die Antipoden, die Hofmeister „Gegenfüßlerinnen“ nennt, richtig aufgefasst. Einzig die beiden Polkerne weiss Hofmeister nicht zu deuten; höchst wahrscheinlich sind ihm viele Stadien aufgefallen, die ihm nicht mit zeitgemässen Theorien vereinbar zu sein schienen.

Die eben genannten Arbeiten wirkten anregend, und wir sehen von den Jahren 1865 und 1868 an eine Reihe von Forschern, die sich mit der Pflanzenembryologie befassten. Die Einen, wie

¹⁾ Nr. 57: 1—12.

²⁾ „ 58, 59, 60.

³⁾ Nr. 57. Seite 197.

Traub, Wolf, Warming, zum Theil auch Čelakowsky (V) suchten in ihr Anhaltspunkte für systematische Zwecke zu gewinnen. Wiederum andere, wie Cramer, Peyritsch und Čelakowsky u. v. a. (V) arbeiteten in physiologischer oder vergleichend anatomischer Richtung. Dies dauerte bis in die Jahre 1877—1879, wo Strasburger mit seiner Theorie der Embryosackentwicklung auftrat (VI). Ich will sie hier nicht anführen, weil sie jetzt als Grundlage der Phytoembryologie allgemein bekannt ist. Es hat diese Theorie nur Vesque (VII) angefochten, indem er sich auf die von Warming (VIII) zu systematischen Zwecken gewonnenen Thatsachen stützte und in Rücksichtnahme auf eigene vermuthlich oberflächliche Untersuchungen eine andere Hypothese aufstellte. Es entstand eine Polemik zwischen ihm und Strasburger, die aber zu Gunsten des Letzteren endigte. Bis zu dieser Zeit waren nur solche Pflanzen zur Untersuchung gewählt worden, welche die deutlichsten Bilder gaben. Die Hauptsache war errungen; es handelte sich hernach um eine Revision und Ausweitung der gewonnenen Resultate. Mit dem Werke: *Angiospermen* und *Gymnospermen* von Strasburger ¹⁾ eröffnet sich für die Forschung eine neue Epoche. Das Aufsuchen und Erkennen der kleinsten Details, welche der Aufmerksamkeit der früheren Forscher entgehen mussten — schon der unvollkommenen Technik wegen — beginnt von dieser Zeit an bedeutende Fortschritte zu machen. Hier reiht sich die Auffindung der Erscheinungen der Karyokynese an, und Zoologen und Botaniker unterstützen sich gegenseitig, wodurch der Gesichtskreis bedeutend erweitert wird.

Fischer ²⁾, ein Schüler Strasburger's, giebt uns als Erster eine richtige Darstellung des Embryosackes der *Gramineen* und dessen Entwicklung. Er untersuchte die Bildung des Archespors und der Embryosackmutterzelle bei *Alopecurus pratensis*. Die Embryosackbildung und den Embryosackapparat studirte er an *Erharta panicea*, *Melica nutans* und *Mel. altissima*, auch führt er die an *Sesleria coerulea* gefundenen, zusammenhanglosen Einzelheiten als bekräftigende Beweise für seine gewonnenen Resultate, auf die ich noch an anderer Stelle zu sprechen kommen werde, an.

Es hat auch Guignard ³⁾ in seinen „Recherches sur le sac embryonnaire etc.“ ein vollständiges Bild der Embryosackentwicklung für *Cornucopiae nocturnum* gegeben.

Es bleibt noch eine Abhandlung von Westermaier ⁴⁾ zu erwähnen übrig, in der er die Antipoden bei den *Gramineen* in physiologisch-anatomischer Hinsicht beschreibt. Er untersuchte *Hordeum sativum distichum*, *Briza maxima*, *Zea Mays*, *Secale cereale*, *Lolium temulentum* und *Lolium Italicum*.

¹⁾ Siehe Nr. 53.

²⁾ „ „ 61.

³⁾ Siehe Nr. 62.

⁴⁾ „ „ 63.

Das Andröceum.

Wir wollen die Anthere von dem Moment an betrachten, wo sie als kleines Würzchen hervortritt. Ein solches Gebilde besitzt schon eine scharf hervortretende „Epidermis-Schicht“, mit welcher Bezeichnung Strasburger ¹⁾ das Gewebe benennt, aus welchem später das „Exothecium“ Purkinje's ²⁾ hervorgeht. Auf dieser Warze entstehen schon frühzeitig vier kleine Höcker, die von oben betrachtet eine Kuppelgestalt besitzen; es sind dies die in Entstehung begriffenen Antherenfächer. Diese Höcker entstehen dadurch, dass eine direct unter der Epidermis liegende Zelle, welche sich von den Epidermiszellen selbst durch bedeutendere Grösse und dichteres Plasma, daher auch durch stärkere Tinctionsfähigkeit unterscheidet, stark wächst und sich theilt, während das das Connectiv bildende Gewebe etwas im Wachsthum zurückbleibt. Diese Zelle entwickelt sich dann zu einer Zellreihe, die aus 4—6 einzelnen Elementen besteht. Hernach aber theilen sich auch diese Zellen noch durch verticale und horizontale Wände; diesen Vorgang nennt Warming „die echte Würfeltheilung“ ³⁾. So kommt ein unter der Epidermis liegender Zylinder zustande, dessen äussere Zellschicht den Ausgangspunkt für die spätere 2. und 3. Schicht — die Epidermis als 1. Schicht betrachtet — der Anthere bildet; diese beiden Schichten würden dem „Endothecium“ und „der zu verschwindenden Schicht“ entsprechen. Der Binnenraum dieses Hohlcylinders wird durch das Archespor erfüllt, dem wiederum die durch die Tapetenzellen gebildete 4. Antherenschicht, wie auch die Pollenurmutterzellen ihren Ursprung verdanken. Zuerst wollen wir uns mit den vier Wandschichten befassen, ohne aber das Ganze, welches durch Fig. 1 dargestellt wird, ausser Acht zu lassen. Auch wollen wir, um einer Verwirrung vorzubeugen, systematisch von der Epidermisschicht ausgehend, nach innen zu fortschreiten und die einzelnen Zellschichten in ihrer Entwicklung, bis zur Reife der Anthere verfolgen.

In den ersten Stadien der Entwicklung sind sämmtliche Zellen der Epidermis beinahe isodiametrisch; sie strecken sich nach und nach in die Länge, in der Weise, dass ihr grösster Durchmesser parallel der Längsachse der Anthere zu stehen kommt. Die Zellkerne strecken sich auch und erscheinen im Querschnitte der Anthere meist rund. Es geht das Wachsthum in allen Theilen rasch vor sich, am intensivsten ist jedoch die Zelltheilung an der dem Connectiv abgekehrten Seite. Dies beweist das verschiedene Verhalten dieser Region gegenüber Tinctionsmitteln (Fig. 2 iw), wie auch die verschiedene Grösse der diese Regionen zusammensetzenden Zellen (Fig. 4). Die nach aussen gekehrte Membran dieser Schicht ist bei der reifen Anthere mit cuticularisirten, senkrecht zur Oberfläche stehenden Stäbchen versehen (Fig. 4). Die Rolle jener Schicht beim Aufspringen der Anthere wurde von

¹⁾ Siehe Nr. 27.

²⁾ „ „ 3 p. 1.

³⁾ „ „ 34 p. 4 und Nr. 68 p. 167.

vielen Forschern untersucht und geschildert, was ich bereits im geschichtlichen Theil angedeutet habe. Auch die nächstfolgende Zellenlage wurde in Bezug auf ihre Function bereits von andern Forschern gründlich untersucht; deshalb will ich blos mit einigen Worten darauf zu sprechen kommen.

Die zweite Schicht wird von Purkinje¹⁾ „Endothecium“ genannt, da genannter Autor diese Schicht immer im reifen Zustande der Anthere gesehen hat. Sie führt wohl auch den Namen „fibröse Schicht“, als dessen Urheber Strasburger²⁾ zu bezeichnen ist. Ihre Zellen sind in der Jugendzeit ebenfalls isodiametrisch; späterhin nehmen sie eine langgestreckte Form an. Ihre Längsachsen stehen senkrecht zur Längsachse der Exotheciumzelle und tangential in Bezug auf die Anthere (Fig. 1). Die Zellkerne bleiben entweder rund oder sie nehmen eine ovale Form an (Fig. 1 und 2). Das Lumen dieser Zellen ist kleiner als dasjenige der Epidermiszellen (Fig. 4). Es entstehen an den Zellwänden fibröse Leisten, die Leclerc du Sablon³⁾ für *Alopecurus agrestis* abbildet und beschreibt, und die auch bei *Triticum vulgare*, *Secale cereale* und *Poa annua* ähnlich ausgebildet sind.

Die dritte Zellschicht erfreut sich einer nur kurzen Lebensdauer; weshalb sie auch Strasburger⁴⁾ als „die zu verdrängende Schicht“ bezeichnet. Sie ist noch zur Zeit der Bildung der Pollenmutterzellen den anderen beiden Zellschichten gleichwerthig, wird aber dann allmählich verdrängt. Diese Verdrängung geht von der Connectivseite aus (siehe Fig. 2) und schreitet an der Anthere von unten nach oben fort. Die Zellen werden in radialer Richtung in die Länge gezogen (Fig. 3) und nach und nach desorganisiert, so dass ihr Lumen nur noch als kleine Spalte zwischen den collabirenden Zellwänden erscheint; bei diesem Vorgange werden die Zellkerne ausserordentlich zusammengedrückt. Dieses Endstadium zeigt das Präparat, das in Fig. 4 abgebildet wurde. Wir sehen da im Querschnitt einen dunkleren Streifen, der sich eng an die fibröse Schicht anschliesst; die einzelnen Zellen sind kaum mehr zu unterscheiden und hier und da lässt sich ein dünner, dunkler (mit Haematoxylin gefärbter) Nucleus erkennen (nicht zu verwechseln mit den Tapetenzellen jener Fig. 4).

Mit ganz anderen Eigenschaften und Functionen ist die vierte Antherenschicht ausgestattet; sie erhielt den Namen der „Tapetenschicht“. Die Tapetenzellen sind nicht unwesentlich von denen der bereits besprochenen 3 Schichten verschieden. Zunächst sind sie in geringerer Zahl vorhanden; namentlich auffallend aber ist ihre Grösse und ihr Reichthum an Plasma, sowie die starke Tinctionsfähigkeit ihrer Kerne. Auch strecken sich die Zellen in radialer, nicht in tangentialer Richtung, wie es bei den anderen Antherenwandschichten der Fall ist. Die Tapetenzellen sind sehr

1) Siehe Nr. 3.

2) „ „ 28 p. 490.

3) Siehe Nr. 13 für *Alopecurus* p. 114, für *Zea* p. 125.

4) „ „ 28 p. 491.

oft gegen die Pollenurmutterzellen mittelst einer convexen Fläche abgegrenzt. Dies sind aber noch lange nicht alle Merkmale, durch welche sich die Tapetenschicht von den anderen Antherenschichten unterscheidet; denn das Verhalten der Zellkerne, in den überaus plasmareichen Tapetenzellen, wie auch die allmähliche Verdrängung dieser Zellschicht bieten eine Menge auffallender Eigenthümlichkeiten dar. Schon Wimmel¹⁾ bemerkte, dass in den Zellen der Tapetenschicht zwei Zellkerne (seine Cytoblasten) vorhanden sind. Hernach haben mehrere Forscher auf die Zweizahl der Kerne der Tapetenzellen aufmerksam gemacht, z. B. Guignard²⁾, Strasburger u. a. m. Bei *Triticum vulgare*, *Secale cereale*, *Poa annua*, *Avena sativa* konnte ich dieses Verhalten durchgehend constatiren. Die prägnantesten Bilder geben die Längsschnitte, weil sich auf den Querschnitten sehr oft die Kerne gegenseitig decken. In Fig. 3, die einen etwas schiefen Schnitt darstellt, sind die beiden Kerne ganz deutlich zu sehen. Bei der Theilung des primären Nucleus einer Tapetenzelle erscheint die Kernspindel sehr kurz und die einzelnen Chromatinfäden liegen so eng an einander, dass man sie nicht einzeln verfolgen kann. Die zwei Tochterkerne weichen allerdings etwas auseinander, aber es wird zwischen ihnen keine Wand ausgebildet. Dies ist der Grund, weswegen wir in jeder Zelle zwei Kerne vorfinden. Was hier als Ursache dieses abnormen Verhaltens zu betrachten wäre, das möchte schwer zu entscheiden sein, obschon es an analogen Fällen in der Phytoembryologie nicht fehlt. Fischer³⁾ giebt an, dass bei *Melica* die Embryosackschwesterzelle mit zwei Zellkernen ausgestattet ist. Bei *Agraphis campanulata* fand Guignard⁴⁾, dass sich die obere Schwesterzelle von den beiden Derivaten des Archespors zum Embryosack entwickelt, während die untere mit zwei Zellkernen ausgestattet erscheint. Auch die Antipoden der Gräser, die Fischer und Guignard untersuchten, zeigen die Tendenz, zwei Zellkerne zu besitzen. Das Nämliche fand der letztere Forscher bei *Anoda hastata*, und bei *Hepatica triloba* sah er sogar vier bis sechs Zellkerne in einer Antipode. Es drückt sich Guignard bei Beschreibung der letztgenannten Pflanze in folgender Weise aus: „Cette fragmentation est en rapport avec la nature et le rôle des antipodes, dont le volume peut augmenter, mais dont le protoplasma est impuissant à provoquer la division; les noyaux se livrent à propre évolution“⁵⁾. Die Behandlung solcher Fragen gehört aber noch vollständig in den Bereich der Hypothesen; denn von der eigentlichen Function des Zellkernes, sowie von

¹⁾ Nr. 64 auf Seite 232 sagt er: „Zwei Cytoplaste in einer Zelle sind um die Zeit der Zellbildung oft vorhanden, doch habe ich weder die Bildung von jungen Zellen um dieselben, noch die Entstehung von Zwischenwänden in den schon fertigen Zellen beobachtet.“

²⁾ Siehe Nr. 31 für *Lilium Martagon* p. 172. Taf. 9. Fig. 7.

³⁾ Nr. 61 p. 17.

⁴⁾ Nr. 62. Fig. 27, 28.

⁵⁾ Nr. 62 p. 166.

dessen Beziehungen zum Plasma wissen wir ja bis jetzt nur sehr wenig.

Sehr oft vereinigen sich die beiden Zellkerne der Tapetenzellen nachträglich zu einem einzigen, meist biscuitförmigen Gebilde, wobei sich die Chromatinsubstanz namentlich auf den einander zugekehrten Seiten der Kerne ansammelt. Solche verschmolzenen Zellkerne sind in Fig. 6. und 5. abgebildet. Man sieht in der oberen Zelle der Fig. 5. einen biscuitähnlichen Nucleus, der mit einigen Nucleolen versehen ist. Die untere Zelle derselben Figur stellt ein jüngeres Stadium dar. In Fig. 6. sind die beiden Zellkerne erst in der Mitte vereinigt und man sieht deutlich drei Nucleolen. Diese Figuren wurden einem Längsschnitte entnommen. Die Art der Verschmelzung geschieht in sehr mannigfaltiger Weise, so dass es mir nicht möglich ist, hier alle Formen zu beschreiben. Es ist sehr wohl denkbar, dass diese Vereinigung der beiden Kerne auf das spätere Verhalten der Tapetenzellen einen Einfluss ausüben kann. Strasburger sagt über die letzten Stadien dieser Schicht Folgendes: „Die Tapetenzellen geben zugleich ihre Selbstständigkeit auf und ihr Protoplasma sammt Zellkern wandert zwischen die jungen Pollenkörner ein, um zu deren Ernährung zu dienen und schliesslich verbraucht zu werden“. ¹⁾ In Fig. 4 erkennt man leicht die beginnende Veränderung der Tapetenzellen, sie haben ihre Form bereits bedeutend modificirt und einige sind vielleicht auch schon zwischen die Pollenzellen eingewandert, jedoch habe ich solche eingewanderte Protoplaststücke nicht beobachten können.

Hiermit schliesse ich den Abschnitt über die verschiedenen Antherenschichten und gehe dazu über, an Hand der Fig. 4 noch einige allgemeine Erscheinungen zu erwähnen.

Das Connectiv besitzt ein Gefässbündel, das sich durch die kleinen Zellen, deren Plasma und Kerne intensiver gefärbt werden, und durch die im Querschnitte sternförmige Gestalt der ganzen Zellgruppe bemerkbar macht. Das Gefässbündel ist von einer Schicht parenchymatischer und grosslumiger Zellen umgeben. Zwischen den zwei Pollenfächern derselben Antheren-Hälfte befindet sich ein Hohlraum (hr in Fig. 4). Schon von vornherein lässt sich schliessen, dass hier und nicht an anderer Stelle die Antherenfächer aufspringen werden, weil deren Klappen an dieser Stelle nur in drei, in Fig. 4 mit * bezeichneten Punkten zusammengehalten werden. Da mehrere Forscher das Aufspringen der reifen Anthere gründlich studirt haben, so gehe ich auf diese Frage nicht näher ein und beschränke mich darauf, auf die im historischen Capitel citirten Werke hinzuweisen (II).

Gehen wir nun dazu über, die weitere Entwicklung der Urmutterzelle des Pollens einer genaueren Betrachtung zu unterwerfen. Den Theilungsmodus stellen die Fig. 1, 2^a und 2^b so ausser jedem Zweifel dar, so dass ich es für überflüssig halte, dieselbe

¹⁾ Siehe Nr. 28 p. 492.

noch zu erläutern. In den verschiedenen Antherentheilen variiert die Zahl der im Querschnitte vorkommenden Zellen so, dass an den Spitzen die wenigsten, in der Mitte dagegen die meisten vorhanden sind. Die Urmutterzellen des Pollens sind beträchtlich grösser, als die Zellen der umgebenden Schichten, und ihre Gestalt nähert sich einem Polygon. Die Zellkerne sind entsprechend gross, und ihre Chromatinfäden überschreiten die Zahl 16 nie. Die nämliche Erscheinung zeigt sich auch noch bei den nächsten 3 bis 4 Tochtergenerationen. Mit der 5. oder 6. Theilungsperiode tritt aber eine beträchtliche Veränderung ein. Die Zellen runden sich ab, die Zellkerne besitzen nur 8 Chromatinsegmente, also blos die Hälfte der früheren Anzahl, was übrigens Guignard¹⁾ auch bei *Lilium Martagon* nachgewiesen hat. Diese zuletzt gebildeten Zellen sind kleiner als die Vorfahren, und sind die eigentlichen Pollenmutterzellen. Eine jede Pollenmutterzelle theilt sich noch zwei Mal, wodurch die bekannten Tetraden entstehen. Der Zellkern erscheint bei einer Pollenmutterzelle sehr gross und liegt meist im Centrum der plasmareichen kugeligen Zelle (Fig. 7). Diese Figur zeigt ganz genau 8 Chromatinfäden, die ausserordentlich kurz sind, so dass sie bei geringerer Vergrösserung (in Fig. 3) als Punkte erscheinen. In Fig. 8. sind 8 verschlungene Chromatinfäden zu unterscheiden. Die *Gramineen* eignen sich wenig zu karyokinetischen Studien, da die Dimensionen der Chromatinfäden und der übrigen Kerneinschlüsse, wie auch die Kerne selbst als Ganzes relativ klein sind. Für diese Untersuchungen sind bekanntlich die *Lilifloren* unter den *Monocotyledonen* und die *Ranunculaceen* unter den *Dicotyledonen* die günstigsten Objekte. Aus diesen Gründen verzichtete ich von vornherein darauf, die Karyokinese bei *Triticum* einem eingehenden Studium zu unterwerfen. Nur dasjenige soll erwähnt werden, was ich beiläufig zu beobachten Gelegenheit hatte.

In dem jungen Pollenkorn, das in Fig. 7. dargestellt wurde, entwickeln sich zwei Vacuolen, nicht eine, wie es für *Lilium Martagon* von Overton²⁾ beschrieben wurde. Inzwischen theilt sich der Nucleus in zwei Kerne, von denen einer ungefähr in der Mitte des Kornes liegen bleibt, während der andere sich an die Wand anlegt, wobei sich das zugehörige Plasma durch eine uhr-glasförmige Membran abschliesst (Fig. 9). Die grössere Zelle würde die vegetative Zelle darstellen, die unlängst von Strasburger³⁾ als „embryonale Pollenzelle“ bezeichnet wurde, wogegen die an die Wand angeschmiegte kleinere Zelle nach demselben Autor mit der Centralzelle eines Antheridiums zu vergleichen wäre (Fig. 9). Diese kleinere Zelle ist nichts Anderes, als die Strasburger'sche „Körperzelle“. Und die daraus entstehenden zwei generativen Zellen vererhalten sich den entsprechenden Gebilden bei den *Gymnospermen* sehr ähnlich (s. Fig. 10, 11, 12, 13). Es

¹⁾ Siehe Nr. 31 p. 173.

²⁾ Siehe Nr. 32.

³⁾ Nr. 65 p. 6.

löst sich die generative Mutterzelle von der Wand los und theilt sich. Der vegetative Kern ist in solchen Präparaten scheinbar an die Wand angeschmiegt; diese Lage aber wird durch das Einschrumpfen, das immer in diesem Stadium im Plasma des Pollens eintritt, hervorgerufen. Es war mir leider unmöglich, die nächstfolgenden Stadien zu durchmustern, die ich aber mit der Zeit und an günstigeren Objecten sicher zu stellen gedenke. Dass diese Stadien wichtig sind, zeigen die reifen Pollenkörner, die noch in der Anthere eingeschlossen waren.

Die in Fig. 10 und 11 abgebildeten Pollenkörner zeigen zwei langgestreckte generative Zellen und einen blass gefärbten vegetativen Kern. Diese frühzeitige und scheinbar abnorme Bildung von zwei generativen Zellen ist vielen Gräsern eigen¹⁾. Bei sehr vielen Angiospermen geht erst im Pollenschlauch die Theilung der einzigen generativen Mutterzelle vor sich. Der Zellkern einer solchen generativen Tochterzelle ist bei *Triticum vulgare* einem *Antherozoid* der *Characeen*²⁾ oder Farne gar nicht unähnlich. Er ist langgezogen. Seine Enden laufen in Spitzen aus oder sie sind ausgebuchtet, wodurch zwei Spitzen entstehen. Die generativen Pollenkerne sind in einem besonderen Protoplasma eingebettet, das sich sehr leicht durch seine homogene Beschaffenheit von dem übrigen feinkörnigen Pollenplasma unterscheiden lässt. Der spindelförmige Kern liegt manchmal scheinbar der Zellwand an, stets aber umgiebt ihn ein dünner Plasmabelag, der sich erst an den Enden in blasenartige Gebilde erweitert (Fig. 10, 11). Der sich schwächer färbende, vegetative Pollenkern besitzt schon von Anfang an einen grossen Nucleolus (Fig. 9); hernach aber treten im Innern einige Nucleolen auf, und die Gestalt des Kernes wird unregelmässig, aufgedunsen (Fig. 10, 11).

Der Bau der Intine wie der Exine ist sehr einfach. Die letztere ist glatt und mit einem Porus versehen, der von einem ringförmigen Wulst umgeben ist, wie es schon Schacht³⁾ für *Saccharum officinarum* angegeben und abgebildet hat.

Um die Pollenkörner näher kennen zu lernen, war ich genötigt, Pollenculturen anzustellen. Ich wandte vorläufig Rohrzuckerlösungen verschiedener Concentration zu diesem Zweck an. Unter den 5-, 10-, 15- und 20procentigen Lösungen erwies sich diejenige von 10% als am vortheilhaftesten. In minder concentrirten Lösungen platzten die Pollenkörner massenhaft; in höheren Concentrationen keimten sie dagegen sehr spärlich, oder es trat sofort Plasmolyse ein. Dies geschah sowohl bei *Triticum* wie auch bei *Secale*. Die besten Resultate ergab das folgende Verfahren:

Ich bedeckte ein Deckglas mit Pollen aus einer frisch stäubenden Anthere; hernach brachte ich auf die Mitte einen kleinen Tropfen der 10% Zuckerlösung, hauchte das Gläschen an und

¹⁾ Ich untersuchte *Triticum*, *Secale*, *Poa*, *Hordeochloë* und *Zea*.

²⁾ Bielajeff: „Ueber den Bau und die Entwicklung der Antherozoiden“. Lief. 1 *Characeac.* Warschau 1892. (Russisch.)

³⁾ Siehe Nr. 24 p. 131. Taf. XVI.

stülpte es über eine feuchte Kammer. Nach einer Stunde brauchte ich nur am Rande des Tropfens zu suchen, um massenhafte, recht schön ausgewachsene Schläuche zu finden. Die Keimung wurde hier gewiss durch reichlicheren Zutritt von Sauerstoff begünstigt. Es sind auch bei solchem Anlass sehr schöne Plasma-Strömungen in den Pollenschläuchen zu beobachten. Zwei solche normal ausgewachsene Pollenschläuche habe ich in Fig. 12. und 13. abgebildet. Es sind in die Schläuche die beiden generativen Zellen, wie auch der vorausseilende vegetative Kern hineingewandert. Dies ist der häufigste Fall, den ich bei allen untersuchten *Gramineen* antraf.

Recht frappant erschien mir der Einfluss der Tageszeit auf das Keimen der Pollenkörner. Es gelang mir nur zu gewissen Stunden, rechte Culturen zu bekommen, indess zu anderer Tageszeit gekeimte Pollenkörner meist nur anormal entwickelte Schläuche trieben. Für *Secale* und *Triticum* bekam ich die besten Präparate zwischen 9 Uhr Vormittags und 2 Uhr Nachmittags. Später ausgesäte Körner keimten entweder gar nicht, oder die Schläuche waren klein und dürftig. Mir selber erscheint das Resultat höchst eigenthümlich; da nach meinen Beobachtungen, die im Einklange mit denen Körnicke's ¹⁾ stehen (und somit denjenigen von Godron ²⁾ widersprechen), der Weizen zu jeder Tageszeit blühen kann. Es wird uns dadurch die Frage nahe gelegt, ob das Keimen des Pollens auch auf den Narben an eine bestimmte Tageszeit gebunden sei. Ich werde in Bezug auf diese Frage weitere Beobachtungen anstellen, die ich später zu veröffentlichen gedenke. Die letzten Tage des Frühlings 1892 waren für das Blühen des Weizens hier so ungünstig, dass ich derartige Untersuchungen nicht unternehmen konnte.

Das Gynaeceum.

Mit dem Hereinwachsen in den Griffel gibt der Pollenschlauch seine Selbstständigkeit auf und führt von diesem Moment an ein parasitisches Leben. Die Wanderung des Schlauches im Griffel werde ich in dieses Capitel einreihen. Ehe dies aber geschieht, muss ich kurz auf die Entwicklungsgeschichte des Griffels und der Narben zu sprechen kommen. Bekanntlich variirt bei den verschiedenen *Gramineen* die Zahl der Griffel. Typisch sollten der letzteren drei vorhanden sein, meist sind aber nur 2 zu finden, da das *Gramineen*-Gynaeceum von 3 auf 2, oder gar auf 1 Carpid reducirt erscheint ³⁾. Wie wir wissen, ist der Stempel vom Weizen, wie bei allen *Hordeen*, mit Ausnahme von *Nardus* (das nur einen Griffel besitzt), mit zwei Griffeln ausgestattet.

In den ersten Stadien der Stempel-Entwicklung wird die Samenknospe wie von einem Wall, von den verwachsenen Carpell-

¹⁾ Nr. 66 p. 31.

²⁾ „ 62 „ 103. Der Autor will nachgewiesen haben, dass das Aufblühen des Weizen constant und zwischen 4½ und 7 (bei 18°C.) erfolgt.

³⁾ Bei Jessen, Deutschlands Gräser. Leipzig 1863 3. 9. und bei Prantl u. Engler. Die natürlichen Pflanzenfamilien, wo die *Gramineen* von E. Hackel bearbeitet sind.

blättern umgeben. Sobald die letzteren sich über die Samenknospen gewölbt haben, verlaufen sie am Scheitel weiter wachsend, eine Zeit lang parallel neben einander her, den Griffelcanal zwischen sich frei lassend, um hernach, jeder Carpellscheitel für sich, zu Griffeln auszuwachsen. Im Medianschnitte ist dieses Gebilde einer Flasche, oder besser einem Archegonium, gar nicht unähnlich, da es einen Hals- und einen die Samenknospe in sich bergenden Bauchtheil besitzt.¹⁾ Zuletzt wird der Griffelcanal gänzlich geschlossen. Der Griffel als Ganzes, der mit seinen Fanghaaren einem Federbusch ähnlich ist, besteht aus dem eigentlichen Stylus und den vielen, in vierkantige Fäden ausgewachsenen und aus Papillen bestehenden Narben-, Stigma-Theilen. Die eben erwähnten Narbenpapillen werden von vier Zellreihen zusammengesetzt. Die Zellen dieser Reihen sind mit einer dicken Wand versehen und ragen mit ihrem Scheiteltheil frei als Papillen vor. Zwischen diesen vier Zellsträngen findet sich ein kleiner Intercellularraum (Fig. 16). Im Zellinhalt ist ein runder, mit Hämatoxylin stark tingirbarer Zellkern. Der Pollenschlauch, der aus einem auf der Peripherie der Fang-Papillen liegenden Pollenkern kommt, macht oft einige Windungen um die mit Papillen besetzte Narbenzotte, um sich schliesslich zwischen den Zellen hindurch in den Intercellularraum zu pressen. So durchdringt er die Narbe, bis er den soliden Axentheil der federigen Narbe erreicht. Schon Strasburger²⁾ hat das Eindringen des Pollenschlauchs für *Alopecurus* und Capus³⁾ für *Cyperus*, Kerner von Marilaun⁴⁾ für *Arrhenatherum elatius* geschildert und abgebildet. Meine Beobachtungen bei *Triticum*, *Sécale*, *Hordeum*, *Avena* und vielen anderen Gräsern stimmen mit den Angaben Strasburger's und Capus's ganz überein. Es mag hervorgehoben werden, dass die Doppelfärbungen von Jodgrün und Fuchsin, oder Methylblau und Fuchsin, hier sehr gute Dienste leisten. Der Pollenschlauch sticht sehr gut, da er intensiv roth gefärbt wird, von den blauen oder grünen „kyanophilen“ Zellkernen der Narbe ab. Der Griffel ist an der Oberfläche mit einer cuticularisirten Epidermis bedeckt. Auf derjenigen Seite des Griffels, welche dem andern Griffel zugewendet ist, findet sich unmittelbar unter der Epidermis das Leitgewebe. Dieses besteht aus langen, dünnwandigen Zellen mit langgestreckten Zellkernen. Diese langen spindelförmigen Nuclei der Leitgewebezellen erschweren es sehr, den Verlauf des Pollenschlauches genau zu verfolgen, da sie den generativen Pollenkernen täuschend ähnlich sind. Auf den ersten Blick scheinen eine Unmenge von Schläuchen vorhanden zu sein, sogar an Narben und Griffeltheilen, in die kein einziger Pollenschlauch eingedrungen ist. Das Leitgewebe läuft bis in die Basis des Griffels hinab und biegt unten angekommen, auf die Innenwand der Carpellblätter um (Fig. 15).

1) Nr. 3 a wie es auch Payer für *Triticum monococcum* abgebildet und beschrieben hat. p. 701. Taf. 148. Fig. 15—28.

2) Nr. 27. Taf. I. Nr. 55.

3) Nr. 69. p. 268. Pl. 23. Fig. 6.

4) Nr. 70. p. 403.

Der Pollenschlauch schlägt denselben Weg ein. Sobald er aber im Innern der Fruchtknotenhöhle angekommen ist, schmiegt er sich der Carpellwand an, bis er mit seinem Scheiteltheil an die Mikropyle gelangt ist, um nun seinen Weg ins Innere der Samenknospe zu vollziehen. Das Leitgewebe ist in Fig. 14 abgebildet, während Fig. 15 schematisch den Verlauf dieses Gewebes veranschaulicht.

Der enge Mikropylengang, wie auch die Kleinheit der Zellkerne haben mir das Studium der Copulation der Geschlechtskerne unmöglich gemacht.

Die Samenknospe ist bekanntlich nur in der Einzahl vorhanden. Sie ist sitzend, mit einer breiten Fläche der Seitenwand des Carpells angeheftet, so dass der Funiculus und die Chalaza mit einander verwachsen sind, wie es auch die Fig. 17 zeigt. Die Mikropyle ist etwas schief abwärts gekehrt; deswegen besitzt auch der Embryosack eine gegen die Blütenachse geneigte Stellung. Das Mikropylenende ist der Aehrenachse zugekehrt; daraus ergibt sich, dass die Mediansehnitte, so durch den Fruchtknoten geführt, dass sie die beiden Narben trennen, die vollständigsten Bilder ergeben (Fig. 17). So viel über die Lage der jetzt im Detail zu besprechenden Samenknospe! Dabei schreiten wir wieder von Aussen nach Innen fort, um mit der Besprechung der Antipoden zu schliessen.

Die beiden Integumente sind schon wahrnehmbar zur Zeit, wo sich das Archespor differenzirt (Fig. 19). Jedes Integument besteht aus zwei Schichten polyedrischer Zellen. Die Zellen des äusseren Integuments, das in Fig. 19. im Jugendstadium abgebildet ist, ziehen sich hernach in die Länge, ihre Zellkerne tingiren sich viel schwächer als diejenigen des innern Integumentes und das ganze Bild dieser Schicht bekommt nun ein verwaschenes Aussehen. Diese Beschaffenheit lässt das äussere Integument sehr gut von den benachbarten Zellschichten unterscheiden. Auffallend ist die theilweise Abwesenheit dieses Integuments (bei Fig. 18. und 19.) am unteren Theile des Nucellus. Wir müssen den Grund zur Lösung dieser Frage in der Form des Integumentes suchen. Wenn man einen Schnitt so führt, dass derselbe den Embryosack nicht trifft, sondern ihn nur streift, so wird man an dem gewonnenen Präparate auch unten das äussere Integument vorfinden, aber es reicht hier nicht bis an die Mikropyle heran. Das Integument ist also nicht vollständig geschlossen, sondern unregelmässig gürtelförmig. Die eben geschilderte Beschaffenheit, wie auch die Zartheit der Zellen des äusseren Integumentes, die das Zerreißen und Wegschwemmen jenes Gebildes aus dem Präparate leicht ermöglicht, hatten offenbar Hofmeister¹⁾ auf die irrthümliche Idee gebracht, dass bei *Triticum* das äussere Integument fehle. Das innere Integument unterliegt keinen so frappanten Modificationen. Die einzelnen Zellen desselben sind mit grossen Nuclei ausgestattet. Am Mikropylentheile bildet das innere Integument einen wulstigen, aber sehr wenig vorragenden Wall, der in sich den sehr engen

¹⁾ Nr. 60. p. 656. Taf. 11. Nr. 13.

Mikropylencanal birgt. Man könnte versucht sein, die innerste Zellschicht, die bei Fig. 18 zu sehen ist, dem Integumente zuzuschreiben; dieselbe gehört aber unbedingt dem Nucellusgewebe an; sie bildet dessen äusserste Schicht und die Zellen derselben strecken sich hernach etwas radial. Bei Behandlung mit Schwefelsäure lässt sich diese gelb erscheinende Schicht sehr gut unterscheiden; die Reaction spricht für die cuticulaähnliche Beschaffenheit ihrer Wände.

Die von Strasburger¹⁾ genial aufgestellte und scharfsinnig durchgeführte Theorie der Embryosack-Entwicklung wurde von Fischer²⁾ und Guignard³⁾ für einige Grasspecies bestätigt. Auch für die drei von mir untersuchten Species⁴⁾ gelten die von Fischer²⁾ für *Alopecurus* und *Sesleria* gewonnenen Resultate.

Die Schilderung des entwickelten Embryosackes wollen wir mit den Synergiden und dem Ei beginnen. Der Grund, weswegen ich diese drei Gebilde gemeinsam behandle, wird sich im Folgenden herausstellen.

Hofmeister sagt über die Synergiden und das Ei Folgendes⁵⁾: „Wie meine neueren Untersuchungen die Zweizahl der Keimbläschen als den unter den Phanerogamen überhaupt häufigeren Fall herausgestellt haben, so ist es auch bei den *Monokotyledonen*. Unter den *Najadeen*, Gräsern, *Cyperaccen*, *Aroideen*, *Melanthaceen* wird sie nur selten überschritten.“ Trotzdem sich Hofmeister nur auf das von ihm untersuchte, allerdings reichliche Material stützen konnte, und trotzdem die Technik für derartige Untersuchungen erst sehr mangelhaft entwickelt war, hat der angegebene Autor den Kernpunkt der Sache doch richtig aufgefasst, indem er die Synergiden und die Eizelle als „Keimbläschen“ bezeichnete. — Es hat Guignard⁶⁾ von Neuem auf diese Thatsache aufmerksam gemacht, indem er an *Mimosa Denhartii* nachwies, dass eine oder beide Synergiden befruchtet werden können. Diese Entdeckung wurde von Neuem bestätigt von Dodel⁷⁾ für *Iris Sibirica* und von Overton⁸⁾ für *Lilium Martagon*. Daraus ist der Schluss zu ziehen, dass die Synergiden und das Ei vollständig gleichwerthige Gebilde sind und ganz richtig mit dem Namen „Keimbläschen“ nach Hofmeister bezeichnet werden können.

Es ist aber sicher, dass entgegen der obigen Angabe Hofmeisters der Eiapparat aus drei, nicht bloß aus zwei „Keimbläschen“ (Primordialzellen) besteht.

Die Synergiden sind Schwesterzellen, da ihre Kerne von demselben Kerne abstammen. Die Oberfläche der Synergiden und der Eizelle ist mit einem Plasmahäutchen bedeckt, das sie von

¹⁾ Nr. 53, auch Nr. 27.

²⁾ Nr. 61.

³⁾ Nr. 62.

⁴⁾ Namentlich für *Triticum*, *Poa* und *Avena*.

⁵⁾ Nr. 60. p. 672.

⁶⁾ Nr. 71. p. 25, Fig. 30.

⁷⁾ Nr. 72.

⁸⁾ Nr. 32.

dem übrigen Embryosackplasma abgrenzt. Sie nehmen den äussersten Posten am Scheitel des Embryosackes ein und haben Anfangs eine birnähnliche Form mit abgeflachten aneinandersessenden Seiten. Später ziehen sich die Enden der Synergiden, eine Spalte zwischen sich lassend, halsförmig aus; Kern und Vacuole bleiben im erweiterten Theile liegen. Die Figur 18. zeigt eine Zwischenstufe der beiden Extreme, jedoch sind hier die unteren Theile der Synergiden durch die Eizelle verdeckt. Das Ei besitzt keine constante Form. Das eine Mal kann man es als kugeliges Gebilde die Synergiden verdecken sehen, das andere Mal erscheint es einem Luftballon gar nicht unähnlich. Es zeigt die Figur 18. ein rundes Ei, das etwas unterhalb der Synergiden liegt. Um die feinere Structur der Eizelle zu untersuchen, verwendete ich mit Fuchsin gefärbte Präparate, welche, obschon das Plasma etwas gefärbt erscheint, klarere Bilder ergaben als Hämatoxylin-Präparate.

Ein protoplasmatischer Strang verbindet die weiblichen generativen Zellen, den sogen. Eiapparat („*apparail femelle*“, wie es Guignard nennt¹⁾) mit den Antipoden; der übrige Embryosackraum ist mit farbloser, klarer Flüssigkeit erfüllt. In jenem Plasmastrange, der sich gegen die Antipoden verzweigt und sie gewissermassen umwebt, liegen die beiden primären Endospermkerne, oder die sog. Polkerne. Der obere Polkern entsteht in der oberen Kerntetrade und ist Schwesterkern vom Eikern; der untere dagegen ist Schwesterkern vom Kern einer Antipode und ist selbstverständlich am unteren Pol des Embryosackes entstanden. Nach einiger Zeit, sobald sich die sämtlichen Theile des Embryosackes differenzirt haben, wandert der untere Kern gegen die oberen, wie es in Figur 20 abgebildet ist. Die beiden Zellkerne schmiegen sich aneinander und legen sich sehr oft dicht an den weiblichen Apparat an (Fig. 18). In dieser Stellung sind sie so lange vorzufinden, bis der Embryosack stark angeschwollen ist und die Antipoden zu blasigen Zellen werden; dann wandern die beiden Kerne zu den Antipoden hinunter. Erst wenn diese Wanderung vollendet ist, wird die Eizelle empfängnissfähig. In dieser Lage verharrten die Endospermkerne bis die Befruchtung der Eizelle stattgefunden hat. Jetzt vereinigen sich die beiden Polkerne zum primären Endospermkern. Die Bildung des primären Endospermkernes ist also normal. Es scheint, als ob die Befruchtung einen Impuls auf den eben entstandenen einzigen primären Endospermkern ausüben würde, indem sich dieser nun zu theilen beginnt.

Die Vermehrung der Endospermkerne geschieht ausserordentlich schnell, so dass man es als einen glücklichen Zufall betrachten kann, wenn es gelingt, die vier oder acht ersten Kerne zu fixiren.

Diese Derivate, das heisst die freien Endospermkerne, vertheilen sich in der Embryosackzelle so, dass sie sich, dem protoplasmatischen Strange folgend, einerseits in die Region der Eizelle,

¹⁾ Nr. 29.

andererseits in diejenige der Antipoden begeben. Dann wird die Innenfläche des Embryosackes von ihnen bekleidet.

Dass die Endospermkerne ihre Entwicklung in der Gegend der Antipoden beginnen, erscheint mir aus zwei Gründen zweckmässig. Erstens wird dadurch der wachsende Embryo nicht benachtheiligt, und zweitens sind sie auf diese Art ihrer Nahrungsquelle am nächsten; wahrscheinlich liefern ihnen die Antipoden und das Nucellusgewebe die nöthige Nahrung; denn es lässt sich leicht constatiren, dass die Antipoden mehr und mehr zusammengedrückt werden, um zuletzt (Fig. 28) der Resorption anheim zu fallen. Dieses letztere Schicksal erleidet auch das Nucellusgewebe.
(Fortsetzung folgt.)

Originalberichte gelehrter Gesellschaften.

Kaiserliche Akademie der Wissenschaften in Wien.

Sitzung am 12. Mai 1893.

Herr Dr. **Alfred Burgerstein** überreichte eine Arbeit betitelt:
Vergleichende anatomische Untersuchungen
des Fichten- und Lärchenholzes.

Die erhaltenen Resultate sind in gedrängter Kürze folgende:

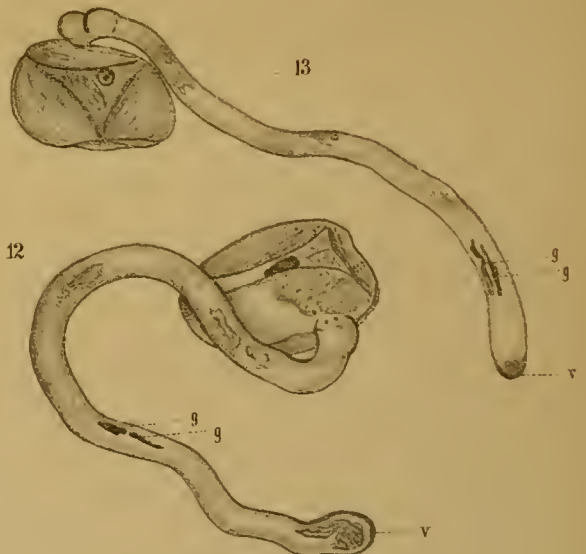
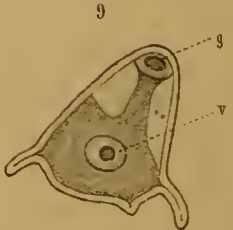
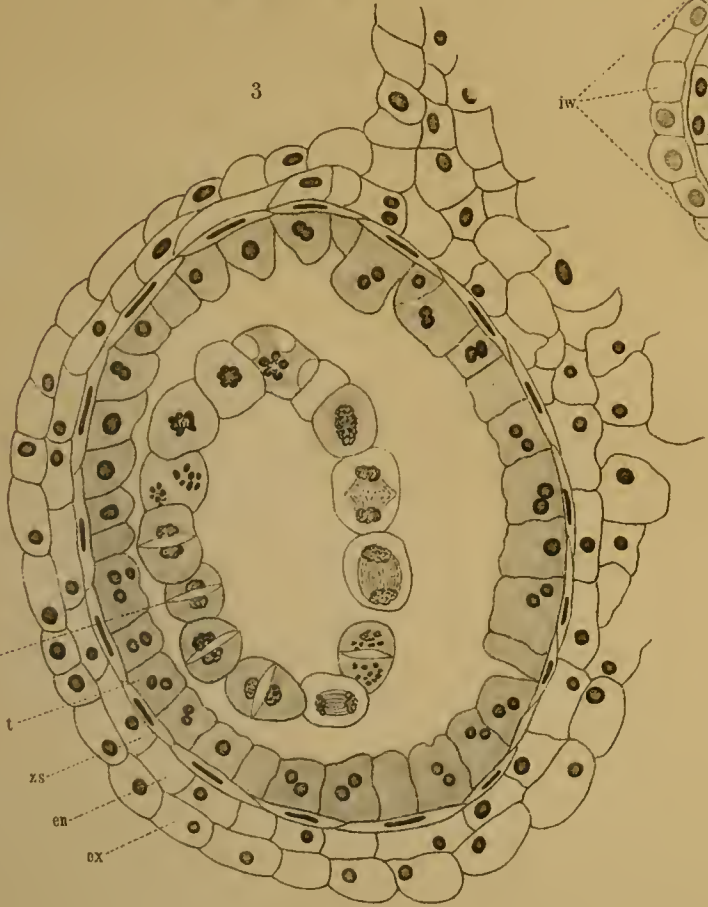
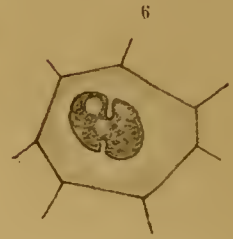
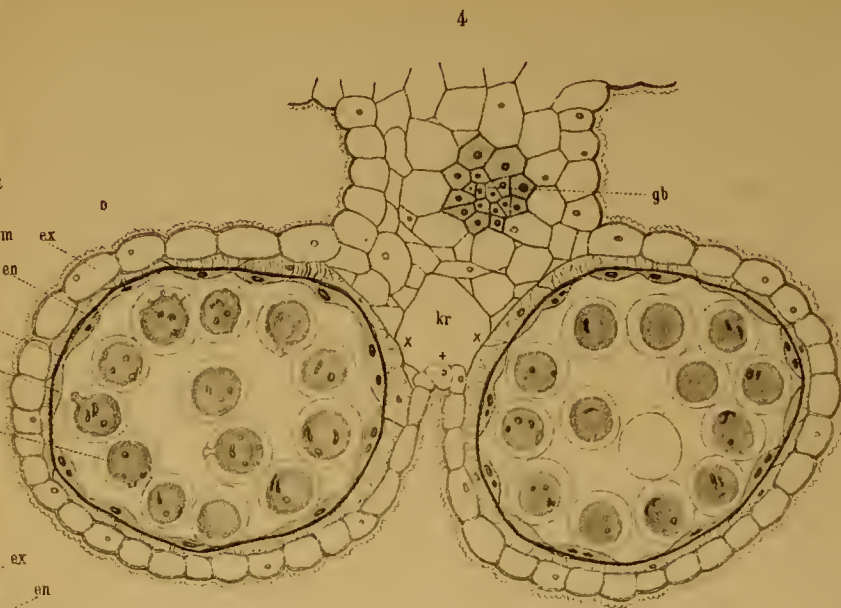
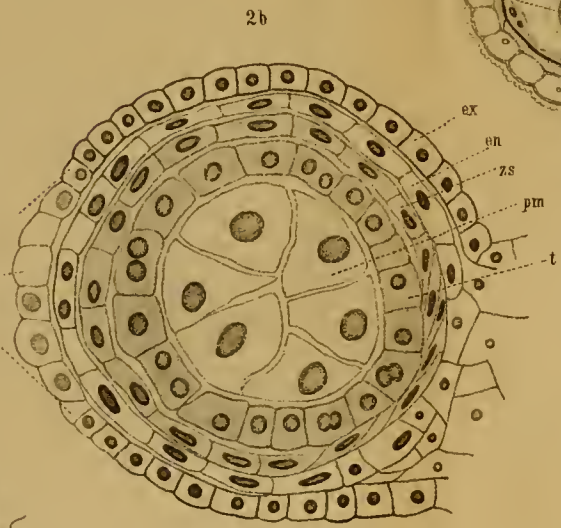
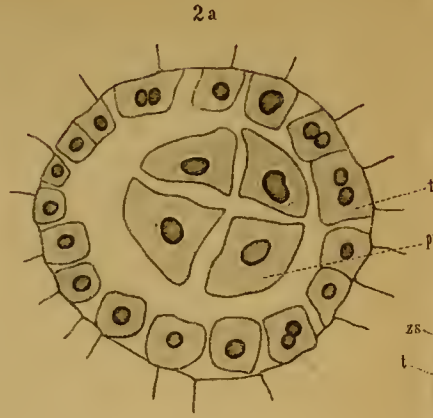
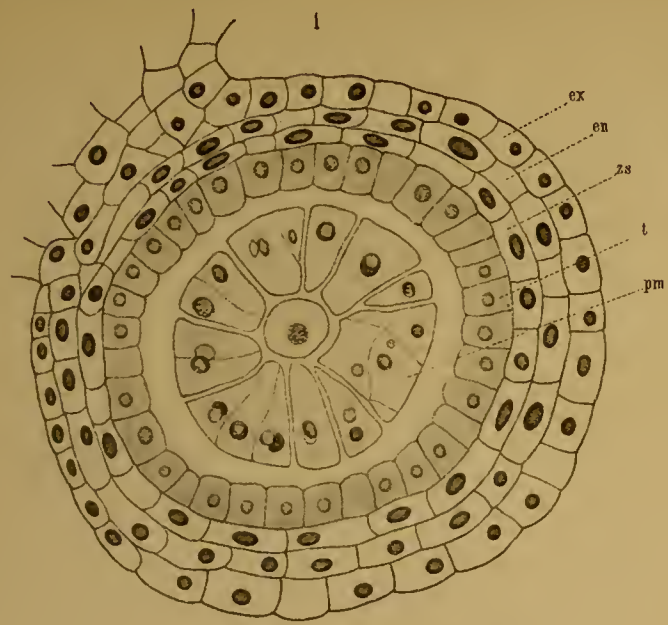
Bei der Fichte haben die Frühlingsholzzellen im Stamme und in der Wurzel nahezu dasselbe radiale Lumen; der häufigste Werth ist 0.03—0.04 mm. In den Aesten beträgt der Durchmesser zumeist nur 0.015—0.02 mm. Auch bei der Lärche haben die Frühlingsholzzellen im Stamm und in der Wurzel nahezu dasselbe radiale Lumen. Der häufigste Werth liegt zwischen 0.04—0.06 mm. In den Aesten ist der Durchmesser zumeist nur 0.02—0.03 mm.

Der Querdurchmesser des äusseren Tüpfelhofes ist im Stamm- und Wurzelholze der Fichte (abgesehen von den ersten Jahresringen im Stamm) in der Regel grösser als 0.018 mm, während im Astholze dieser Werth niemals überschritten wird.

Bei der Lärche geht der Querdurchmesser der Radialtüpfel im Astholz etwa bis 0.025 mm, im Stamm- und Wurzelholze bis 0.03 mm; er fällt im Stamm- und Astholz bis 0.015 mm, sinkt jedoch im Wurzelholz niemals unter 0.02 mm herab.

Zwillingstüpfel fehlen im Astholz der Fichte und Lärche. Im Wurzelholze kommen sie bei der Fichte in der Regel, bei der Lärche fast immer vor. Im Stammholze treten sie in den höheren Jahresringen mancher Fichten und aller Lärchen auf.

Die Höhe der Markstrahlleitellen ist einerseits bei der Fichte und andererseits bei der Lärche, wenn man von den ersten Stamm-Jahresringen absieht, im Stamm und Astholz im Wesentlichen gleich gross: bei der Fichte 0.017—0.020 mm, bei der Lärche 0.020—0.022 mm. Im Wurzelholze haben die leiten-



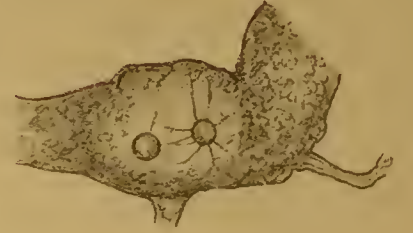
14



15



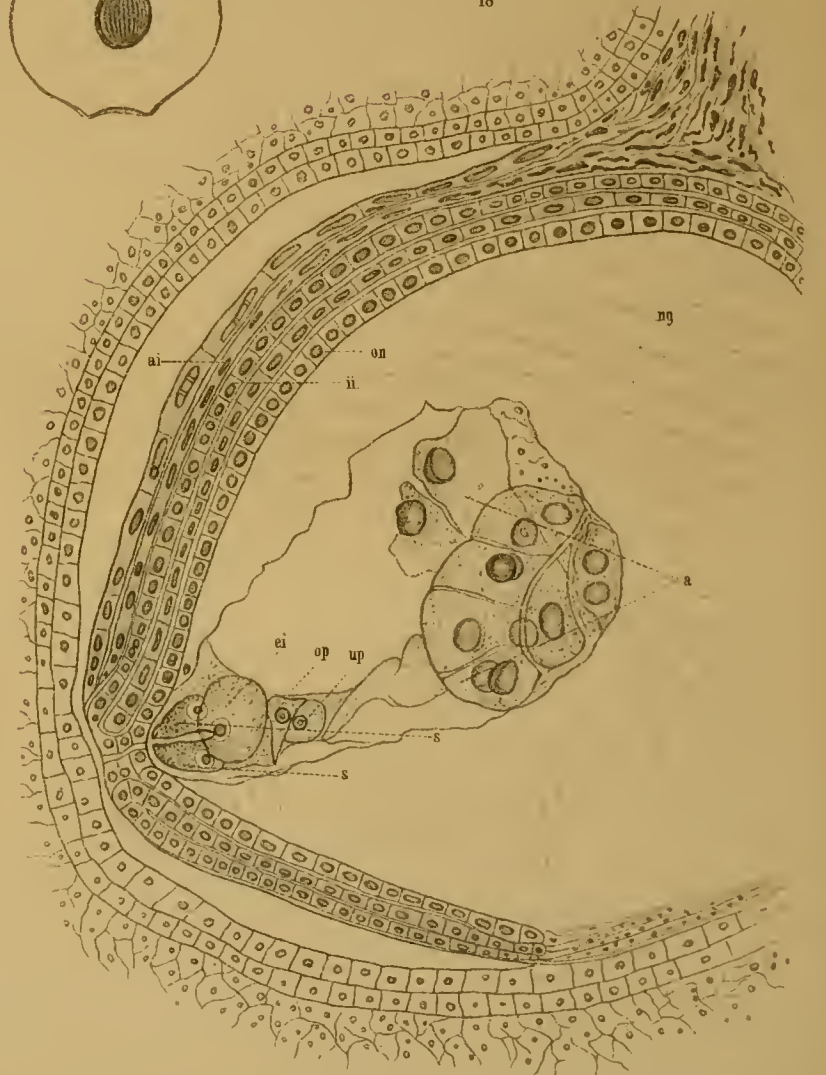
22



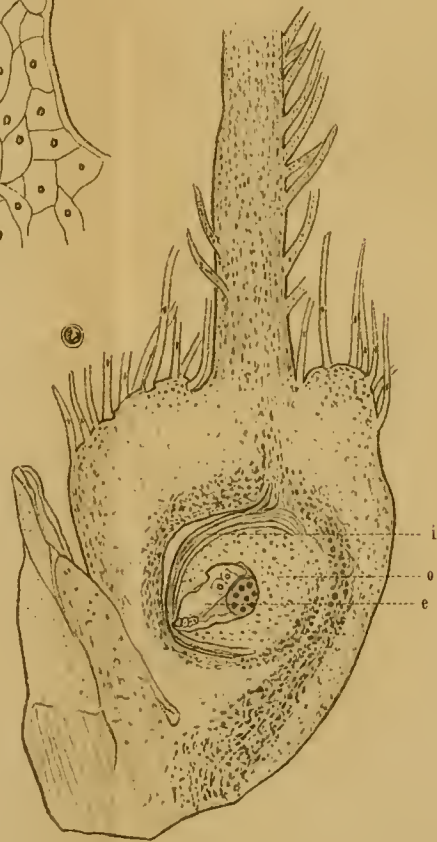
16



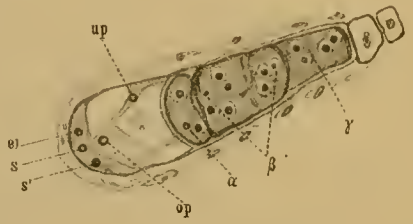
18



17



20



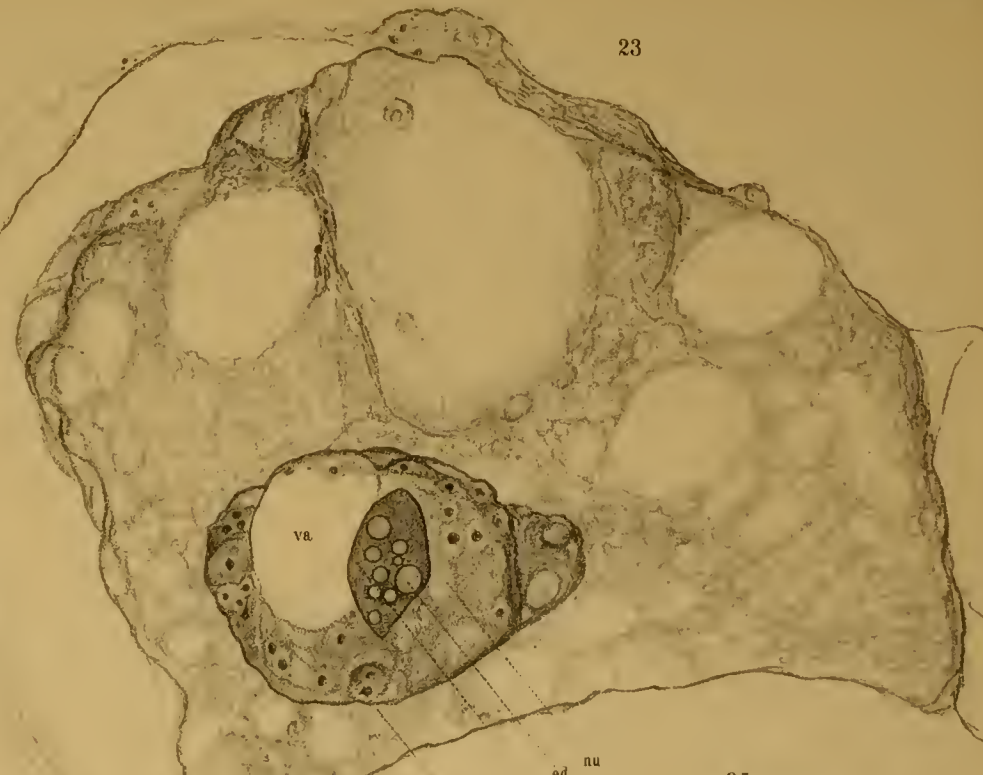
19



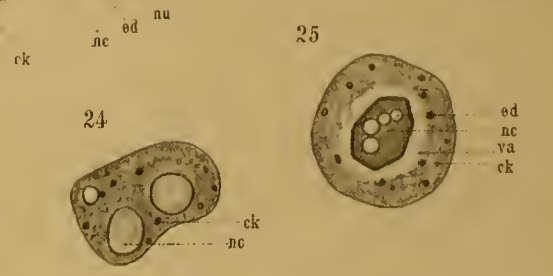
28



23



a



26

27



ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Botanisches Centralblatt](#)

Jahr/Year: 1893

Band/Volume: [55](#)

Autor(en)/Author(s): Golinski St. J.

Artikel/Article: [Ein Beitrag zur Entwicklungsgeschichte des Androeceums und des Gynaeceums der Gräser. 1-17](#)