This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

QK665
H62

STANFORD
LIBRARIES

DIE

ENTSTEHUNG DES EMBRYO

DER

PHANEROGAMEN.

EINE REIHE MIKROSKOPISCHER UNTERSUCHUNGEN

VON

WILHELM HOFMEISTER.

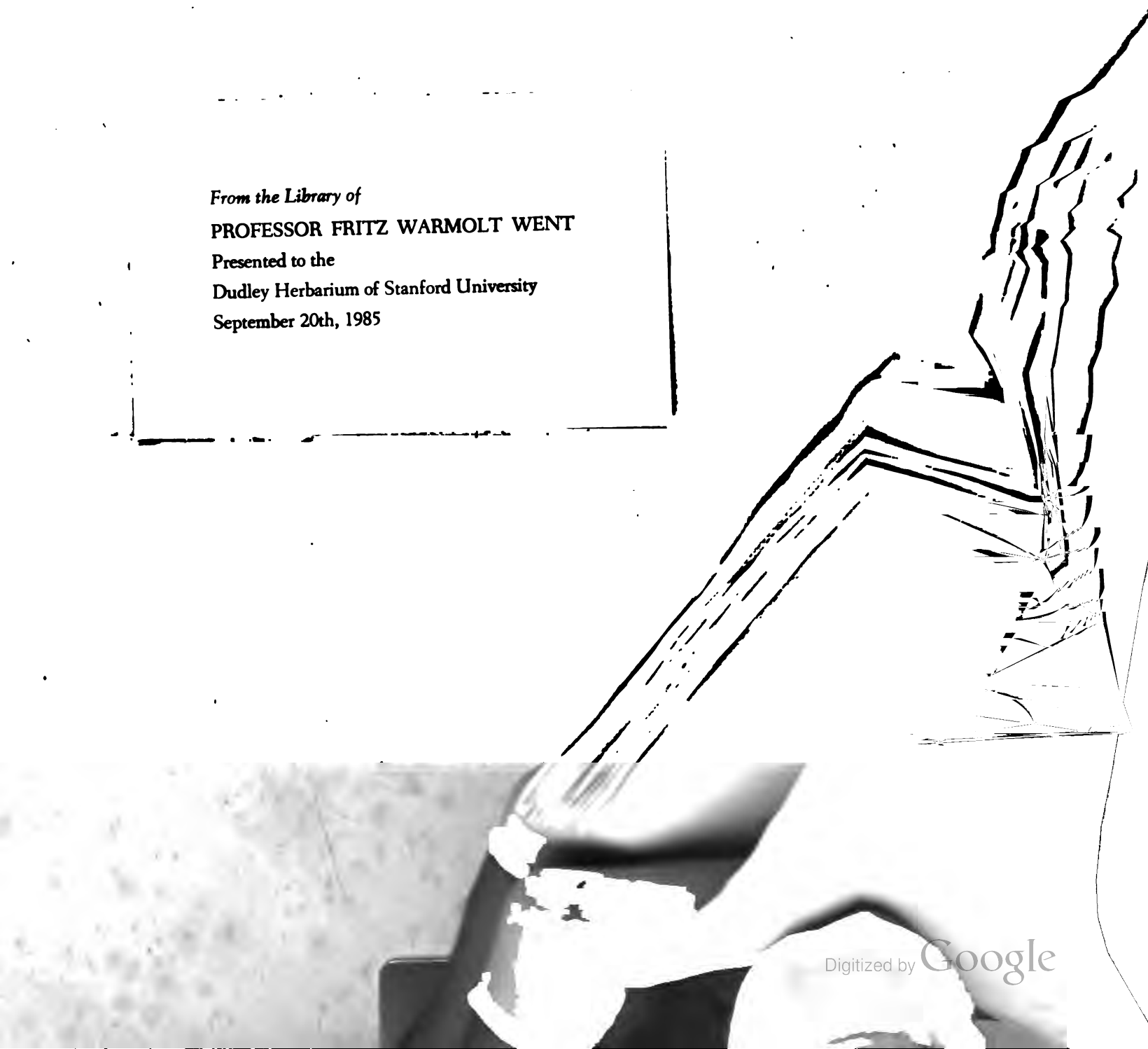
MIT 14 KUPFERTAFELN.

PREIS 2 THLR. 25 SGR.

LEIPZIG
VERLAG VON FRIEDRICH HOFMEISTER
1849.

Digitized by Google

From the Library of
PROFESSOR FRITZ WARMOLT WENT
Presented to the
Dudley Herbarium of Stanford University
September 20th, 1985



Digitized by Google

DR. F. W. WENT

DIE

ENTSTEHUNG DES EMBRYO

DER

PHANEROGAMEN.

EINE REIHE MIKROSKOPISCHER UNTERSUCHUNGEN

VON

WILHELM HOFMEISTER.

LEIPZIG

VERLAG VON FRIEDRICH HOFMEISTER

1849.

Digitized by Google

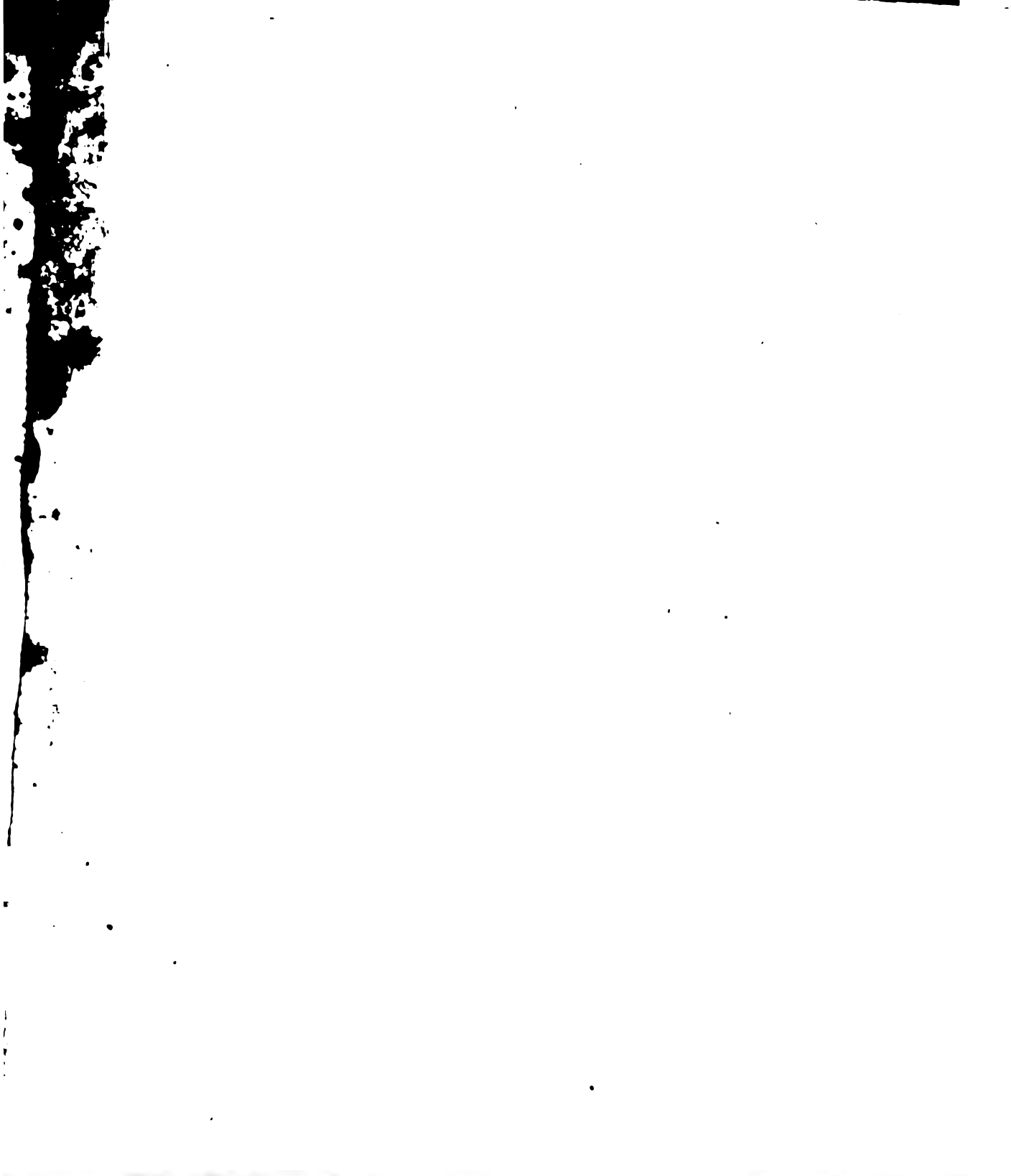
Digitized by Google

HERRN HUGO VON MOHL

PROFESSOR DER BOTANIK ZU TÜBINGEN ETC.

IN HOCHACHTUNG GEWIDMET.

Digitized by Google


Digitized by Google

INHALT.

	Seite
Orchideen	1
Vermehrung der Zellen einiger Haargebilde	7
Canna Sellowii	8
Asphodelus luteus	10
Entstehung von Zellenkernen und Zellen in der Inhaltsflüssigkeit des befruchteten Embryosacks einiger Monocotyledonen und Dicotyledonen	11
Funkia coerulea	12
Hyacinthus orientalis	17
Hemerocallis flava	18
Fritillaria imperialis	19
Gagea silvestris und arvensis	24
Narcissus poëticus	25
Iris pumila, biflora, sibirica	26
Crocus vernus	28
Zea Mays. — Sorghum bicolor	29
Monotropa Hypopitys	34
Ueber den Bau der Eychen von Gloxinia, Achimenes, Begonia	37
Bartonia aurea	38
Polygonum orientale	41
Helianthus annuus	43
Echalium agreste	44
Daphne Laureola	47
Prunus cerasus	48
Godetia rubicunda	50
Agrostemma Githago	51
Erodium Gruinum	52
Tropäolum majus	53
Sutherlandia frutescens	55
Linum perenne	56
Schluss	58
Erklärung der Abbildungen	67

Digitized by Google

Digitized by Google

ORCHIDEEN.

(Orchis Morio, variegata, militaris, palustris, latifolia, incarnata, Gymnadenia conopsea, odoratissima, Herminium Monorchis).

(Taf. I, und Taf. II Fig. 1—16).

In dem ganz jungen Germen irgend einer Art der Gattung *Orchis*, *O. incarnata* z. B., erscheinen die Placenten als halbcylindrische Doppelleisten mit ebener Oberfläche. Eine grosse Anzahl der Epithelialzellen derselben (ich vermuthe die sämmtlichen des am meisten nach innen vorspringenden Theils der Samenträger), theilt sich*, nachdem ihre freie, der Höhle des Fruchtknotens zugekehrte Wandung sich ein wenig wölbte, durch eine horizontale Scheidewand in zwei senkrecht übereinander liegende Zellen (f. 1. 2^a). Ich bezeichne die sich theilende Zelle mit I; von den beiden neugebildeten die untere mit II, die obere, in die Höhle des Germens mit etwas gewölbter Wand hineinragende, wiederum mit I, da sie in allen Stücken der ursprünglichen Zelle I sich ähnlich verhält. Sie ist diejenige, welche durch fortgesetzte Bildung neuer Zellen in ihrem Innern die Rindenzellen des Eychens erzeugt; aus der Vermehrung der Zelle II geht der centrale Zellstrang desselben hervor.

Die Zelle I theilt sich durch eine senkrechte oder wenig geneigte Scheidewand in zwei etwas ungleiche Hälften, I und 1 III.[1] (f. 3). Dieser Prozess wiederholt sich, nach vorhergehender horizontaler Dehnung der Zelle I, dreimal (f. $4^{a.b}$ 5^{a-d}); es entstehen die Zellen 2 III[1], 3 III[1], und 4 III[1]. — Wäh-

---

*) Den Ausdruck: „die Zelle theilt sich mittelst einer Scheidewand," brauche ich in keinem andern Sinne, als in dem einer kurzen Umschreibung des Satzes: nach Auflösung des primären Kerns (*nuclei*, Cytoblasten) der Zelle und Bildung zweier neuer zerfällt der Primordialschlauch in zwei Hälften, deren jede einen der neu entstandenen Kerne einschliesst. Indem nun die Oberflächen beider Theilhälften des Primordialschlauchs in ihrem ganzen Umfange Zellstoff aussondern, bildet sich, da wo sie einander berühren, eine die Mutterzelle in zwei Tochterzellen zerfällende Scheidewand. Genaue Untersuchungen der bei Bildung des Pollens der Phanerogamen, der Sporen mehrerer Cryptogamen auftretenden Erscheinungen; ferner der Zellenbildung in Haargebilden und in den Vorkeimen und Embryonen der Phanerogamen, in der Spitze der Nebenwurzeln und der Terminalknospe der Monocotyledonen lassen mich glauben, dass diese Art der Zellenbildung überall da Statt habe, wo das Volumen der Mutterzelle den Umfang der Kerne der neuzubildenden Tochterzellen nicht um ein sehr Bedeutendes (mindestens etwa das Sechzehnfache) übersteigt.

Digitized by Google

rend der Bildung der beiden Letzteren theilen sich die Zellen 1 III^1 und 2 III^1 jede durch eine verticale Wand; es entstehen so in 1 III^1 die Zellen 1 III^1 und 5 III^1; in 2 III^1 : 2 III^1 und 6 III^1 (f. 5ª). In Folge dieses Vorgangs erscheint die centrale Zelle I von den 6 Zellen III^1 peripherisch umgeben. Bei *Orchis Morio*, aber bei keiner der Verwandten, und auch hier nicht in allen Fällen sah ich dass auch die Zellen 3 III^1 und 4 III^1 in ähnlicher Weise wie 1 III^1 und 2 III^1 durch senkrechte Scheidewände sich theilten, so dass die Zahl der die Centralzelle umgebenden Rindenzellen auf 8 stieg. — Unmittelbar nach Bildung der Zelle 1 III^1, noch vor Entstehung der 2 III^1 theilt sich die Zelle II durch eine horizontale Scheidewand in die Zellen II^1 (die untere) und II^2 (die obere; f. $4^{a.b.}$)

Die Zelle I theilt sich nun aufs Neue durch eine verticale oder geneigte Scheidewand in zwei ungleich grosse Zellen: I und 1 III^2 (f. $6^{a.b.}$). Gleich darauf zerfällt die Zelle II^2 durch eine horizontale Scheidewand in zwei Zellen: II^2 und II^3 (f. $7^{a.b}$). — Analog der Bildung der sechs Zellen III^1 wiederholt sich darauf die Theilung der Zelle I noch dreimal, und zwei der neugebildeten Zellen zerfallen wiederum in je zwei Tochterzellen. So entsteht ein zweiter Kranz von sechs (beziehentlich acht) Rindenzellen, um die Endzelle I und die unter ihr liegende II^3 geordnet. In dem ganzen Gebilde ist das Rudiment des Eychens jetzt nicht mehr zu verkennen (f. 7^b).

Der in Vorstehendem beschriebene Vorgang wiederholt sich stetig. Zunächst theilt sich die Zelle I mittelst senkrechter oder etwas geneigter Scheidewand in die Zellen I und 1 III^3; — während diese Theilung sich dreimal wiederholt, und in zweien der Neubildungen wieder je zwei Zellen entstehen, theilt sich die Zelle II^3 durch eine horizontale Wand in die Zellen II^3 und II^4, und so fort.

In dieser Weise entsteht ein oben abgerundeter Cylinder von Zellgewebe, zusammengesetzt aus einem centralen Strange von Zellen deren Form die eines basischen Pinakoïds ist, und einer Rindenschicht, die aus je 6, in wenigen Fällen aus je 8 in einer Ebene liegenden Zellen gebildet wird. Auf jede Zelle des centralen Stranges mit Ausnahme der (untersten) Anfangszelle desselben kommt ein Ring von Rindenzellen (f. 12, 13). Der Exponent der Zellen II und III, die Zahl der Zellen in Richtung der Längsachse des Eychens ist durchaus unbestimmt. Sie steigt in einigen Fällen bis auf 16; in anderen bleibt sie auf 5 (fig. 14). Ihre Ermittelung ist oft schwierig, denn gar nicht selten verwachsen die einander zugekehrten Rindenzellen neben einander sich entwickelnder Eychen auf eine ganze Strecke, so dass man ganz in Zweifel darüber bleibt, wo die Placenta aufhört und das Eychen beginnt. Einzelne Abweichungen vom normalen Bau des Eychens kommen dann und wann vor; zum Theil in Folge abnormer Vermehrung einzelner Rindenzellen (so bei fig. 28, wo auf die zweite Zelle von oben des centralen Stranges (II^{n+1}) eine Rindenzelle rechts zu viel kommt); zum Theil in Folge der mannichfachen Verschiebungen und Verdrückungen einzelner Zellen, die bei der später eintretenden Krümmung des Eychens statt finden; — endlich auch — doch ist dieser Fall sehr selten — dadurch, dass die oberste Zelle des centralen Stranges (II^{n+1}) sich durch eine horizontale Wand theilt, bevor die erste der Rindenzellen des n^{ten} Grades gebildet wurde (f. 28^b).

Müsste ich diesen letzteren Fall nicht für eine ganz vereinzelte und abnorme Erscheinung halten (ich fand ihn bei sehr zahlreichen Untersuchungen nur ein einziges Mal), so würde ich den Entwickelungsgang des Eychens in einem wesentlichen Punkte einen andern glauben: ich würde nämlich annehmen, dass jede der Zellen des centralen Stranges, auch die jüngste, eine Dauerzelle (der Bildung neuer Zellen nicht fähig) sei; dass die Hinzufügung neuer Zellen zu dem centralen Strange durch Theilung der

Digitized by Google

Endzelle des Eychens (I) mittelst einer wagrechten Wand erfolge, welche Theilung mit derjenigen durch verticale Wände abwechsele, nach den Formeln:

$$I = I + (1\ III^1 + 2\ III^1 + 3\ III^1 + 4\ III^1 + 5\ III^1 + 6\ III^1)$$

abwechselnd mit

$$I = I + II^1.$$

Ausser durch die Seltenheit des oben erwähnten Vorkommens wird aber auch dadurch diese Annahme mehr als unwahrscheinlich, dass die als fig. 6^b 13 23 (bei letzterer die beiden grösseren Rudimente von Eychen) dargestellte, sehr häufige Erscheinung nur mit grosser Schwierigkeit und gezwungen sich ihr vereinen liesse.

Endlich tritt ein Zeitpunkt ein, von dem an die Endzelle des Eychens (I) sich nicht mehr in Richtung der Achse vermehrt; das Längenwachsthum des Eychens, sofern es auf Zellenvermehrung beruht — durch Zellendehnung verlängert das Organ sich noch bedeutend — hört auf. Die der Endzelle nächste Zelle des centralen Stranges (II^{n+1}), und die sie umgebenden beiden Gürtel von Rindenzellen III^n und III^{n-1}), dehnen sich beträchtlich in die Länge; die Endzelle des Eychens (I) in die Breite; die Zelle II^{n+1} erscheint deutlich als der junge Embryosack (fig. 17). Jetzt theilt sich die Zelle I durch eine senkrechte Scheidewand in zwei neben einander liegende Zellen (I^1 und I^2; fig. 14—16, 29, 29^b).

Der Zellcylinder hat sich inzwischen beträchtlich gekrümmt; — es findet diese Krümmung vorzugsweise in der Region statt, welche von den Zellen des $n-2^{ten}$ bis $n-6^{ten}$ oder 7ten Grades eingenommen wird. In jeder der Zellen III^{n-2} entstehen, horizontal neben einander, zwei neue Zellen: IV^1 und IV^2 (f. 15). Diese Zellenbildung beginnt an der Aussenseite der Curve welche das sich krümmende Eychen beschreibt, und schreitet nach deren Innenseite Zelle für Zelle vor.

Die Zellen IV^1 entwickeln sich nicht weiter. Dagegen bilden sich in denen IV^2, nach mässiger Querdehnung dieser und der angränzenden Rindenzellen, zwei Zellen, V^1 und V^2, senkrecht übereinander (f. 16). Die Aussenwand der Zelle V^1 wölbt sich papillös; darauf zerfällt der Zellraum durch eine geneigte Scheidewand in die zwei Zellen VI^1 und VI^2 (f. 17). Der Anfang der inneren Eyhaut ist jetzt als eine rund um das Eychen verlaufende Wulst deutlich zu bemerken. — Die Zellen V^1 theilen sich durch wagrechte Scheidewände aufs Neue in je zwei Zellen VI^2 und V^1. Dieser Vorgang wiederholt sich entweder einfach fünf- bis siebenmal (f. 18); oder aber es bilden sich in V^1, nach zwei- bis dreimaliger Theilung mittelst horizontaler Scheidewände, zwei Zellen, durch eine schwach geneigte, fast senkrechte Scheidewand getrennt, wagrecht neben einander (V^1 und VII^1, f. 19). Indem nun V^1 sich stark dehnt, die Zelle VII^1 zur Seite drängend, und darauf mittelst geneigter Scheidewand aufs Neue in zwei Zellen V^1 und VII^2 sich theilt (f. 20); indem dieser Vorgang sich zwei bis viermal wiederholt (f. 21. 22): verwandelt sich der obere Theil des inneren Integuments in eine doppelte Zellenlage. Letzterer Fall ist der häufigere; er kommt übrigens bei ein und derselben Art, bei *O. militaris* und *Morio* z. B., mit dem ersteren vermischt, und durch die mannigfachsten Uebergänge verbunden, vor (f. 35).

Während der Entwickelung der inneren Eyhaut hat auch in jeder der Zellen V^2 die Bildung zweier Zellen übereinander stattgefunden (VIII^1 und V^2). Durch mehrmalige Wiederholung dieser Zellentheilung entsteht die äussere, aus einer einfachen Zellenlage bestehende Eyhülle. Der oben bezeichnete Theil des Eychens — die Region der Zellen III^{n-2} bis III^{n-7}) hat sich inzwischen vollständig gekrümmt;

Digitized by Google

das Ey ist jetzt gänzlich anatrop. Die den Funiculus berührenden Zellen des äusseren Integuments verwachsen mit dessen Epithelialzellen.

Gleichzeitig mit dem Hervorsprossen der Eyhäute beginnt die vergrösserte Zelle II^{+1}, der junge Embryosack, die sie umgebenden Zellen durch rasche Grössenzunahme zusammenzudrücken (f. 30). Die plattgepressten Zellen I^1 und I^2, III^n und III^{n-1} werden bald verflüssigt — die Zellen III^n und $^{n-1}$ zuerst — und ihre Reste, eine schleimige Substanz die man häufig zwischen der Membran des Embryosacks und dem innern Integumente findet, vom nachwachsenden Embryosack verdrängt und aufgezehrt, der dann der Innenwand der innern Eyhaut unmittelbar anliegt. Bisweilen ist sein Scheitel zu dieser Zeit vom Integument noch nicht überzogen, und ragt aus dessen weiter Oeffnung halbkugelig heraus (f. 34). Es ist dies der Zustand der Eyhäute, den Amici in seiner Abhandlung über die Befruchtung der Orchideen mit einer Tulpenblume vergleicht. Ich finde ihn ausschliesslich an solchen Exemplaren, die einige Zeit lang abgeschnitten in Wasser vegetirt hatten; in frisch dem Standorte entnommenen dagegen fand ich stets zur Zeit der Resorption der den Embryosack umhüllenden Zellen das innere Integument bereits zur engen Röhre des Endostoms zusammen geschlossen. Die Verengerung des Kanals des innern Eymunds erfolgt durch starke Dehnung in Richtung der Horizontale der den Nucleus überragenden Zellen der inneren Eyhülle. Das Exostom bleibt ausserordentlich weit; sein Durchmesser ist dem des Embryosacks sammt dem ihn umgebenden inneren Integumente ziemlich gleich*.

Während der Auflösung der den Embryosack umgebenden Zellen entschwindet dessen centraler Zellenkern der Beobachtung. Der bis dahin im Embryosack gleichmässig vertheilte körnige Schleim bildet nun eine die Innenwand des Embryosacks auskleidende Schicht, die an beiden Enden, vorzugsweise aber am Mikropyle-Ende mächtiger ist, als an den Seitenwänden (f. 32). In der Anhäufung von Schleim im Mikropyle-Ende erscheinen zwei bis drei kleine, wasserhelle Bläschen (f. 34). Sie nehmen an Grösse rasch zu; in dem Innern eines jeden treten ein bis zwei festere rundliche Körperchen auf; es zeigen sich diese Gebilde jetzt deutlich als freie Zellenkerne (f. 34). Dieser Vorgang lässt sich besonders dann vollkommen klar erkennen, wenn die Verdrängung der den Embryosack umhüllenden Zellen erfolgte, bevor die innere Eyhaut den Scheitel des Eykerns überzog. — Auch in der Nähe des Chalaza-Endes des Embryosacks bilden sich bisweilen einige Zellenkerne (T. II, f. 2, 3).

Das am Mikropyle-Ende des Embryosacks angehäufte Protoplasma sondert sich in drei, nach Befinden in zwei länglichrunde Ballen, deren jeder einen jener Zellenkerne einschliesst. Eine diese Protoplasma-Massen umschliessende Zellstoff-Membran konnte ich an den frühesten Zuständen nicht beobachten: bei längerem Liegen in Wasser zerfliessen die drei gesonderten Ballen körnigen Schleims in einen formlosen Brei. Wie es scheint sehr bald bekleiden sich die Protoplasma-Klumpen nach aussen mit einer Membran aus Zellstoff, die auch durch längere Einwirkung des Wassers nicht verändert wird. (f. 35) Die so entstandenen jungen Zellen, die **Keimbläschen****, dehnen sich bald beträchtlich in die Länge, so dass ihr Längsdurchmesser auf ein Drittel bis auf die Hälfte von dem des Embryosacks steigt. Das Protoplasma des Inhalts bekleidet nun die Innenwand als eine zarte Schleimschicht, die da, wo der bis dahin centrale Kern ihr eingebettet liegt, am dicksten ist (T. II f. 2). Hatten sich in der Nähe des Chalaza-Endes Zellenkerne gebildet, so entstehen bisweilen auch um diese Zellen (T. II, f. 3, 4).

---

*) Vergleiche Meyens Physiologie Bd. III, Taf. XIII, f. 34.

**) Vergl. meinen Aufsatz über die Befruchtung der *Oenotheren*, Berliner botan. Zeitung, 1847, No. 45.

Digitized by Google

Diese Stufe der Ausbildung erreichen die Eychen erst nach dem völligen Verwelken des Perigons. Die äussere Eyhaut hat sich inzwischen, durch Dehnung ihrer Zellen, sehr verlängert; sie überragt die innere weit, und bildet an der Chalaza eine weite, sackartige Höhlung, die sich mit Luft füllt. In die Räume zwischen den Zellen des innern und äussern Integuments ist ebenfalls Luft eingedrungen, so dass es nöthig wird, das Eychen während der Beobachtung gelindem Drucke zu unterwerfen um diese zahlreichen Luftblasen zu vertreiben, und eine klare Anschauung seiner inneren Organisation zu ermöglichen.

Jetzt durchläuft ein Pollenschlauch — schon viele Tage früher, noch während des Hervorsprossens der Eyhäute, waren die Pollenschläuche in der Höhle des Germens erschienen — das weite Exostom, und drängt sich in den engen Kanal des Endostoms. Nachdem er diesen zurückgelegt, verläuft er eine kurze Strecke zwischen dem innern Integumente und der Membran des Embryosacks, die er, indem seine Spitze anschwillt, ein wenig nach Innen biegt. (T. II, f. 4).

Der Pollenschlauch dringt entschieden nicht in das Innere des Embryosacks ein. Durch Hin- und Herrollen eines eben befruchteten Eychens unter dem Mikroskope kann man sich leicht davon überzeugen, dass die Membran des Embryosacks, die bei dieser Behandlung mitunter auf Augenblicke von der des anliegenden Pollenschlauchs zurück weicht, unverletzt bleibt. Nur durch doppelte Endosmose kann der Pollenschlauch einen Theil seines Inhalts an eines der Keimbläschen abgeben und die Befruchtung bewirken.

In den bei weitem meisten Fällen wird nur ein Keimbläschen befruchtet — ich habe nur ein einziges Mal zwei Embryonen in einem und demselben Samen gesehen —; die fehlschlagenden Keimbläschen werden so rasch von dem sich weiter entwickelnden verdrängt, ihre Reste verschwinden so bald dass man nur selten nach erfolgter Befruchtung Spuren von ihnen findet. Das befruchtete Keimbläschen nimmt an Grösse etwas zu, bisweilen so, dass es volle zwei Drittheile des Embryosacks ausfüllt (f. 5); sein Zellenkern rückt an das der Chalaza zugewandte Ende. Bald darauf wird er verflüssigt; es bilden sich im Keimbläschen zwei neue Zellenkerne (f. 6). Eine zwischen beiden plötzlich auftretende Scheidewand theilt das Keimbläschen in zwei Zellen (f. 7). Die untere derselben theilt ein oder zweimal sich in gleicher Weise; so entsteht eine Reihe von drei bis vier Zellen, aus deren unterster der Embryo hervorgeht. Ein ähnliches Verhältniss findet sich bei allen mir bekannten Pflanzen; ich weiss keinen Fall, in welchem das Keimbläschen sich unmittelbar in den Embryo verwandelte; — überall entsteht durch ein oder mehrmalige Theilung des befruchteten Keimbläschens ein zwei- oder mehrzelliges Gebilde, bei einigen Gattungen ein einfacher Zellfaden, bei anderen ein massiger Zellkörper, dessen Endzelle erst die erste des Embryo ist. Ich nenne jenes zellige Gebilde, da es in seiner Entwickelung und Bedeutung die wesentlichste Uebereinstimmung mit dem aus wiederholter Theilung der Sporenzelle entstandenen gleichnamigen Organe der Moose, Lebermoose, Farrn und Equisetaceen zeigt, den Vorkeim. Die wenigen freien Zellen, die bisweilen in der Nähe des Chalaza-Endes des Embryosacks unmittelbar vor und während der Befruchtung sich bildeten*, werden jetzt wieder aufgelöst und vom Vorkeime verdrängt.

Die unterste Zelle des Vorkeims — die erste des Embryo — theilt sich mittelst einer verticalen Wand in zwei wagrecht neben einander liegende Zellen (T. II, f. 16). Die eine derselben entwickelt sich stärker, als die andere, und drängt diese zur Seite (f. 14, 15). Hierauf theilt sich die Grössere beider

*) Vergleiche T. II, f. 2, 4, 5.

Digitized by Google

Zellen durch eine geneigte Scheidewand; das Embryokügelchen besteht jetzt aus drei Zellen, deren eine als Endzelle erscheint. Durch Theilung der Letzteren mittelst senkrechter Wand wird der junge Embryo vierzellig (f. 8). Wieder überwiegt das Wachsthum einer der zwei Endzellen beträchtlich das der anderen, wieder theilt sich die grössere beider mittelst geneigter Wand (f. 11, 13). In mehreren der Zellen des nun fünfzelligen Embryo tritt jetzt Zellenvermehrung in verschiedener Richtung auf: sowohl durch Scheidewände, welche die Achse des Organs schneiden, als auch durch solche, die ihr parallel sind. Das Embryokügelchen erscheint zunächst als bestehend aus einer centralen von einer kugeligen Zellschicht allseitig umgebenen Zelle (f. 9). Bei *Gymnad. odoratissima* entwickelt sich bisweilen bis zur Samenreife der Embryo nicht weiter; bei anderen Arten wird sein Bau complicirter, und sowohl aus diesem Grunde, als auch hauptsächlich wegen der in seinen Zellen sich anhäufenden körnigen Stoffe schwer zu ermitteln. Die Zellen der äusseren Eyhaut — die der inneren werden vom Embryo frühe verdrängt — zeigen oft beim Herannahen der Samenreife den Innenwänden der Zellen aufgelagerte Spiral- und Netzfasern. Diese treten bei verschiedenen Arten verschieden früh auf; den Arten mit handförmig getheilten Scheinknollen fehlen sie, wie es scheint gänzlich.

Auch in den beiden oberen Zellen des Vorkeims, dem Embryoträger, beginnt eine, oft sehr lebhafte Zellentheilung durch horizontale Scheidewände. Die so entstandenen Zellen, anfangs von so geringem Höhendurchmesser dass sie tafelförmig genannt werden können (f. 13—16), dehnen sich bald beträchtlich in die Länge. Dadurch zwängen sie das Endostom auseinander; das obere Ende des Embryoträgers erscheint, einem zelligen Haare ähnlich, frei in der Höhle des Germen. — Bis gegen die Zeit der Samenreife dauert die Zellentheilung in der Terminalzelle dieses Organs fort; die dabei auftretenden Erscheinungen stimmen mit denen genau überein, die bei der Zellenvermehrung vielzelliger Haare, derer des *Hibiscus Trionum* z. B. sich beobachten lassen. — Gewöhnlich ist der Kern der Endzelle kugelig und scharf begränzt. In manchen aber — stets in solchen die sich durch grösseren Längsdurchmesser auszeichnen, — sind seine Umrisse unbestimmt, bis zum völligen Verschwinden. Andere, noch länger gestreckte Endzellen, zeigen zwei kugelige Kerne, zwischen denen eine zarte dunkle Linie nicht ganz bis zur Innenwand der Zelle verläuft (T. II, f. 10). Bringt man den Primordialschlauch der Zelle durch verdünnte Säuren zum Zusammenschrumpfen, so zeigt sich keine Spur einer die Kerne trennenden Scheidewand aus Zellstoff. Ich glaube demnach jene dunkle Linie mit gutem Grund als die Berührungsfläche zweier Theilhälften des Primordialschlauchs deuten zu dürfen, analog den ganz ähnlichen Erscheinungen in den Mutterzellen des Pollens von *Passiflora* und *Pinus**. An der Stelle jener dunklen Linie erscheint in anderen Endzellen des Embryoträgers eine sehr zarte Scheidewand, eine glasartige Membran, die durch Einwirkung verdünnter Säuren nicht mehr verändert wird. — Beide Theilhälften des Primordialschlauchs haben an ihrem ganzen Umfange Zellstoff ausgesondert und dadurch eine feste Scheidewand zwischen sich erzeugt. Die Bildung zweier, die Mutterzelle gleich bei ihrer Entstehung völlig ausfüllender Zellen ist somit vollendet.

Das Ergebniss meiner Untersuchungen des Vorgangs bei der Befruchtung der Orchideen ist genau übereinstimmend mit den Mittheilungen Amici's** und v. Mohl's***. Dass das Gleiche von der Arbeit K. Müllers† trotz der Versicherung des Autors nicht gesagt werden könne, hat Knorz

---

*) Vgl. meinen Aufsatz in der berliner botanischen Zeitung, Jahrgang 1848 No. 37, 38.

**) Flora, regensburger botan. Zeitung, 1847, No. 46.

***) Berliner botan. Zeitung, 1847, No. 27.

†) Dieselbe Zeitschrift, 1847, No. 37.

Digitized by Google

bereits nachgewiesen*. Meine Abbildungen werden seinen Ausspruch bestätigen, wo es dessen bedürfen sollte.

Ich erwähnte oben, dass die Vermehrung der Zellen in den vielzelligen Haaren des *Hibiscus Trionum* ähnliche Erscheinungen darbiete. — Im Allgemeinen ist die Untersuchung der Zellenentwickelung in den Appendicular-Organen der Oberhaut nicht so leicht, als es auf den ersten Blick scheinen sollte: wenn auch minder schwierig als die Ermittelung der Zellenbildung in gedrängtem Parenchym ist sie dagegen weit langweiliger, da gewöhnlich erst unter mehreren Hunderten von Objecten eines auf einer Entwickelungsstufe sich findet welche Aufschluss über die fraglichen Punkte gewähren kann. Die Petala von *Hibiscus Trionum* machen hiervon eine glückliche Ausnahme: ihre Aussenfläche, und besonders ihr Rand sind mit zahlreichen vielzelligen Haaren besetzt. Schneidet man aus einer jungen, etwa 1‴ im Durchmesser haltenden Knospe die zarten muschelförmigen Blumenblätter heraus und bedeckt sie mit einem Deckglase, so genügt diese bequeme Methode des Präparirens vollkommen zur Erlangung der Anschauung einer grossen Anzahl der in Entwickelung begriffenen Gebilde auf einmal.

Die Bildung der Haare beginnt damit, dass einzelne der Oberhautzellen (T. XIII. f. 22) sich papillös ausdehnen (T. XIII, f. 23). Sie nehmen dabei endlich die Keulenform an; der Zellenkern rückt in die über die Fläche der Epidermis erhabene Hervorragung und nimmt an Grösse beträchtlich zu (T. XIII, f. 24); gewöhnlich erscheint er jetzt länglich-elliptisch, während er früher kugelrund war. Im Allgemeinen tritt diese Entwickelung zuerst an der Spitze der Petala auf, und schreitet gegen deren Basis vor, doch ohne dass dabei eine bestimmte, für jeden einzelnen Fall gültige Ordnung statt fände. Nach einiger Zeit wird die Membran des Kerns aufgelöst (f. 25); die Zelle enthält nur noch eine helle Stelle im Centrum der schleimig-körnigen Inhaltsflüssigkeit; im Umkreis jener lichteren Rundung sind die zahlreichen Körnchen des Zelleninhalts dichter angehäuft, als in der Nähe der Zellwand. Das oder die Kernkörperchen des Zellenkerns entschwinden der Beobachtung etwas später, als dessen Membran. — Bald erscheinen, an der Stelle jenes rundlichen hellen Flecks, zwei ovale (f. 27). Es ist dies das erste Anzeichen des Auftretens zweier neuer Zellenkerne; die Membran derselben ist übrigens, wegen der tiefen Trübung der umgebenden Flüssigkeit durch zahlreiche kleine Körnchen, noch auf lange hinaus nicht zu erkennen. Die Zahl der Kernkörperchen der jungen Kerne ist sehr unbestimmt, bisweilen fehlen sie gänzlich; am häufigsten finden sich mehrere, sehr kleine. Dass nur ein Kernchen vorhanden ist, ist selten. —

Zwischen beiden Tochterkernen zeigt sich plötzlich eine zarte Linie, die bei weitem nicht zur Wand der Zelle reicht (f. 27). Wie die in der Endzelle des Embryoträgers von *Orchis* halte ich auch sie für die Berührungsfläche zweier Theilhälften des Primordialschlauchs, und erkläre den Umstand, dass sie nur im Centrum der Zelle zu sehen ist, mir daraus, dass bei der Zartheit des ganzen Gebildes eine so geringe Masse, als die minder breite Lage nahe der Peripherie der Zelle sie darbietet, das Licht nicht in dem Maasse bricht, als dass ihre Existenz mit unsern Instrumenten deutlich zu machen wäre. Behandelt man ein Haar, dessen fortwachsende Endzelle (die Theilung der sich papillös ausdehnenden Oberhautzelle und die Vermehrung der Endzelle eines schon mehrzelligen Haares, durch welche ausschliesslich dessen Längenwachsthum erfolgt, geschehen in ganz gleicher Weise) in dem oben beschriebenen Stadium sich befindet, mit verdünnten Säuren oder mit einer Auflösung von Iod in Alkohol, so zieht sich der gesammte Inhalt der Zelle von der Wandung zurück; die Linie zwischen beiden Kernen bleibt bisweilen sichtbar; von einer über die ganze Breite der Zelle verlaufenden Scheidewand aber ist nichts zu

*) Berliner botan. Zeitung, 1848, No. 14.

Digitized by Google

bemerken (f. 28). Etwas später werden die Umrisse der Kerne scharf und deutlich, an der Stelle der zarten Linie findet sich jetzt eine feste Scheidewand aus Zellstoff. —

Die Theilung der Endzelle der Haare und Drüsen an den Corollenzipfeln von *Nicotiana* geschieht auf gleiche Art; nicht minder ist die Weise der Zellenvermehrung in den Haaren der Antherenfilamente von *Tradescantia virginica* in nichts Wesentlichem von der oben beschriebenen verschieden. Einige eigenthümliche Erscheinungen folgen hier aus der im Verhältniss zum Volumen der Kerne so bedeutenden Weite der Zellen. — Während die Inhaltsflüssigkeit der Zelle ziemlich durchsichtig ist — nur eine mässig dicke Schicht höchst feinkörnigen Schleims überzieht die Innenwand — ist der Zellenkern von undurchsichtigem, vielkörnigem Schleime dicht erfüllt. Die Zahl der gar nicht kleinen Kernkörperchen ist stets mehr als eins, gewöhnlich drei bis fünf (T. XIV, f. 20, 28). Nach der Resorption der Membran des primären Zellenkerns bleibt dessen Inhalt, wie es auch bei *Hibiscus*, bei den Mutterzellen der Pollenkörner der Fall ist, zusammengeballt im Mittelpunkt der Zelle: bei *Tradescantia* nur darum sehr auffällig weil hier der Inhalt des Kerns concentrirter und undurchsichtiger ist, als die Inhaltsflüssigkeit der Zelle (f. 20, 26). Die länglich-runde, von einer Membran nicht bekleidete Schleimmasse theilt sich in zwei kugelige Ballen, deren jeder einige der festen Körperchen (Kernchen) einzuschliessen pflegt (f. 21, 27, 28); jeder derselben bekleidet sich nach aussen mit einer Membran, und so sind zwei Tochterkerne gebildet (f. 22, 24). In engeren Zellen liegen die Tochterkerne einfach in einer Verbreiterung der die Zelle auskleidenden Schleimschicht; in weiteren Zellen geht von ihnen, ähnlich wie vom primären Kerne der Zelle, Saftströmung aus (f. 22, 24, 27).

Zwischen beiden Zellenkernen — oft nachdem sie sich ziemlich weit von einander entfernt haben — erscheint plötzlich eine zarte Linie, die durch verdünnte Säuren, ja schon durch längere Einwirkung reinen Wassers zum Verschwinden gebracht wird (f. 24, 28). Später findet sich an ihrer Stelle eine feste, minder energischen Reagentien widerstehende Membran aus Zellstoff (f. 25, 25[b]).

Ganz abweichend von dem Verhalten der ausgebildeten Zellenkerne von *Tradescantia* sind die neuentstandenen Tochterkerne gegen äussere Einflüsse sehr empfindlich; oft gerinnt ihre Inhaltsflüssigkeit schon bei kurzem Liegen im Wasser des Objectträgers (f. 27[b]).

Meine hier gegebene Darstellung stimmt freilich nicht mit der Abbildung Ungers* überein; sollten aber die drei Anhäufungen von Schleim welche dort abgebildet sind, nicht zufällig durch die drastischen Reagentien hervorgerufen sein, mit denen jenes Präparat behandelt wurde? —

CANNA SELLOWII.

(Tafel IV, Fig. 1—12).

Wie bekannt, überwiegt die Chalaza des Eychens von *Canna* an Masse bei Weitem die übrigen Theile desselben zusammen genommen. Dieses Verhältniss findet schon zu der Zeit statt, da die Eyhäute sich zu erheben beginnen (f. 1). Der Embryosack, deutlich eine vergrösserte Zelle mit grossem Kern (der stets mehrere Kernkörperchen enthält), nach aussen und oben von einer doppelten Lage gestreckter, sehr durchsichtiger Zellen umgeben (f. 1, 1[b]), ragt schon jetzt mit seinem unteren Ende in die Region hinab, in welcher Integumente und Nucleus des Eychens in einander verfliessen (f. 1).

*) Grundzüge der Anatomie S. 75.

Digitized by Google

Bei weiterer Ausbildung des Eychens dringt der Embryosack noch tiefer in das Gewebe der Chalaza ein (f. 2). Zugleich verdrängt er die innere der beiden nach oben ihn bedeckenden Zellschichten, so dass nur noch eine einzige Lage langgestreckter Zellen die Kernwarze bildet. Der primäre Kern des Embryosacks vergrössert sich zu einem umfangreichen blasenartigen Schlauche mit wasserhellem Inhalte; am Mikropyle-Ende des Embryosacks erscheinen drei Zellenkerne (f. 3).

In einem Falle beobachtete ich innerhalb des Embryosacks ein nur wenig kleineres schlauchartiges Gebilde, von einer höchst feinen Membran umgeben. Es lag, in wasserklarer Flüssigkeit schwimmend völlig frei, die Innenwand des Embryosacks nirgends berührend. Sein Inhalt bestand aus körnigem Schleime, zwei freien Zellenkernen, die an seinem oberen der Mikropyle zugewandten Ende lagen, und einem dergleichen am entgegengesetzten Ende. In der Nähe der Ersteren befand sich auch der vergrösserte primäre Kern des Embryosacks (f. 4). Nachdem das Präparat einige Zeit in Wasser gelegen, dehnte sich die zarte, das ganze Gebilde umschliessende Membran langsam aus, bis sie der Innenwand des Embryosacks auf allen Punkten fest anlag. Es konnte das hier beobachtete Gebilde nichts anderes sein, als der zusammengezogene Primordialschlauch des Embryosacks*.

Um jeden der zwei bis drei Zellenkerne, die am Mikropyle-Ende des Embryosacks entstanden, bildet sich eine Zelle, in der sich bisweilen eine vom Zellenkern ausgehende strahlige Anordnung des Protoplasma ihres Inhalts zeigt. Diese Zellen sind die Keimbläschen (f. 5); ihre Entstehung erfolgt etwa 24 Stunden vor Aufbrechen des Perigons, 36 Stunden vor dem Aufspringen der Anthere. — Gegen den Zeitpunkt der Befruchtung hin pflegen die Keimbläschen bis auf Eines wieder zu verschwinden, das dann bisweilen durch Ausdehnung seiner Membran eine sehr beträchtliche Grösse erreicht (f. 6).

Der sehr dicke Pollenschlauch langt noch vor dem Verwelken des Perigons in der Höhle des Fruchtknotens an. Er durchläuft den weiten Eymund, drängt sich durch die Schicht gestreckter Zellen welche die Kernwarze bildet, und durchbricht die am Mikropyle-Ende zarte und weiche Membran des Embryosacks; sein Ende kömmt dadurch unmittelbar neben das noch vorhandene Keimbläschen zu liegen (f. 7, 8). In diesem beginnt darauf ein Zellentheilungsprocess, der zur Entstehung eines aus 6 bis 8 Zellen zusammengesetzten Vorkeims führt (f. 10, 11^{b}). Während der Entwickelung des Vorkeims verdrängt der sich ausdehnende Embryosack die Zellschicht der Kernwarze (10, 11^{b}), sowie auch einen grossen Theil des Gewebes der Chalaza (f. 11); — im obern Ende des Embryosacks findet gleichzeitig die Bildung von freien Zellenkernen und Endospermzellen** statt, die späterhin, bei weiterer Ausbildung des Embryo, spurlos wieder verschwinden.

Aus der Endzelle des Vorkeims (f. 12) geht der Embryo hervor. Noch jetzt sind die Reste des Pollenschlauchs neben dem Vorkeime zu erkennen. Sowohl das befruchtete Keimbläschen, als auch der Vorkeim auf allen seinen Altersstufen lässt sich sehr leicht, durch leise Berührung mit der Präparirnadel, vom Pollenschlauche trennen. Das Ende des Letzteren erscheint dann stets vollkommen geschlossen, seine dicke Membran überall unverletzt. Schleiden zeichnet*** einen freien Zellenkern im Ende des Embryosacks. Nie fand ich dergleichen hier; wohl aber sah ich einigemal im Ende des Pollenschlauchs

*) Vergleiche meine Mittheilungen über ähnliche Erscheinungen bei der Bildung des Pollens von *Passiflora*, Berliner botan. Ztg. 1848, No. 37, 38.

**) Die Ausdrücke Endosperm und Perisperm brauche ich streng im Sinne A. Brogniart's, *Annales des sciences naturelles* T. XII, p. 268.

***) *Nova Acta Acad. C. L. Tom. XIX, Pars I, f.* 30, 31.

Digitized by Google

Klümpchen halbflüssigen Schleims von unregelmässiger Form (f. 9). Ich vermuthe, dass Schleidens Angabe auf einer ähnlichen Beobachtung beruht.

ASPHODELUS LUTEUS.

(Tafel VI, Fig. 6—13).

Das ungekrümmte Eychen von *Asphodelus* giebt das einzige mir bekannte Beispiel des Auftretens dreier Integumente (F. 6, 7). Die beiden innern zeigen nichts von dem bei den Liliaceen gewöhnlichen Baue dieser Organe Abweichendes: das innerste ist eine doppelte, da wo es den Eymund bildet eine dreifache Zellenlage; das mittlere ist etwas fleischig; es reicht, ähnlich wie bei *Iris, Narcissus* u. v. A. zur Zeit der Blüthe nicht ganz bis an die ausschliesslich von der inneren Eyhülle gebildete Mikropyle. Das äusserste Integument bleibt im Wachsthum noch hinter dem mittleren zurück; zur Blüthezeit lässt es einen Theil desselben unbedeckt; sein Verhalten ähnelt somit dem der äusseren Eyhaut von *Zea* und *Sorghum* (f. 6, 7).

Bis zum Beginn der Samenreife ist das Eychen genau eyförmig, wohl abgerundet ohne alle vorspringenden Ecken und Kanten, die erst geraume Zeit nach der Befruchtung gebildet werden — wahrscheinlich in Folge des ungleichen Widerstands welchen das Gewebe der Wände des Fruchtknotens dem anschwellenden Samen entgegensetzt.

Etwa zwei Tage vor dem Aufbrechen des Perigons erscheinen am Mikropyle-Ende des Embryosacks zwei bis drei kugelige zartwandige Zellen mit deutlichem Zellenkernen, die Keimbläschen. In der gleichartig körnig-schleimigen Inhaltsflüssigkeit des Embryosacks, dessen Chalaza-Ende genähert, liegt ein grosser freier Zellenkern mit grossem Kernkörperchen; wahrscheinlich der primäre Kern des Embryosacks (f. 9).

Die Inhaltsflüssigkeit des Embryosacks eines weiter entwickelten Eys (f. 8) ist weit durchsichtiger, fast wasserklar. Stränge körnigen Schleims führen von den Keimbläschen nach dem Grunde des Embryosacks. Um den hier liegenden grossen freien Zellenkern bildet sich gewöhnlich eine umfangreiche, das Chalaza-Ende völlig ausfüllende Zelle. Das Protoplasma ihres Inhalts ist in zahlreiche, vom centralen Kerne strahlig ausgehende vielverzweigte Stränge geordnet (f. 8, 8 [b]). Nahe über ihr findet sich jetzt bisweilen ein kleiner freier Zellenkern.

War die Bildung jener Zelle unterblieben, so löst der grosse Zellenkern des Embryosacks gegen den Zeitpunkt der Befruchtung hin sich allmälig auf. Es erscheinen dann in der Inhaltsflüssigkeit des Embryosacks zahlreiche Bläschen mit schleimiger Membran ohne festen Inhalt: die Anfänge von Zellenkernen. — Häufig sterben, beim Herannahen der Befruchtung, eines oder zwei der Keimbläschen ab und verwandeln sich in körnig-schleimige Massen; nur eines bleibt lebenskräftig (f. 10).

Der Pollenschlauch langt nach dem Verwelken des Perigons im weiten Eymunde an. Er drängt sich zwischen die Zellen der aus einer einfachen Zellschicht bestehenden Kernwarze, und erreicht so den Embryosack. Die Membran desselben bleibt unverletzt; sie wird vom halbkugeligen Ende des Pollenschlauchs seicht eingestülpt. Die Kerne eines oder zweier der Keimbläschen werden jetzt resorbirt, eines der Keimbläschen streckt sich etwas in die Länge (f. 11).

Auf dieser Stufe der Ausbildung verharrt das befruchtete Keimbläschen mehrere Tage. Embryosack, Eychen und Germen nehmen während dieser Zeit an Grösse bedeutend zu. Die den oberen Theil des Embryosacks umgebenden Zellen, mit Ausnahme derer welche die Kernwarze zusammen setzen, werden

Digitized by Google

resorbirt und vom Embryosack verdrängt (f. 12). Das Ey nimmt die bekannte Gestalt des Samens von *Asphodelus* an und erhält die vorspringenden scharfen Kanten. Der Durchmesser des kugeligen Fruchtknotens wächst um das vier- bis sechsfache.

Plötzlich und sehr rasch verwandelt sich jetzt das befruchtete Keimbläschen, durch schnell wiederholte Theilung mittelst horizontaler Scheidewände, in eine einfache Reihe von 6 bis 10 cylindrischen Zellen, den Vorkeim. Aus der, der Chalaza zugewandten Endzelle dieses Zellfadens entwickelt sich der Embryo, ebenfalls sehr schnell. Jetzt, wenn nicht früher, gehen die unbefruchtet gebliebenen Keimbläschen zu Grund.

Hatte sich im Chalaza-Ende des Embryosacks jene (f. 8 abgebildete) grosse Zelle gebildet, so dehnt sie sich, noch während der Befruchtung, auf etwa drei Viertheile des Embryosacks aus. In ihrem Innern erscheinen freie Zellenkerne; die Membran der Zelle und die ihres grossen primären Zellenkerns wird immer dünner (f. 11) und verschwindet endlich ganz. Die Zellenkerne, die sich innerhalb derselben gebildet hatten, kommen frei in die Inhaltsflüssigkeit des Embryosacks zu schwimmen, ganz wie die nach frühzeitiger Resorption des primären Kerns des Embryosacks entstandenen.

Bei nur wenigen Pflanzen lässt sich die Entstehung von Zellenkernen und Zellen im Embryosack mit solcher Klarheit ermitteln, wie bei *Asphodelus albus*. Die grosse Zahl derartiger Gebilde, die Durchsichtigkeit ihres Inhalts, und ihre Unempfindlichkeit gegen den Einfluss der atmosphärischen Luft vereinigen sich mit der grossen Menge der im Embryosack enthaltenen Flüssigkeit um die Beobachtung zu erleichtern. Es genügt, den Embryosack eines Eychens, in dem die Bildung des Embryo begann, durch einen Schnitt zu öffnen, und etwas von der, reichlich über das Messer fliessenden Inhaltsflüssigkeit desselben auf eine Glasplatte zu bringen, um eine grosse Mannigfaltigkeit der verschiedensten Entwickelungszustände vor sich zu haben. Freie Zellenkerne der verschiedensten Grössen — die mit einem oder zwei Kernkörperchen sind die häufigeren, die mit keinem oder dreien bis vieren die seltneren (T. X, f. 28) — finden sich neben jungen kugeligen Zellen mit einem, stets centralen, Kerne (f. 29) (auch hier ist die Inhaltsflüssigkeit der Zelle durch kleine Körnchen weit stärker getrübt, als die des Kerns) — neben Zellen, deren Kern offenbar in der Auflösung begriffen ist (T. X, f. 30) und endlich neben solchen Zellen, in denen sich mehrere, zwei (T. X, f. 31) bis vier Tochterkerne*) (T. X, f. 32) sich gebildet haben.

Erscheinungen wie Schleiden sie als bei der Bildung des Zellenkernes auftretend beschreibt, — die unter den Augen des Beobachters erfolgende Anhäufung körnig-schleimiger Substanz um ein als Mittelpunkt der Anziehung wirkendes Körnchen festerer Materie —, habe ich bei wochenlang fortgesetzten Untersuchungen an *Asphodelus* nicht allein, sondern auch an *Allium victorialis*, an mehreren Arten von *Lupinus*, an *Paeonia tenuifolia*, *Dictamnus Fraxinella*, *Corydalis fabacea*, *Staphylea pinnata*, *Iris sibirica*, *Erodium Gruinum* und noch mehreren anderen, deren ich im Laufe dieser Mittheilungen umständlicher erwähnen werde, stets vergeblich gesucht. Als erste Bildungsstufe der Zellenkerne fand ich überall wo es mir vergönnt war bis zu ihrer Entstehung zurück zu gehen, schleimige Bläschen mit feiner, äusseren Einflüssen wenig widerstehender Membran; in den bei weitem meisten Fällen ohne feste Bildungen (Kernkörperchen) im Innern. Ausser diesen zarten Bläschen finden sich in der Flüssigkeit des Embryosacks aller der genannten Arten während des ersten Auftretens der Zellenkerne — oft ziemlich

*) Nägeli Zeitschrift f. Botanik Heft 1, 3 u. 4.

Digitized by Google

grosse Amylumkörnchen bei einigen, *Corydalis* z. B. ausgenommen — nur unmessbar kleine, eine allgemeine leichte Trübung jener Flüssigkeit bewirkende Körnchen. Das Minimum des Durchmessers jener schleimigen Bläschen ist bei den verschiedenen Arten sehr verschieden, sinkt aber bei jeder einzelnen nie unter ein gewisses Maass (bei *Daphne Laureola* z. B. nicht unter $^1/_{600}$‴), zwischen dem, und den unmessbaren Elementarkörnchen keine Uebergangsstufen sich finden. Da, wo diese Körnchen so gross werden, dass sie einzeln deutlich zu erkennen sind — bei *Fritillaria imperialis, Zea Mays* z. B., überzeugt man sich leicht, dass sie das Licht in weit höherem Grade brechen, als jene schleimigen Bläschen, die jungen Zellenkerne.

Bei einigen Arten — *Dictamnus Fraxinella, Erodium Gruinum,* in minderem Grade auch *Asphodelus albus* — zeigt die Mehrzahl der kleinsten, also jüngsten Kerne ein scharfgezeichnetes rundliches Körperchen (Kernchen) im Innern, meist etwas exentrisch gelagert. Es ist dieses Kernkörperchen zwar bedeutend grösser als die grössten der Elementarkörnchen*, immer aber noch weit kleiner als die kleinsten kernchenlosen Zellenkerne. Gebilde ähnlicher Grösse und ähnlichen Aussehens fand ich während früherer Zustände des Embryosacks nie in dessen Flüssigkeit frei schwimmend. Bei vielen anderen, namentlich bei der grossen Mehrzahl der *Liliaceen,* enthalten die frei schwimmenden Zellenkerne mit wenigen Ausnahmen stets mehrere Kernkörperchen; durch Form und Grösse besonders auffällig bei *Allium Victorialis,* durch beträchtliche Zahl bei *Gagea silvestris, Fritillaria imperialis, Funkia coerulea.*

Die Zahl der Tochterkerne welche innerhalb der im Embryosack frei schwimmenden Zellen sich bildet, steigt bisweilen sehr hoch. Ich zählte bei *Päonia* bis 8, bei *Corydalis* bis 10.

In der Verneinung der Angaben Schleidens stimmen die Ergebnisse meiner Beobachtungen mit denen Nägeli's** überein. Eine Meinungsverschiedenheit findet zwischen Nägeli und mir nur in Bezug auf die Deutung der schleimigen Bläschen statt; Nägeli hält sie für freie Kernkörperchen; ich halte sie für junge Zellenkerne. Im Obigen habe ich dargelegt, welche Gründe mich bestimmen, auch in allen diesen Fällen die Kernkörperchen für später als die Kerne entstandene und für diesen nicht wesentliche Bildungen zu halten. — Für die von Schleiden aufgestellte Theorie der Bildung der Zellenkerne sprechen die im Embryosacke der Phanerogamen zu beobachtenden Erscheinungen eben so wenig, als die in anderen Theilen der Pflanze auftretenden.

FUNKIA COERULEA.

(Tafel VII.)

Das Eychen der *Funkia coerulea* ist nach dem den Liliaceen gemeinsamen Typus gebaut; es ist anatrop; das innere der beiden Integumente besteht aus nur zwei, soweit es das Endostom bildet aus drei Zellenlagen, das äussere Integument ist stärker entwickelt. Das langvorgezogene Endostom bildet ausschliesslich den Eymund. Eine Eigenthümlichkeit der Gattung *Funkia,* die sie auch mit *Agapanthus* theilt, besteht darin, dass ein Theil der Zellen der Chalaza und des benachbarten Stückes des Funiculus, in Folge starker Längsdehnung zu einem flügelförmigen Anhängsel des Eychens sich umbildet (f. 2).

---

*) Kölliker; Nägeli's Zeitschrift für Botanik, Heft 2.
**) Dieselbe Zeitschrift, Heft 3 u. 4.

Digitized by Google

Bevor die Eyhäute den Nucleus völlig überziehen, liegt der längliche Embryosack inmitten des Eykerns, durch zwei Schichten von Zellen umhüllt und bedeckt (f. 1). In seiner gleichartig körnig-schleimigen Inhaltsflüssigkeit schwimmt ein verhältnissmässig grosser, kugeliger centraler Kern, mit meist mehreren Kernkörperchen. Nur durch seine Grösse unterscheidet sich der Embryosack von den ihn umgebenden Zellen. — Bei weiterer Ausbildung des Eys verdrängt sein oberer Theil eine jener Zellschichten, so dass, wie bei den meisten der Liliaceen und den ihnen verwandten Familien, nur eine einfache Lage von Zellen die Kernwarze bildet. — Unähnlich den Orchideen, bei denen die Zellenbildung in dem zum Nucleus werdenden Theile des Eychens gleichzeitig mit dem Hervorsprossen der Integumente abschliesst, findet bei *Funkia,* wie auch bei *Canna* und wahrscheinlich der Mehrzahl der Eychen zusammen gesetzteren Baues, noch während der Bildung der Eyhäute Vermehrung der Zellen des Eykerns in allen drei Richtungen statt. Namentlich scheint es ganz allgemeine Regel, dass die unteren Zellen des Nucleus durch eine dessen Peripherie parallele Scheidewand in zwei, in Richtung des Radius neben einander geordnete Zellen sich theilen*.

Hat das Eychen die Stufe der Ausbildung erreicht in der fig. 2 es darstellt, haben die Eyhäute den Eykern völlig überzogen, hat der Embryosack die eine der beiden seinem Scheitel übergelagerten Zellschichten verdrängt, so erscheinen in der Schleimschicht, welche jetzt seine Innenwand auskleidet — die Mitte seines Raumes wird von mehr wässeriger Flüssigkeit eingenommen — in der Nähe des Mikropyle-Endes mehrere freie Zellenkerne; bei ihrem ersten Auftreten kugelige Bläschen mit schleimiger Membran, ohne feste Gebilde im Innern (f. 3). In der Nähe des Chalaza-Endes findet sich stets ein ziemlich grosser freier Zellenkern — vermuthlich der primäre des Embryosacks; ausser ihm öfters noch einige kleinere.

Um die Zellenkerne am Mikropyle-Ende, bisweilen nur um zwei oder einen derselben, (die übrigen sterben ab), bilden sich eyförmige Zellen, die mit ihren Scheiteln die Wölbung des Embryosacks berühren: die Keimbläschen (f. 4, 5, 7—10). Der grössere Kern nahe dem Chalaza-Ende bleibt frei, und wird zum Mittelpunkt eines oft vielverzweigten Systems von Strängen körnigen Schleims (f. 4—7). Hatten sich im Chalaza-Ende noch ausserdem kleinere Zellenkerne gebildet, so entstehen, gleichzeitig mit der Bildung der Keimbläschen, auch um diese Zellen sehr gestreckter Form, die dem meist stark verjüngten unterem Ende des Embryosacks eingezwängt erscheinen (f. 4, 7, 11). Das Auftreten der freien Kerne an beiden Enden des Embryosacks erfolgt etwa zwei Tage, die Bildung der Zellen, welche diese Kerne umschliessen, beiläufig 24 Stunden vor dem Aufblühen.

Zur Zeit da das Perigon sich öffnet, pflegt sich auch um den bis dahin freien Zellenkern in der unteren Hälfte des Embryosacks, den Mittelpunkt der strahligen Schleimstränge, eine gestreckte Zelle zu bilden, ähnlich wie bei *Asphodelus.* Der Kern, — wie schon oben bemerkt, aller Wahrscheinlichkeit nach der primäre des Embryosacks — im Anfange deutlich als central zu erkennen (f. 9) wird bald resorbirt, an seiner Stelle erscheinen, bald zwei kugelige bläschenartige Gebilde mit durchsichtigerer Inhaltsflüssigkeit (Tochterkerne), die sich durch gegenseitigen Druck abplatten, jedes ein kugeliges Bläschen (Kernkörperchen) mit dichtem Schleime gefüllt enthalten, und von körnigem Schleime umgeben sind (f. 8); bald mehrere, regelmässig sphärische, von zarten Membranen umgebene Anhäufungen körnigen Schleims mit dichteren, das Licht stärker brechenden Körperchen im In-

*) Vergleiche die Figur 1 mit der Figur 4 der Tafeln IV und VII.

Digitized by Google

nern (f. 10.). Ich glaube nicht zu irren, wenn ich auch die letzteren Bildungen als Tochterkerne deute. Durch den Eintritt dieser Erscheinungen wird die strahlige Anordnung von der Aussenfläche des Kerns (später der um denselben entstandenen Zelle) ausgehender Schleimstränge nicht gestört (f. 8); einige Zeit darauf erst, beim Herannahen der Befruchtung, verschwinden die „Saftströmchen"*.

Es steht der eben beschriebenene Vorgang, die Bildung einer zweiten Zelle um denselben Kern, welcher früher schon einmal der Mittelpunkt einer Ansammlung von Protoplasma war, und so zur Entstehung schon einer Zelle Veranlassung gab, nicht vereinzelt. Eine sehr ähnliche Erscheinung fand ich in den jungen zartwandigen Endospermzellen von *Ornithogalum sulfureum*. Jede derselben enthält einen centralen Kern, der bis zum Zusammenschliessen der losen Endospermzellen zu festem Parenchym nichts Auffallendes zeigt; wenig später aber plötzlich von einer viel grösseren kugeligen Membran umgeben erscheint (T. XIV, f. 17. 18). Es kann dieses ganze Gebilde nichts anderes sein, als eine um den centralen primären Kern der Endospermzelle entstandene, im Zellraume, der ausser ihr noch zahlreiche kleine schleimige Bläschen enthält, freiliegende Tochterzelle. Sie ähnelt vollkommen den jungen kugelrunden Zellen, wie sie während früherer Zustände des Samens so zahlreich in der Flüssigkeit des Embryosacks frei schwimmen (f. 15. 16).

Eine zweite, mit dieser in Verbindung stehende, noch auffälligere Erscheinung ist folgende, in den gestreckten, der Mitte des Eyweisskörpers naheliegenden jungen Endospermzellen derselben Pflanze vorkommende: Im Mittelpunkte der Zelle liegt ein eyförmiges zellenähnliches Gebilde; durch eine zarte, nicht ganz zur Innenseite seiner Membran reichende Scheidewand (f. 19) oder eine plattenförmige Anhäufung von Schleimkörnchen (f. 18) wird es in zwei Hälften getheilt. In jeder dieser Hälften liegt ein kugeliges, mit körnigem Schleime gefülltes Bläschen, von einem Zellenkerne in Nichts verschieden. Von der Aussenfläche des Organs gehen bisweilen, ähnlich wie von der eines Zellenkerns, durch den Zellraum streichende Stränge körnigen Schleimes aus (f. 19). — Ohne Zweifel ist diese Erscheinung nur eine weitere Veränderung der oben beschriebenen: die Bildung zweier Tochterkerne im Innern der im Zellraume frei schwimmenden Tochterzelle, und die beginnende Theilung derselben durch eine zwischen den beiden neuentstandenen Zellenkernen auftretende Scheidewand. Die Aehnlichkeit ihres Verhältnisses zur Mutterzelle mit demjenigen der Zelle, welche bei *Funkia coerulea* um den grossen freien Zellenkern im Centrum der strahligen Schleimfäden sich bildet zum Embryosack, liegt auf der Hand.

Sehr bald nachdem die Pollenkörner auf die Narbe gelangten, entwickeln sich aus ihnen die Pollenschläuche. Die glasartige Membran derselben ist sehr dick, besonders am halbkugeligen Ende; das Lumen nur gering (T. VII, f. 17). Erst nach dem völligen Verwelken des Perigons durchläuft der Pollenschlauch das nicht besonders enge Endostom und erreicht die Kernwarze. Er drängt sich zwischen deren Zellen hindurch, und stülpt die Membran des Embryosacks am Mikropyle-Ende sehr wenig ein (f. 12—16, 18—20). Eines der Keimbläschen dehnt sich darauf ein wenig in die Länge; sein Zellenkern wird verflüssigt (f. 16. 18). Jetzt entstehen im Innern des befruchteten Keimbläschens zwei neue Kerne, ohne Ausnahme mit mehreren Kernkörperchen. Zwischen beiden zeigt sich plötzlich eine horizontale

*) Ich will die Uebereinstimmung der strahligen Anordnung des Protoplasma des Embryosacks mit den in den Zellen der Staubfädenhaare von *Tradescantia* z. B. vorkommenden Strömungserscheinungen nicht in Abrede stellen; bemerke jedoch, dass ich in keinem der vielen Fälle, wo verzweigte Stränge körnigen Schleims im Embryosacke auftreten, Bewegungserscheinungen an denselben wahrnahm. Zieht man in Betracht, wie störend das Wasser des Objectträgers auf die, durch den Schnitt äusseren Einflüssen fast unmittelbar preisgegebenen Organe nothwendig wirken muss, so wird dieses negative Resultat nicht befremden.

Digitized by Google

Scheidewand, die Berührungsfläche zweier im Keimbläschen neu entstandener Zellen, der ersten des Vorkeims (f. 19 bis 23). Von ihren Kernen gehen Strömungsfäden körnigen Schleimes aus; einmal beobachtete ich, dass die Kerne beider Zellen, an den Innenwänden langsam hingleitend, eine rotirende, Bewegung in einander entgegengesetzter Richtung begannen*. Gewöhnlich ist die obere der beiden ersten Zellen des Vorkeims die Grössere.

Dem ersten der Keimbläschen folgt in dieser Entwickelung sehr bald eines oder sämmtliche der Uebrigen. Hierauf, auf der Umbildung mehrerer Keimbläschen zu Vorkeimen und später zu Embryonen beruht die Polyembryonie der *Funkia coerulea*.

Der zweizellige Vorkeim ändert sich durch wiederholte Theilung seiner Endzelle mittelst schief gestellter Scheidewände (f. 26. 27), in einen länglich-eyförmigen Zellenkörper, eine Doppelreihe von Zellen um (f. 28. 29). Hat dieser einen gewissen Grad der Ausbildung erreicht, so bilden sich in der Mehrzahl seiner einzelnen Zellen je zwei in einer Horizontalebene neben einander liegende Tochterzellen; durch mehrmalige Wiederholung dieses Vorgangs, und durch die gleichzeitig sehr rasch und oft wiederholte Theilung der der Chalaza zugewandten Endzelle wird der Vorkeim zu einer keuligen Zellgewebsmasse (f. 30). Damit ist der erste Grund zum Embryo gelegt; die aus der Theilung der Endzelle eines gewissen Grades des Vorkeims hervorgehenden Zellen sind die ersten des Embryo. Des wievielten Grades, das lässt sich in bestimmter Zahl nicht ausdrücken; der zum Embryoträger gewordene Vorkeim zeigt in Richtung der Längsachse bisweilen nur vier, bisweilen zehn Zellen.

An jüngeren Embryonen, selbst noch beim ersten Hervorsprossen des Cotyledon, lässt sich kein Unterschied zwischen dem Gewebe des Wurzelendes des Embryo und dem angränzenden Parenchym des Embryoträgers wahrnehmen; sie gehen allmälig in einander über. Viel später erst tritt eine scharfe Sonderung beider hervor: die Zellen der Radicula vermehren sich stärker und werden somit kleiner, sie füllen sich weit dichter mit assimilirten Stoffen als die angränzenden, durchsichtigeren und weit grösser bleibenden Zellen des Vorkeims. An den Embryonen frischer reifer Samen erscheint der Vorkeim (der Embryoträger) als kurze cylindrische Zellenmasse, falls er nicht, wie häufig geschieht, durch den Druck, welchen mehrere im engen Raume sich entwickelnden Embryonen auf einander ausüben, bis zum Unkenntlichen zerquetscht wird.

Oft schlagen noch nach erfolgter Befruchtung Eychen fehl, in deren Endostom bereits ein Pollenschlauch eingedrungen war, und die, mit unbefruchteten Eyern verglichen, an Grösse beträchtlich zugenommen hatten. Wahrscheinlich ist ihr Absterben Folge der Pressung, welche die vier bis sechs in jedem Fache des Fruchtknotens besonders rasch und stark sich entwickelnden Eychen auf die übrigen nothwendig äussern müssen.

Auf einer gewissen Stufe der Entwickelung des Embryos zeigt sich, sehr wenig unterhalb seines halbkugeligen Endes (der Terminalknospe) ein halbkugeliges Wärzchen von Zellgewebe, die erste Andeutung des Cotyledon (f. 31[a. b]). Die weitere Entwickelnng desselben erfolgt sehr rasch, so dass er in kurzer Zeit die Terminalknospe überragt und zur Seite drängt; der junge Cotyledon erhält dadurch das Aussehen des Endes der Achse; die Terminalknospe das eines seitlichen Auswuchses derselben (so bei dem grössten den Embryonen der fig. 31). Während der Cotyledon nun stark in die Länge wächst,

*) Vergleiche die Figuren 23 und 23[b] mit der Erklärung.

Digitized by Google

auch die Terminalknospe, wiewohl in nur geringem Maasse und die Form einer Halbkugel beibehaltend an Masse zunimmt, überziehen die Ränder des unteren Theiles des Keimblattes der Endknospe nach und nach, über der sie nur einen engen Spalt offen lassen (f. 33. 33^b). Oft verwachsen sie bis auf einen ganz engen Kanal (f. 34) ja bisweilen gänzlich (f. 32).

In der Regel erreichen nur zwei bis drei Embryonen diesen Grad der Ausbildung. Die übrigen erscheinen auch im ganz reifen Samen als eyförmige Zellenmassen; sie sind auf dem Standpunkte der kleineren Embryonen der fig. 31 stehen geblieben.

Gleichzeitig mit dem Antreten des Pollenschlauchs an den Embryosack zeigen sich in der Inhaltsflüssigkeit des letzteren zahlreiche sehr kleine Schleimbläschen mit körnig-trübem Inhalte: die ersten Anfänge der frei im Embryosack entstehenden Kerne der Endospermzellen (f. 14). Wie diese Kerne zur Zeit ihrer vollen Ausbildung (f. 15) durch die zahlreichen Schleimkörnchen ihres Inhalts von den Kernen der Keimbläschen, deren Inhalt fast wasserklar ist, sich unterscheiden, so auch gleich bei ihrem Entstehen.

Bildet sich nur ein Embryo, so bleiben die Zellen der Kernwarze geraume Zeit lebenskräftig; ihre Wände verdicken sich stark, das Protoplasma ihres Inhalts wird sehr dickschleimig: die Umrisse des Zellenkerns treten mit besonderer Schärfe hervor (f. 24. 24^b). — Bei Entwickelung mehrerer Embryonen verdrängen dieselben, durch den Druck den sie bei Zunahme ihrer Masse sowohl auf einander als auf die angränzenden Gewebe ausüben, jene Zellen sehr bald. — Das tiefer gelegene Parenchym des Nucleus, mit Ausnahme des unmittelbar an die Chalaza gränzenden Theils, wird stets sehr zeitig verflüssigt und vom Embryosack verdrängt. Nur wenig später als die Bildung des Embryokügelchens beginnt, etwa zu der Zeit da der weitest entwickelte Vorkeim sammt Embryokügelchen den Anblick bietet wie fig. 30, ist der Embryosack mit zwar zartwandigen, aber schon dicht an einander geschlossenen Endospermzellen, die von den Kernen ausgehende Saftströmung zeigen, bereits gänzlich gefüllt. Durch ihre weitere Entwickelung verdrängen die Embryonen dieses Zellgewebe wieder zum Theil. Es hat *Funkia coerulea* diese Erscheinungen im Wesentlichen mit allen Liliaceen und Irideen gemein. —

Eines ist auffällig: bei sehr zahlreichen Untersuchungen fand ich nur ein einziges Mal mehr als drei Keimbläschen in einem eben befruchteten Keimbläschen vier, von denen eines bereits zwei Zellen in seinem Innern gebildet hatte (f. 25); — ziemlich die Hälfte der reifen Samen enthält dagegen mehr als drei, wenn auch zum Theil nur rudimentäre Embryonen. Ich glaube, diese Erscheinung befriedigend daraus erklären zu können, dass die grosse Mehrzahl der Eychen vor, während oder nach der Befruchtung fehlschlägt. Namentlich lege ich darauf Gewicht, dass von den befruchteten Eyern einige — stets solche, die zahlreiche Embryonen enthalten — durch schnellere und stärkere Entwickelung die übrigen desselben Faches verkrüppeln oder absterben machen. Mit Grund lässt sich annehmen, dass diese so kräftig sich entwickelnden Eychen auch im unbefruchteten Zustande eine höhere Lebensthätigkeit besassen und mehr als drei Keimbläschen enthielten. Da sie aber bei den mir zu Gebote stehenden Pflanzen kaum $^1/_{300}$ sämmtliches Eychen betrugen*, so wundert es mich eben nicht, dass bei etwa 100 Untersuchungen unbefruchter und in der Befruchtung begriffener Eychen — die von aussen alle einander gleich aussehen — nur ein derartiger Fall mir zu Gesichte kam.

*) Nicht allein schlugen $^{29}/_{30}$ sämmtlicher Fruchtknoten ganz und gar fehl, sondern auch in jedem der reifenden kamen nur sechszehn bis zwanzig Eychen zur Entwickelung.

Digitized by Google

HYACINTHUS ORIENTALIS.

(Taf. VI, Fig. 1—5; Taf. XIV, Fig. 10—14).

Durch beträchtliche Dicke des untern Theiles des Funiculus, und durch die abgeplattet kugelige Form des Eykerns ist das Eychen von *Hyacinthus* vor dem anderer Liliaceen ausgezeichnet. Inmitten des Nucleus verläuft ein, an der Kernwarze sehr dicker, nach der Chalaza hin sich verjüngender Strang langgestreckter zartwandiger Zellen (T. XIV, f. 12); das in Form eines Kranzes ihn umgebende übrige Parenchym des Eykerns besteht aus kleineren, dickwandigeren Zellen, bei denen keine der drei Dimensionen des Raumes merklich überwiegt. — Eine, dem Knospengrunde naheliegende, Zelle des centralen Stranges zeichnet sich frühe schon durch ihre Grösse vor den übrigen aus; am Mikropyle-Ende kolbig, verengert sie sich nach der Chalaza zu. Von ihrem centralen Kerne gehen Stränge körnigen Schleimes aus (T. XIV, f. 12).

Diese Zelle ist der junge Embryosack. Das über ihr liegende Zellgewebe wird verflüssigt, und sie wächst, unter fortwährender Zunahme ihres Querdurchmessers, der Kernwarze so nahe, dass nur eine einfache Zellschicht den Embryosack bedeckt. Die Wände dieser Zellen, besonders so weit sie dem Embryosack angränzen, verdicken sich nicht unbedeutend (T. VI, f. 2. 3).

Der Zellenkern des Embryosacks hat inzwischen an Grösse beträchtlich zugenommen; seine Kernkörperchen ebenfalls. Am Chalaza-Ende sind einige — meist drei, seltner nur eine — grosse Zellen mit grossem Kern entstanden, am Mikropyle-Ende zwei bis drei, nahezu kugelige, kleinere Zellen. Letztere sind die Keimbläschen. Eine dünne Schicht körnigen Schleimes bedeckt die Innenwand des Embryosacks; dicke Stränge desselben Schleims führen vom centralen freien Kern des Embryosacks zu den Keimbläschen und zu den grossen, dem Chalaza-Ende eingezwängten Zellen. Eine ähnliche Anordnung des Protoplasma findet sich nicht selten sowohl in diesen Zellen (T. VI, f. 3) als auch in den Keimbläschen (T. VI, f. 2). — Die eben beschriebene Stufe der Ausbildung erreicht das Eychen ungefähr zwei Tage vor dem Oeffnen des Perigons. Häufig sterben noch vor der Befruchtung eines oder zwei der Keimbläschen ab; ihr Inhalt wird grumös, ihre Membran verschrumpft (T. VI, f. 2).

Der Griffel von *Hyacinthus* — dem von *Yucca* ganz ähnlich gebaut, — gestattet die besonders leichte Beobachtung des Hinabsteigens der Pollenschläuche; sie verlaufen als dicker Strang im centralen Griffelkanal. Bei der Durchsichtigkeit der äusseren Haut des Pollens von *Hyacinthus* lässt sich wahrnehmen, dass das Ende der inneren Membran der Pollenzelle, wenn der Pollenschlauch eine gewisse Länge erreicht hat, als konische Spitze nur lose noch in der Exine steckt (T. XIV, f. 11).

Die Pollenschläuche erreichen den Eymund noch während der Frische des Perigons. Oft dringen mehrere, bis acht, in das Endostom. Durch die Zellen der Kernwarze sich drängend und die Membran des Embryosacks leicht einstülpend (T. VI, f. 4. 5) bewirkt ein Pollenschlauch die Befruchtung. Eins der Keimbläschen dehnt sich in die Länge und theilt sich, nach Verflüssigung seines primären Kerns und Entstehung zweier neuer, in zwei senkrecht übereinander geordnete Tochterzellen. Durch wiederholte Theilung seiner dem Knospengrunde zugewandten Endzelle in verschiedenen Richtungen wandelt sich der so entstandene Vorkeim in einen keulenförmigen, zelligen Körper um, aus dessen unterem Ende der Embryo hervorgeht (T. XIV, f. 13). Noch im beinahe reifen Samen ist am Wurzelende

Digitized by Google

des Embryo der Vorkeim als Embryoträger deutlich zu erkennen (T. XIV, f. 14). Die drei grossen Zellen im Chalaza-Ende des Embryosacks erhalten sich noch einige Zeit nach der Befruchtung, an Grösse stetig zunehmend (T. VI, f. 4ᵇ). Später werden ihre Membranen resorbirt, ihr Inhalt vermischt sich mit der Inhaltsflüssigkeit des Embryosacks, in der die Bildung der freien Zellenkerne und Zellen des Endosperms schon früher begann. Wie bei den meisten Liliaceen, Irideen und Narcissineen erfolgt die Bildung des Endosperms in der Weise, dass der Innenwand des Embryosacks die in dessen Inhaltsflüssigkeit freischwimmend entstandenen Zellen sich schichtenweise anlagern.

HEMEROCALLIS FLAVA und FULVA.

(Taf. VI, Fig. 14—18).

Der Bau des Eychens von *Hemerocallis* unterscheidet sich auffallend von dem der Ovula anderer Liliaceen. Die äussere Eyhülle zwar weicht in Form und Structur von der von *Lilium* z. B. nicht wesentlich ab; die innere dagegen entspringt, ähnlich wie bei *Ricinus*, weit höher am Eykern (f. 14); sie besteht aus drei Zellenschichten, von denen die äusserste stark horizontal gestreckte Zellen mit etwas verdickter Wandung zeigt (f. 16). Von gleicher Beschaffenheit sind die Epithelialzellen des Eykerns unterhalb der Stelle, an welcher Eykern und innere Eyhülle verschmelzen.

Der Embryosack nimmt die Spitze des Nucleus ein; seine Membran berührt an ihrem oberen Theile unmittelbar die Innenwand des inneren Integuments. Namentlich bei *H. flava* liegt sie ihr so fest an, zugleich ist der Mikropylekanal so eng, die Trennungslinie zwischen Eykern und innerer Eyhülle so undeutlich, dass man auf den ersten Blick ein Eychen mit nur einem Integument, grossem aus dem Eymunde hervorragenden Nucleus und tief im Innern des Letzteren liegendem Embryosacke vor sich zu haben glaubt (f. 16). Bei *H. fulva* ist das wahre Verhältniss augenfälliger (f. 18).

Sechsunddreissig bis achtundvierzig Stunden vor dem Aufbrechen des Perigons und dem Aufspringen der Antheren finden sich am Mikropyle-Ende des Embryosacks (von *H. flava; H. fulva* pflegt bei uns steril zu bleiben) die Keimbläschen: wie gewöhnlich etwas gestreckte Zellen, deren Form durch gegenseitigen Druck bedingt wird, mit zarter Membran, körnig-schleimiger Inhaltsflüssigkeit und deutlichem Zellenkern mit grossem Kernkörperchen (f. 15ᵇ). Die ganze untere Hälfte des Embryosacks wird von einer sehr grossen Zelle mit grossem Zellenkern ausgefüllt. Gegen das Ende der Blüthezeit hin zerfliessen die Keimbläschen bis auf eines zu bräunlichen Massen körnigen Schleimes.

Das befruchtete Keimbläschen verwandelt sich in einen, aus einer einfachen Reihe von fünf Zellen bestehenden Vorkeim; aus der Endzelle desselben geht der Embryo hervor (f. 16).

Zur Zeit, da das Embryokügelchen aus vier Zellen besteht, ist die ganze Substanz des Eykerns mit Ausnahme einer kleinen Zellgewebsmasse nahe der Chalaza, und der verhärteten Epithelialschicht, ferner auch die weicheren beiden inneren Zellenlagen des innern Integuments verflüssigt worden, so dass der sehr vergrösserte Embryosack nur noch von der noch dickwandiger gewordenen äussersten Zellschicht jener beiden Organe umgeben wird (f. 17). Von da ab beginnt er sich mit Endosperm zu füllen.

Digitized by Google

FRITILLARIA IMPERIALIS.

(Taf. VIII).

Vierzehn Tage vor dem Aufbrechen des Perigons ist der Nucleus des Eys vom innern Integument, einer Doppellage von Zellen, zur Hälfte überzogen. Das äussere Integument, welches später sich sehr massig entwickelt, ist jetzt als schwache Anschwellung am Grunde der inneren Eyhaut nur angedeutet. — Eine einfache Schicht tafelförmiger Zellen bildet den Scheitel des Eykerns. Unter ihr liegt eine grosse rundliche Zelle, der Embryosack. Er reicht mit seinem stumpf kegelförmigen Ende bis über die Mitte des Nucleus hinab; in seiner, von zahlreichen Körnchen getrübten Inhaltsflüssigkeit schwimmt ein centraler kugeliger Zellenkern; mit ziemlich wasserhellem flüssigen Inhalt, und keinem, oder mehreren sehr kleinen Kernkörperchen (f. 1).

Sechs bis acht Tage später hat das innere Integument den Eykern, der sich während dieser Zeit bedeutend in die Länge streckte, vollständig überzogen. Der Theil der Eyhaut, welcher den Nucleus überragt und das Endostom bildet, besteht aus einer dreifachen Zellschicht. Durch starke Dehnung der inneren beiden Zellenlagen in Richtung der Horizontale verengert sich der Eymund auf ein sehr geringes Lumen. Das äussere Integument nimmt an der Bildung des Eymunds keinen Theil (f. 2).

Die Form des Embryosacks ist jetzt keulig, seine Inhaltsflüssigkeit ziemlich zähe-schleimig. Am Mikropyle- und Chalaza-Ende ist besonders dickflüssiges körniges Protoplasma angehäuft. In jeder dieser Ansammlungen von Bildungsstoff zeigt sich bald eine unbestimmte Zahl von Zellenkernen (am Mikropyle-Ende zwei bis vier, am Chalaza-Ende drei bis fünf). Bei ihrem ersten Auftreten erscheinen sie als zarte Bläschen ohne festen Inhalt (f. 3. 4); bald aber bilden sich in ihnen Kernkörperchen, in der Regel mehrere, zwei bis fünf, die eine ungewöhnliche Grösse erreichen und aufs Deutlichste als von einer kugeligen Membran umschlossene Ansammlungen dicklichen Schleims zu erkennen sind. — Die am Chalaza-Ende auftretenden Zellenkerne erscheinen, wegen der Undurchsichtigkeit des sie umhüllenden körnigen Schleimes, häufig nur als (bei durchfallendem Lichte) hellere Stellen in der sie umgebenden dunkleren Masse (f. 4. 6. 7).

Nur zwei, höchstens drei der in der Nähe des Mikropyle-Endes des Embryosacks entstandenen Zellenkerne nehmen eine solche Lage an, dass sie den Scheitel der Wölbung des Embryosacks berühren; der eine oder die beiden übrigen rücken mehr nach der Mitte des Embryosacks zu (f. 4). Nur um die ersteren, dem Mikropyle-Ende ganz nahen Zellenkerne bilden sich Zellen: die Keimbläschen, und zwar in der Art, dass um jeden jener Kerne ein Theil des im Embryosack vertheilten Protoplasma zu einer rundlichen Masse sich ballt (f. 6) deren Oberfläche dann eine Membran ausscheidet (f. 7).

Die Keimbläschen haben bei ihrem Entstehen, beiläufig 36 Stunden vor dem Aufblühen, die Form langgezogener — manchmal wohl auch die abgeplatteter — elliptischer Sphäroïde; die Richtung ihrer grösseren Achse ist dem angränzenden Theile der Membran des Embryosacks parallel (f. 7). Bald aber dehnen sie sich beträchtlich in die Länge, sie nehmen eine birnförmige (f. 9) bisweilen auch durch gegenseitigen Druck modificirte Gestalt an (f. 8), und reichen bis zu etwa einem Fünftel des Embryosacks in diesen herab. Fast ausnahmslos findet sich in der Nähe des untern Endes eines der Keimbläschen der vierte, beziehungsweise der dritte der im Mikropyle-Ende des Embryosacks entstandenen

Digitized by Google

Zellenkerne, um welchen kein Keimbläschen sich bildete. Er zeichnet sich durch die Durchsichtigkeit seiner Inhaltsflüssigkeit aus. Gewöhnlich ist er kugelförmig, seltner elliptisch. Die Zahl seiner Kernkörperchen beträgt nie mehr als zwei, gewöhnlich enthält er nur eines (f. 7—9).

Der primäre Kern des Embryosacks hat während der Entstehung der Keimbläschen an Grösse sehr beträchtlich zugenommen; sein Volumen erreicht bisweilen ein Drittel von dem des Embryosacks. Seine sehr zart gewordene Membran schmiegt sich den ihr benachbarten Zellenkernen und Zellen genau an; seine Gestalt wird dadurch sehr unregelmässig (f. 7. 8). Seine Inhaltsflüssigkeit ist weit durchsichtiger, als die zähe schleimige des Embryosacks; er erscheint deshalb auf den ersten Blick, bei der Dünne seiner Membran, als lichte Höhlung in jener dickflüssigen Masse. Seine Kernkörperchen werden in der Regel sehr frühe schon resorbirt (f. 3. 4. 6); selten erhalten sie sich, an Grösse bedeutend, bis zu $^1/_{200}$''' im Durchmesser zunehmend bis nach Bildung der Keimbläschen; ihr Inhalt wird dabei ziemlich dünnflüssig (f. 7. 9). Endlich erfolgt, gewöhnlich kurz nach dem Verstäuben des Pollens, die Verflüssigung der Membran des grossgewachsenen Zellenkerns; seine Inhaltsflüssigkeit vermengt sich mit der des Embryosacks. Nur in seltneren Fällen verschwindet er viel früher (f. 5).

Nach dem Oeffnen des Perigons bilden sich auch um einen oder mehrere der im Chalaza-Ende des Embryosacks entstandenen Kerne im zähen Schleime frei liegende Zellen (f. 9).

Gleichzeitig mit dem Verwelken des Perigons erreicht der Pollenschlauch den Eymund. Gewöhnlich ist jetzt nur noch eines der Keimbläschen vorhanden; die Membranen der übrigen haben sich verflüssigt, ihr Inhalt mit dem des Embryosacks sich vermischt. Die Inhaltsflüssigkeit des noch lebensthätigen einen Keimbläschens zeigt bisweilen die — Zellen die zu einem lebhaften Zellenvermehrungsprocess bestimmt sind oft zukommende — Erscheinung einer Sonderung in kugelige Tropfen, die mit einer, wie es scheint aus den eyweissartigen Stoffen des Zelleninhalts gebildeten Membran bekleidet sind. Diese bläschenartigen Gebilde bleiben ziemlich lange unverändert, wenn sie aus dem, in Folge von Wassereinsaugung platzenden, Keimbläschen austreten (f. 14a-b).

Durch die Zellen der Kernwarze sich hindurch drängend erreicht der Pollenschlauch den Embryosack. Die Membran desselben ist jetzt so dünn und von so geringer Festigkeit fast gallertartig, dass der Pollenschlauch in so gut als unmittelbare Berührung mit dem noch vorhandenen Keimbläschen tritt. — Nicht anders als durch endosmotischen Austausch eines Theiles der Inhaltsflüssigkeit des unverletzt bleibenden Pollenschlauchs mit einem Theile der Inhaltsflüssigkeit des unverletzt bleibenden Keimbläschens kann die Befruchtung vor sich gehen. Das Volumen des befruchteten Keimbläschens vergrössert sich rasch; sein Kern wird resorbirt. Das Protoplasma, bis dahin im Inhalte ziemlich gleichmässig vertheilt, sammelt sich vorzugsweise in dem der Chalaza zugewandten Ende. In dieser Anhäufung körnigen Schleims entsteht ein sehr plattgedrückt ellipsoidischer Zellenkern (f. 11. 12); bisweilen auch ein zweiter grösserer, kugeliger im oberen Theile des Keimbläschens. Nach bedeutender Dehnung des abgeplattet elliptischen Kerns in Richtung seiner kleineren Achse bildet sich um ihn eine Zelle, die nach unten der Wand des Keimbläschens dicht und fest anliegend, nach oben in dasselbe gewölbt hineinragt (f. 13). Die Form dieser Zelle ist bei ihrer Entstehung ebenfalls die abgeplattet-ellipsoidische; bald aber dehnt sich ihre Membran, besonders so weit sie mit der des Keimbläschens verwachsen ist, so beträchtlich, dass die neu entstandene Zelle an Grösse dem übrigen Raume des Keimbläschens nahezu gleich kommt; die beide Zellräume trennende Membran erscheint nun straff horizontal gespannt. Jetzt, wenn nicht schon früher, bildet sich in der oberen Hälfte des Keimbläschens ein kuge-

Digitized by Google

liger Zellenkern, durch seinen von zahlreichen Körnchen sehr getrübten Inhalt vom primären Kerne des Keimbläschens auffallend verschieden.

Zunächst in der unteren Zelle, später auch in dem oberen zellenartigen Raume des Vorkeims bilden sich je zwei Tochterzellen, durch deren mehrmals wiederholte Theilung der Vorkeim in einen massigen Zellenkörper sich umwandelt (f. 17). Aus der fortgesetzten Theilung der Endzelle desselben mittelst geneigter Scheidewände geht ein kurzer, unten zugerundeter, im Querschnitt aus je zwei Zellen bestehender Cylinder hervor, der Anfang des Embryo.

Die jetzt meist noch vorhandenen Reste des Pollenschlauchs, der Vorkeim und die Zellen der Kernwarze hängen so fest zusammen, dass es mir nicht möglich war, ohne sie zu zerreissen sie zu trennen, und den Vorkeim frei zu präpariren. Wahrscheinlich ist es die gallertartig gewordene Membran des Embryosacks, welche das Bindemittel der drei Organe so verschiedenen Ursprungs abgiebt (f. 18). Die Darstellungen *Meyens** zeigen eben auch die eintretende Verwachsung des Pollenschlauch-Endes mit dem oberen Ende des Vorkeims. Fig. 1 jener Tafel ist offenbar nach einem sehr dicken, und vermuthlich gequetschten Schnitt gezeichnet; der Pollenschlauch ist verschoben, das Keimbläschen zerstört. Dass *Meyens* Anschauung keine besonders klare war geht auch daraus hervor, dass er *Fritillaria* ausdrücklich den Embryosack abspricht. Ich möchte behaupten dass *Fritillaria* eine zur Darlegung der Unhaltbarkeit der *Schleiden*'schen Befruchtungstheorie gerade besonders geeignete Pflanze sei.

Durch Theilung der Zellen des cylindrischen Rudiments des Embryo in Richtung der Horizontale entsteht das Embryokügelchen (f. 20). Die weitere Entwickelung desselben zum Embryo ist dadurch merkwürdig, dass die Terminalknospe bis zur Samenreife ganz unentwickelt bleibt: sie besteht aus einer kleinen Gruppe durch nichts ausgezeichneter Zellen, die von den Rändern des sehr stark sich entwickelnden Cotyledon bis auf eine enge Spalte überzogen werden. Der reife Embryo zeigt in der Nähe seines Wurzelendes diesen länglichen Spalt (f. 22); die wenigen Zellen in dessen Grunde (f. 22*) sind es, welche beim Keimen sich zur Knospe entwickeln.

Vom Zeitpunkte der Befruchtung an nimmt die Zahl der Zellenkerne und Zellen in der unteren Hälfte des Embryosacks rasch zu. Ihre Vermehrung hält mit der Vergrösserung des Embryosacks Schritt und überwiegt sie endlich, so dass das Endosperm sich zu festem Gewebe schliesst.

GAGEA SILVESTRIS und ARVENSIS.

(Taf. IX, Fig. 1—23).

Der Nucleus des Eychens von *Gagea arvensis* ist zu der Zeit da die innere Eyhaut ihn zur Hälfte überzogen hat, eine halbkugelige Zellgewebsmasse. In seinem oberen Theile, von nur einer einfachen Zellenschicht bedeckt, findet sich eine grosse kugelige Zelle, der junge Embryosack; ein kugeliger centraler Zellenkern schwimmt in der körnig-schleimigen Inhaltsflüssigkeit desselben (f. 1).

Während die Integumente den Eykern überziehen, dehnen dessen Zellen sich bedeutend in die Länge. Auch der Embryosack nimmt an dieser Dehnung Theil. Theils hierdurch, theils durch

---

*) *Physiologie* Bd. III. T. XV, f. 3. 4.

Digitized by Google

Verdrängung der seinem Chalaza-Ende angränzenden Zellen nimmt er eine kolbige Gestalt an. Seine bauchige obere Hälfte verengert sich nach der Chalaza zu, in einigen Fällen allmälig, in anderen plötzlich. In der Umgebung des centralen Kernes des Embryosacks hat sich inzwischen eine beträchtliche Anzahl von Stärkemehlkörnchen gebildet. Diese werden jetzt nach und nach wieder aufgelöst; zugleich treten in der Nähe des Mikropyle-Endes des Embryosacks zwei bis drei zarte schleimige Bläschen mit wasserhellem Inhalt auf. Bald darauf zeigen sie einige feste Körnchen im Innern; sie erscheinen nun deutlich als freie Zellenkerne. Um jeden derselben bildet sich eine Zelle; die so entstandenen zwei oder drei eyförmigen Zellen — die Keimbläschen — sind häufig dem Mikropyle-Ende des Embryosacks fest eingezwängt (f. 2[b]). Durch gelinden Druck lassen sie sich bisweilen in den mittleren Theil des Embryosacks treiben; hier angelangt, nehmen sie sofort Kugelgestalt an. Die Ey- oder Birnform welche sie an ihrem ursprünglichen Lagerorte zeigen, ist demnach eine Folge gegenseitigen Drucks. — Auch im Chalaza-Ende des Embryosacks bildet sich nicht selten in ähnlicher Weise eine Zelle.

Der primäre centrale Kern des Embryosacks hat sich während dieser Vorgänge bedeutend vergrössert; seine Inhaltsflüssigkeit ist ziemlich wasserhell geworden. Oft ist sein Wachsthum so bedeutend, dass er, die Ey- oder Birnenform annehmend, die Stelle an welcher der Embryosack sich zu verengern anfängt, völlig ausfüllt und so dessen Raum in zwei Hälften scheidet (f. 5). Eines oder mehrere seiner Kernkörperchen erhalten sich oft noch längere Zeit, an Grösse stark zunehmend.

Die Bildung der Keimbläschen findet ungefähr 12 Stunden vor dem Aufblühen statt.

Die Pollenschläuche entwickeln sich nur langsam; etwa drei Tage nach dem Aufspringen der Antheren erreichen sie die Höhle des Fruchtknotens. Nach Zurücklegung des engen Mikropylekanals an der Kernwarze angekommen — die, wie schon bemerkt, aus einer einfachen Zellschicht besteht, — drängt sich der Pollenschlauch zwischen die Zellen derselben, und legt sich der Membran des Embryosacks von aussen an. Diese Membran ist zur Zeit der Befruchtung sehr zart und weich; sie zu isoliren war mir nicht möglich. Oft ist jetzt nur noch eines der Keimbläschen vorhanden; das eine oder die beiden anderen sind aufgelöst worden. Sind noch zwei oder drei der Keimbläschen da, so zeichnet sich das eine durch seine beträchtliche Grösse, seinen durchsichtigeren Inhalt vor den anderen aus, die gewöhnlich mit gelblichem körnigem Schleime dicht erfüllt sind. Ich halte sie für im Absterben begriffen. Nie fand ich mehr als Eines der Keimbläschen befruchtet.

Die Einwirkung des Pollenschlauchs auf das von ihm befruchtete Keimbläschen äussert sich zunächst dadurch, dass dieses sich, während sein primärer Kern verflüssigt wird, bedeutend dehnt (f. 8), gewöhnlich allseitig; seltner vorwiegend in die Länge. Das Protoplasma seines Inhalts häuft sich am Chalaza-Ende; in dieser Ansammlung körnigen Schleims bildet sich ein stark abgeplattet-ellipsoïdischer Kern (f. 9, 10) mit meist zwei Kernkörperchen. Im oberen Theile des Keimbläschens entsteht während dem oft ein kugeliger oder länglich ellipsoïdischer, grosser Zellenkern, dessen Bildung jedoch manchmal auch gänzlich unterbleibt. Die Membran des Keimbläschens zeigt bald an der Stelle, wo der abgeplattete untere Kern ihr anliegt, eine seichte Ausstülpung (f. 9), die kurz darauf vom übrigen, weit grösseren Raume des Keimbläschens durch eine Querscheidewand geschieden erscheint. Der Vorgang ist offenbar der Gleiche wie bei *Fritillaria:* es bildet sich um den abgeplattet-ellipsoïdischen, am unteren Ende des befruchteten Keimbläschens entstehenden Kern eine Zelle, unabhängig davon, ob in der oberen, grösseren Hälfte des Keimbläschens ein Zellenkern gleichzeitig entstand oder nicht. — Ich betrachte diese Zelle, die kleinere Hälfte des Keimbläschens unterhalb der bei *Fritillaria* gewölbten, bei *Gagea* horizontalen Scheidewand

Digitized by Google

nicht als aus Theilung des Primordialschlauchs des Keimbläschens, sondern als aus der Abschnürung des unteren Theiles desselben hervorgegangen. Bei *Monotropa, Bartonia* und *Linum* kommt, wie aus dem Verlauf dieser Mittheilungen sich ergeben wird, ein ähnliches Verhältniss vor.

Während der Umwandlung des Keimbläschens zum Vorkeim findet im Embryosack, vorzugsweise in seinem Chalaza-Ende, eine mehr oder minder lebhafte Zellenbildung statt; bisweilen ist er schon jetzt bis zur Erweiterungsstelle mit einem Brei junger Zellen, freier Zellenkerne und körnigen Protoplasmas angefüllt (f. 11). Diese Zellenmasse geht keineswegs aus endogener Vermehrung der im Grunde des Embryosacks liegenden Zelle hervor; vielmehr treten die Zellenkerne als freie schleimige Bläschen ohne festen Inhalt an verschiedenen Stellen des Embryosacks auf, oft in der unmittelbaren Nähe des Vorkeims; später bilden sich im Innern dieser Kerne festere Gebilde (Kernkörperchen), und um jeden der Zellenkerne eine Zelle. In vielen der anfangs freischwimmenden Zellen entstehen auch Tochterkerne und Tochterzellen. —

Die in der Aussackung des Keimbläschens entstandene Zelle, die untere des jungen Vorkeims, dehnt sich bedeutend in die Länge (f. 13), ihr Kern desgleichen (f. 14). Der letztere wird verflüssigt, an seiner Stelle erscheinen zwei kugelige Kerne; zwischen ihnen plötzlich eine horizontale Scheidewand. Der Vorkeim besteht jetzt aus einer grossen kugeligen Zelle, die einen Anhang, eine cylindrische und eine halbkugelige (End-) Zelle trägt (f. 15). Die Theilung durch horizontale Scheidewände wiederholt sich in Letzterer zu drei- bis fünfmalen (f. 16, 17); dann entstehen in der halbkugeligen untersten und jüngsten Zelle des Vorkeims zwei Zellen horizontal neben einander (f. 18): die beiden ersten des Embryo. Während oder nach ihrer Entstehung erfolgt Zellentheilung in einigen, bisweilen in fast allen Zellen des cylindrischen Theils des zum Embryoträger werdenden Vorkeims. Der Kern der kugelförmigen obersten Zelle desselben ändert sich unterdess, ganz in der Weise des primären Kerns des Embryosacks, in eine grosse häutige Blase mit wasserhellem Inhalte um (f. 17, 19).

Die ziemlich halbkugeligen beiden ersten Zellen des Embryo theilen sich entweder durch wagrechte (f. 19, 19^b), die vier so entstandenen durch senkrechte, die Achse des Keimlings schneidende Scheidewände, so dass das Rudiment des Embryo zu einem aus acht Zellen zusammengesetzten Kügelchen wird, oder aber die letztere Weise der Zellentheilung findet allein statt, so dass vier Zellen, in Form von Kugelquadranten, das Embryokügelchen bilden (f. 20^b). Das Wachsthum einer der unteren vier Zellen des Embryokügelchens überwiegt bei Weitem das der ihr benachbarten; nach Theilung mittelst einer geneigten Scheidewand wird die eine ihrer Tochterzellen zur deutlich ausgeprägten Endzelle des Organs, dessen Längenwachsthum, soweit es auf Bildung neuer Zellen, nicht auf Dehnung schon vorhandener beruht, lediglich durch fortgesetzte Theilung derselben mittelst schiefgestellter Scheidewände vermittelt wird (f. 22).

Durch Theilung der älteren Zellen mittelst der Achse des Embryo paralleler Scheidewände wächst der Embryo in die Dicke. Diese Zellenvermehrung ist an dem der Mikropyle abgewandten Ende lebhafter, als am entgegengesetzten; der Embryo wird dadurch zu einem eyförmigen Zellenkörper (f. 23, 23^b). Wenn seine Ausbildung so weit vorgeschritten ist, dass er in Richtung seiner Längsachse 24, in der seiner kleinen Achse 12 Zellen zeigt, so beginnen die Wandungen der Zellen des schon seit einiger Zeit ihn dicht umgebenden Endosperms — er kann, etwa von der als f. 21 dargestellten Entwickelungsstufe ab, nur unter Verdrängung des ihn umgebenden Gewebes an Grösse zunehmen — die zierlichen, allen Liliaceen und verwandten Familien zukommenden porösen Verdickungsschichten zu zeigen;

Digitized by Google

die Zellen des Embryo füllen sich dicht mit körnigen Stoffen und werden saftlos; die Samenreife tritt ein. *Gagea* liefert somit das interessante Beispiel einer Pflanze, von der wohl kaum gesagt werden kann, dass sie sie sich nur von organischen Stoffen ernähre — *G. silvestris* wächst bei uns an waldigen Flussufern in tiefem humuslosem Sande sehr kräftig wenn sie nur hinreichende Feuchtigkeit findet — und deren Embryo, wenn auch aus mehr Zellen zusammengesetzt als der von *Orchis*, des stets nur zweizelligen, nie über $^1/_{100}$''' im Durchmesser haltenden Embryo von *Monotropa* nicht zu gedenken, aus einer homogenen Zellenmasse besteht, und der bei der Samenreife keines der Vegetationsorgane (Endknospe, Würzelchen und Keimblatt) zeigt, welche der Mehrzahl der Phanerogamen zukommen. — An einigen reifenden Embryonen sah ich eine flache seitliche Anschwellung (f. 23[4]) die bei Anwendung stärkerer Vergrösserung sich als aus den Scheiteln von vier gröseren Zellen bestehend erwies. Ich glaube nicht zu irren, wenn ich sie für das Rudiment des Cotyledon halte.

Unterwirft man den reifenden Embryo mässigem Drucke, so wird seine Hüllhaut gesprengt, einzelne seiner Zellen werden lose herausgetrieben (f. 23[c]; eine auffallende und zur Zeit ganz vereinzelte Thatsache.

Während der Entwickelung des Vorkeims zu einem drei- bis fünfzelligen Gebilde ist das Zellgewebe des Eykerns, mit Ausnahme des der Chalaza zunächst gelegenen und eines Theiles der Kernwarze, verflüssigt worden. Der Rest der Kernwarze ist mit den benachbarten Zellen des innern Integuments fest verwachsen. Die Zellen des Letzteren haben sich in Richtung der Längsachse des Eychens stark vermehrt; wahrscheinlich hat jede Zelle, mit Ausnahme derer welche den Eymund bilden, durch eine horizontale Scheidewand sich getheilt. Zugleich ist eine starke Dehnung aller dieser Zellen, besonders der mittleren, in Richtung der Axe, eine noch stärkere in Richtung der Tangente und des Radius erfolgt. Der Embryosack, welcher der Kernwarze und dem Chalaza-Theil des Nucleus fest anhängt, ist in Folge dieser Vorgänge straff gespannt worden; als ein Cylinder von verhältnissmässig geringem Durchmesser verläuft er, schnurgerade, vollkommen frei und die Eyhülle nirgends berührend, inmitten des ziemlich flaschenförmigen, mit wasserheller Flüssigkeit erfüllten, durch die Ausdehnung des Integuments entstandenen Hohlraums f. 20.

Er ist zu dieser Zeit ganz und gar mit einem Brei elliptischer Zellenkerne, junger Zellchen und körnigen Protoplasmas gefüllt. Später, während der Entwickelung des Embryokügelchens, wächst der Embryosack stark in die Dicke; seine Membran erreicht bald die Innenwand der inneren Eyhülle, und drückt nun deren Zellen zusammen. Zugleich beginnt der Zellenbrei in seinem Innern sich in geschlossenes Parenchym umzuändern, — ein Vorgang, der seinen Anfang im Chalaza-Ende des Embryosacks nimmt. Dort beginnt auch die poröse Verdickung der Wände der Endospermzellen. — In den noch zartwandigen derartigen Zellen findet sich die bekannte Anordnung des Protoplasma in strahlige Stränge, die den Zellenkern zum Mittelpunkt haben; mit dem Auftreten der ersten Andeutung poröser Verdickung der Membran verschwinden Schleimfaden und Zellenkern.

Digitized by Google

NARCISSUS POËTICUS.

(Taf. IX, Fig. 36—41).

Das anatrope Eychen von *Narcissus* ist mit dem von *Iris* übereinstimmend gebaut: das innere Integument, schnabelförmig lang vorgezogen, bildet allein den Eymund; nur eine einfache Lage von Zellen bedeckt den Scheitel des Embryosacks.

Die drei Keimbläschen sind geraume Zeit vor der Befruchtung, schon vor dem Oeffnen des Perigons, deutlich zu sehen. — Wie bei *Funkia, Iris, Crocus* und vielen anderen finden sich auch hier am Chalaza-Ende des Embryosacks zwei bis drei auffallend grosse Zellen mit dichtschleimigem feinkörnigem Inhalt. In ihrer unmittelbaren Nähe liegt gewöhnlich ein freier Zellenkern, von dem ein sehr complicirtes System schleimiger Fäden zu den Keimbläschen führt (f. 37). In der Regel schlagen zwei der Keimbläschen vor der Befruchtung fehl und verwandeln sich in bräunliche Ballen körnigen Schleims (f. 38).

Der Pollenschlauch erreicht das Eychen zur Zeit des Verwelkens des Perigons. Er drängt sich zwischen den Zellen der Kernwarze hindurch; den Embryosack erreichend schwillt sein Ende halbkugelig an; die Membran des Embryosacks wird hierdurch eingestülpt, übrigens bleibt sie unverletzt (f. 39). — Das befruchtete Keimbläschen dehnt sich in die Länge; sein Kern wird resorbirt; es entstehen an dessen Stelle zwei neue Zellenkerne; eine zwischen beiden auftretende Scheidewand theilt das Keimbläschen in zwei Zellen, die ersten des Vorkeims. Das Protoplasma des Inhalts derselben ist häufig in, vom centralen Kerne strahlig ausgehende Stränge geordnet (f. 41). Jener Vorgang wiederholt sich in der Endzelle des Vorkeims; die untere der neu entstandenen Zellen theilt sich darauf durch eine senkrecht gestellte Scheidewand. Noch jetzt ist der Pollenschlauch vollkommen deutlich zu erkennen (f. 40).

Die Beobachtung der Entwickelung des Embryo von *Narcissus poëticus*, welcher der Bau des Eychens nur geringe Hindernisse in den Weg legt, wird dadurch sehr erschwert, dass nur ein überaus kleiner Theil der Eychen zur Entwickelung kommt. In durchschnittlich nur einem von zehn Fruchtknoten werden Eychen befruchtet, und in diesem von den vielen Hunderten die er enthält, selten mehr als zwei. Trotz dem, dass ein ganzer Wald blühender Exemplare mir zu Gebote stand, habe ich aus Mangel an Material die Entwickelung des Vorkeims nicht weiter verfolgen können, als bis zu der, fig. 40 dargestellten Entwickelungsstufe. —

Das Eychen von *Leucojum* unterscheidet sich von dem von *Narcissus* namentlich durch die eigenthümliche parabolische Form des Embryosacks, der nur von einer einfachen Lage von Zellen umhüllt, mehr als die obere Hälfte des Nucleus ausmacht. Seine Grundfläche ist ziemlich eben; die drei grossen Zellen am Chalaza-Ende fehlen auch hier nicht. Nach der Befruchtung verdrängt er das ganze Gewebe des Eykerns; sein Chalaza-Ende bleibt dabei völlig flach (T. VI, f. 19). Jene drei grossen Zellen erhalten sich ziemlich lange, bis zum Beginn der Bildung des Embryokügelchens. An einem der in der Entstehung begriffenen Embryonen von *L. aestivum* beobachtete ich die nicht uninteressante Thatsache, dass die Richtung der Scheidewand, durch welche die eine der beiden ersten Zellen des Embryo sich eben getheilt hatte, von der Richtung der Trennungsfläche der beiden Hälften des Primordialschlauchs der in der Theilung begriffenen anderen um 90° abwich (T. VI, f. 20).

Digitized by Google

IRIS PUMILA, BIFLORA, SIBIRICA.

Taf. X, Fig. 1—27.

Die Arten der Gattung *Iris* zerfallen der Form der Eychen nach in zwei Gruppen: die erste besitzt rundliche, in der äusseren Form denen von *Gagea* ähnliche, die zweite von beiden Seiten plattgedrückte, den Eychen der Tulipeen sich nähernde Ovula. Die letztere Form, wahrscheinlich nur eine Folge gegenseitiger Pressung der dichter stehenden Eychen, ist vorzugsweise den Arten mit bartlosen, die erstere denen mit gebarteten Blättern des äusseren Kreises des Perigons eigen. *Iris pumila* kann als characteristischer Repräsentant des ersten, *Iris sibirica* als Beispiel der zweiten Gruppe bezeichnet werden.

Im innern Baue des Eychens stimmen alle mir bekannte Arten überein. Nur durch die grössere Masse des Eykerns ist er von dem der Mehrzahl der Liliaceen verschieden (f. 2, 20). Zu der Zeit, da der Embryosack (von *Iris sibirica*) zuerst deutlich sichtbar wird, ist er von einer dreifachen Lage von Zellen bedeckt; die Eyhäute haben den Nucleus eben überzogen, der den Eykern überragende Theil des innern Integuments sich aber noch nicht zum Mikropyle-Kanal zusammen geschlossen. Der Embryosack ist jetzt eine umgekehrt birnförmige Zelle mit ziemlich wasserheller Inhaltsflüssigkeit (f. 20^b); dickflüssiger körniger Schleim überzieht als dünne, streifenweis dickere Schicht die Innenwand und erfüllt ziemlich das verengerte untere Ende. An der Verengerungsstelle liegt ein kugeliger Kern, ohne Zweifel der primäre des Embryosacks, mit gelblichem, schleimigem Inhalte; in seiner Nähe finden sich zahlreiche Stärkemehlkörnchen.

Während der obere Theil der inneren Eyhaut zum lang vorgezogenen Mikropyle-Kanal wird, verdrängt der Embryosack die über ihm liegenden Zellschichten bis auf Eine (f. 1). Sein primärer Zellenkern verschwindet.

In der Schleimschicht, welche die Innenwand des Embryosacks überzieht, entstehen jetzt am Mikropyle-Ende zwei bis drei, am Chalaza-Ende einer bis drei freie Zellenkerne. Sie treten als schleimige Bläschen ohne festen Inhalt auf (f. 21); festere Bildungen — Kernkörperchen — zeigen sich erst etwas später in ihren Inneren (f. 2^b, 22, 23). Um jeden der Kerne am Mikropyle-Ende bildet sich eine Zelle; so entstehen die drei, seltner nur zwei Keimbläschen (f. 4, 5, 24). Sehr selten bleibt einer jener Zellenkerne frei (f. 3). Auch um die Zellenkerne des Chalaza-Endes bilden sich Zellen (f. 3, 4, 24), hier ist es aber der gewöhnlichere Fall, dass einer derselben frei bleibt (f. 4, 24) und zum Mittelpunkt eines, oft vielverzweigten, Systems von Strängen körnigen Schleims wird. Aehnliche Bänder von Schleim führen auch dann von den Keimbläschen nach dem Grunde des Embryosacks, wenn dort kein freier Zellenkern vorhanden ist (f. 2). Auch innerhalb der Keimbläschen zeigt sich bisweilen eine strahlige Anordnung des Protoplasma (f. 3). Die im verengerten Chalaza-Ende des Embryosacks sich bildenden Zellen erscheinen diesem gewissermassen eingepresst (f. 5^c), ganz ähnlich den gleichartigen Organen bei *Funkia, Crocus, Narcissus, Leucojum, Hyacinthus* und Anderen.

Beiläufig zwölf Stunden nach dem Verwelken des Perigons erreichen die Pollenschläuche den Eymund. An ihrem, etwas keuligen, fortwachsenden unteren Ende ist die Membran sehr stark, fast bis zum Verschwinden des Lumens verdickt; nach oben zu erweitert sich der Inhaltsraum allmälig; etwa $^1/_{18}$‴ oberhalb des unteren Endes ist die Wand des Pollenschlauchs ziemlich dünn. Das Aussehen der

Digitized by Google

fortwachsenden Spitze des Pollenschlauchs gleicht dem des Endes einer zugeschmolzenen engen Glasröhre, eines Rührstäbchens z. B. (f. 14); selbst durch eine Lage nicht allzu undurchsichtigen Zellgewebes schimmert die keulige Masse glasartigen Membranenstoffs deutlich hindurch, was die Beobachtung nicht wenig erleichtert.

Der Pollenschlauch drängt sich zwischen die Zellen der Kernwarze, und legt sich an die intact bleibende Membran des Embryosacks aussen an (f. 7—11, 26). Bei *Iris pumila* dringen zuweilen zwei Pollenschläuche so weit vor (f. 15), ohne dass ihre Einwirkung die Entwickelung mehr als eines Embryo hervorriefe. — Nach dem Antreten des Pollenschlauchs an den Embryosack dehnt eins der Keimbläschen sich beträchtlich in die Länge (f. 7, 8); häufig rückt sein Zellenkern dabei an das untere, der Chalaza zugewandte Ende (f. 9). Dieser Kern wird demnächst resorbirt, worauf in der körnig-schleimigen Inhaltsflüssigkeit des Keimbläschens zwei neue Zellenkerne entstehen (f. 10). Eine zwischen beiden plötzlich auftretende horizontale Scheidewand zerfällt das befruchtete Keimbläschen in zwei Hälften, die beiden ersten Zellen des Vorkeims (f. 11).

Die Anordnung des körnigen Schleims der Inhaltsflüssigkeit des Embryosacks in strahlige Stränge verschwindet während der Befruchtung. War ein freier, jenen Schleimfäden zum Ausgangspunkte dienender Zellenkern vorhanden, so wird er verflüssigt; auch die Zellen im Chalaza-Ende werden resorbirt. Im Innern des Embryosacks treten jetzt an mehreren Orten kleine bläschenartige Gebilde auf, bestehend aus einer schleimigen, mit Iod sich bräunenden Membran und wasserheller Inhaltsflüssigkeit, die von Iod lichtgelb gefärbt wird; feste Bildungen kommen im Innern nicht vor (f. 15). Es sind diese Bläschen junge Zellenkerne. Bei weiterer Ausbildung des Embryo nimmt ihre Zahl rasch zu, zum Theil durch Bildung zweier oder mehrerer Tochterkerne in einem Mutterkern.

Bei *Iris pumila* kann man mit besonderer Sicherheit sich davon überzeugen, dass die Kernkörperchen diesen Zellenkernen unwesentliche Gebilde sind. Man findet oft im Embryosack eines und desselben befruchteten Eychens dreissig und mehr junge Zellenkerne der verschiedensten Grössen, bis zu $^1/_{180}$‴ im Durchmesser, ohne dass auch nur einer von ihnen allen die Spur eines Kernkörperchens zeigte. (So verhielt es sich unter Anderen mit dem Eychen, von dem ein kleiner Theil als fig. 15 dargestellt ist).

Durch wiederholte Theilung der unteren seiner beiden Zellen mittelst horizontaler Scheidewände ändert sich der Vorkeim zu einer einfachen Reihe von vier bis sieben Zellen um (f. 14, 16); — während dieser Vermehrung der Endzelle pflegt in einer (f. 15, 16) oder mehreren (f. 14) der oberen Theilung durch senkrecht gestellte Scheidewände statt zu finden. Auf gleiche Weise theilt sich endlich auch die unterste Zelle des Vorkeims (f. 15). Die so entstandenen zwei horizontal neben einander liegenden Zellen sind die beiden ersten des Embryo. Durch fortdauernde Vermehrung derselben (f. 17, 18) wird der Embryo zu einem kugeligen, auf jedem seiner Durchschnitte 24 Zellen zeigenden Körper (f. 19); hat er diese Stufe der Ausbildung erreicht, so schliessen sich die im Embryosack zahlreich entstandenen freien Zellen zu gedrängtem Gewebe zusammen; das fernere Wachsthum des Embryo geht unter theilweiser Verdrängung des vorerst noch zartwandigen Endosperms vor sich. Schon früher, während der Entwickelung des Vorkeims, ist das Gewebe des Eykerns, mit Ausnahme der Zellen der Kernwarze (f. 13, 15) verflüssigt und vom Embryosack gänzlich verdrängt worden.

Abgesehen von der stärkeren Ausbildung des Wurzelendes gleicht der Embryo des reifen Samens von *Iris pumila* (f. 27) einem wohl entwickelten Keimling von *Funkia coerulea*.

Digitized by Google

Sehr abweichend von dem Verhalten der Mehrzahl der Phaneroganen stirbt bei *Iris pumila* der Pollenschlauch, nachdem er die Befruchtung vollzogen, nicht ab, sondern er schwillt so weit er von den nach der Befruchtung wulstig angeschwollenen Rändern der äusseren Eyhaut umfasst wird, unmittelbar ausserhalb des Endostoms zu einem kugeligen, oder cylindrischen, oder keulenförmigen Schlauche an (f. 11—15). Eine kurze Strecke oberhalb des Eymunds obliterirt er (f. 11) in ähnlicher Weise, wie in den fadenförmigen Zellen von *Vaucheria* der lebenskräftige Theil des Primordialschlauchs den absterbenden durch reichlich ausgesonderten Zellstoff von sich abscheidet. Erst wenn beim Beginn der Samenreife die Zellen der Integumente vertrocknen, schrumpft dieses schlauchartige Organ zusammen. Ein Fortwachsen des unteren Endes des Pollenschlauchs in den von den Eyhäuten gebildeten Hohlraum, ähnlich dem Verhalten des Pollenschlauch-Endes bei *Godetia quadrivulnera** habe ich in einem Falle auch bei *Iris pumila* bemerkt.

CROCUS VERNUS.

(Tafel IV, Fig. 13—19; Tafel V, Fig. 1, 2).

Beim Eintritt der Winterruhe sind die Blüthenknospen von *Crocus*, welche im nächsten März sich öffnen sollen, in allen Theilen fertig gebildet; dies gilt namentlich auch von den zuletzt sich entwickelnden Organen, der Narbe und den Eychen. Letztere erscheinen, im November untersucht, so wie fig. 13 sie darstellt: das innere Integument, eine Doppellage von Zellen, bildet allein den Eymund; die äussere parenchymatische Eyhülle reicht nicht ganz bis an das schnabelförmige, lang vorgezogene Endostom. Der Embryosack nimmt die ganze obere Hälfte des von den Eyhäuten umschlossenen Hohlraums ein, und ragt mit seinem konischen Ende noch etwa bis zur Hälfte des Längsdurchmessers des Eykerns in diesen hinab, der aus kleinen, mit körnigen Stoffen dicht angefüllten Zellen besteht. Die zarte Membran des Embryosacks zeigt jetzt zahlreiche Falten; augenscheinlich wird sein Raum von der theilweise verdunsteten Inhaltsflüssigkeit nicht mehr ausgefüllt.

Beim Wiederbeginn der Vegetation nimmt das Eychen an Grösse bedeutend zu; die Falten der Membran des Embryosacks gleichen sich aus. Der Inhalt der Zellen des Nucleus wird durchsichtiger; ein beträchtlicher Theil dieser Zellen wird verflüssigt und vom nachwachsenden Embryosack verdrängt. Es entstehen dadurch bisweilen, anscheinend regellos, blindsackartige Anhänge des Embryosacks, die tief in die Substanz des Eykerns hineinreichen. — Am Chalaza-Ende des Embryosacks erscheinen einige, in der Regel drei, grosse derbwandige Zellen mit feinkörniger, zähe schleimiger Inhaltsflüssigkeit, die einen grossen kugeligen Kern mit sehr grossem Kernkörperchen umschliesst (f. 14—17). Der Durchmesser einer solchen Zelle betrug $^1/_{15}$‴, der des Kerns $^1/_{60}$‴, der des Kernchens $^1/_{200}$‴. Es erscheinen diese Zellen dem konischen Ende des Embryosacks oft wie eingezwängt.

Kurz vor dem Aufblühen, etwa 24 Stunden vor dem Aufspringen der Antheren, werden am Mikropyle-Ende des Embryosacks die Keimbläschen deutlich sichtbar; meist zwei kugelige oder eyförmige Zellen mit wasserklarem oder sehr fein körnigem Inhalt. Nur mit Mühe ist in ihrem Innern ein Zellen-

---

*) Berliner botanische Zeitung, Jahrgang 1847, No. 45.

Digitized by Google

kern zu unterscheiden, so sehr gleichartig ist dessen Inhaltsflüssigkeit der der Zelle (f. 14—16, 18). Durchschneidet man an einem nicht allzudünnen Längsschnitte aus einem unbefruchteten Eychen die Integumente in der Nähe der Chalaza, so lässt sich der Embryosack mit den unverletzten Keimbläschen leicht aus den Eyhäuten herausziehen (f. 14, 15).

Erst nach dem völligen Verwelken des Perigons und des Griffels erreicht der Pollenschlauch den Eymund. Er durchläuft dessen langen Kanal (f. 18); sein Ende, den Embryosack etwas einstülpend, schwillt kugelig an. Eines der Keimbläschen dehnt sich hierauf, während sein Kern verflüssigt wird, etwas in die Länge (f. 19), zahlreiche Körnchen bilden sich in seiner Inhaltsflüssigkeit und sammeln sich in dem der Mikropyle abgewandtem Ende. In dieser Anhäufung von Bildungsstoff entsteht ein Zellenkern (f. 19^b); bald darauf erscheint dieses Ende des Keimbläschens durch eine Querwand von dem oberen Raume desselben geschieden (T. V, f. 2). Die beiden ersten Zellen des Vorkeims sind somit gebildet. Auch in der oberen derselben bemerke ich jetzt einen Zellenkern; ich lasse dahin gestellt, ob er früher oder später als die Scheidewand sich bildete.

Das zweite Keimbläschen — ich fand stets nur eines befruchtet, — wird während der Umbildung des ersten zum Vorkeim aufgelöst. Zunächst bilden sich etliche festere Klümpchen im körnig-schleimig werdenden Inhalte, der im Ganzen eine gelbliche Färbung annimmt (f. 19); bald darauf wird die Membran verflüssigt, und der Inhalt zerfliesst zu einer gallertartigen bräunlichen Masse ohne bestimmte Gestalt.

Auf allen diesen Entwickelungsstufen lässt sich — wenn man wie oben angegeben die Integumente nahe ihrer Basis durchschneidet, und dann, die eine Präparirnadel am Endostom, die andere an der Chalaza ansetzend, das Präparat auseinander zieht — mit grösster Leichtigkeit der unverletzte, das befruchtete Keimbläschen umschliessende Embryosack von dem ebenfalls unverletzten angeschwollenen Ende des Pollenschlauchs trennen (f. 19^b). Bei keiner Pflanze ist die überzeugendste Beobachtung leichter. Leider wird sie dadurch — wenn nicht erschwert, doch mühsam gemacht — dass die grosse Mehrzahl der Eychen fehlschlägt, ohne dass bis zu den hier beschriebenen Graden der Ausbildung im Aeusseren der befruchteten und der abortirenden Eychen ein Unterschied zu bemerken wäre.

Während der Entwickelung des befruchteten Keimbläschens zum Embryo nehmen die drei Zellen am Chalaza-Ende des Embryosacks an Grösse noch zu; die Membranen ihrer Kerne werden dünner, die ohnehin schon grossen Kernkörperchen wachsen noch beträchtlich und nehmen zum Theil ganz unregelmässige Formen an (T. VI, f. 1^b); in ihrem Innern treten kugelige Bläschen mit schleimiger Membran und wasserheller Inhaltsflüssigkeit auf (T. VI, f. 1^c). Um diese Zeit zeigen sich die ersten freien Endospermzellen (T. VI, f. 1).

Die weitere Entwickelung des Samens von *Crocus* habe ich aus Mangel an Material nicht ermitteln können.

ZEA MAYS. — SORGHUM BICOLOR.

(Tafel XI).

Das gekrümmte Eychen von *Zea* ist eine halbkugelige Zellenmasse. Wie bekannt, überzieht die äussere Eyhaut das Ey nur zum Theil (f. 1), sie sowohl, als die innere, besteht aus nur einer Doppel-

Digitized by Google

lage von Zellen (nur soweit das innere Integument den Eymund bildet, kommt zu den beiden Zellenschichten eine dritte hinzu, f. 6). Der schief eyförmige Embryosack ist verhältnissmässig klein (f. 1, 2). Sein Chalaza-Ende wird von einer Gruppe von Zellen umfasst, die durch Grösse, Dicke der Wandungen und stärkere Concentration des Inhalts von den übrigen Zellen des Eykerns sich auffallend unterscheiden, auch aus deren Zusammenhange sich leicht trennen lassen (f. 1^b, 2—6). Die Kernwarze besteht aus vier bis fünf Zellenlagen, die äusserste derselben ist papillös (f. 6, 7).

Das Eychen von *Sorghum* (f. 21) gleicht in allen wesentlichen Stücken dem von *Zea*, doch ist sein Umriss eyförmig; der Embryosack ist weit minder gestreckt, die Zellengruppe welche sein Chalaza-Ende umfasst, ist bedeutend stärker entwickelt (f. 21—26) als bei *Zea*.

Geraume Zeit vor der Befruchtung, bei *Zea* wenn die Griffel noch von den Blattscheiden völlig eingeschlossen sind, bei *Sorghum* drei bis vier Tage vor dem Auseinanderweichen der Spelzen und dem Aufspringen der Antheren finden sich am Mikropyle-Ende des Embryosacks die drei Keimbläschen (f. 3, 5, 22—24). Selten sind ihrer nur zwei vorhanden (f. 2). Sie sind, je nachdem der Embryosack nach seiner Spitze zu sich mehr oder minder rasch verengert, birn- oder eyförmig; die Innenwand ist von einer Schicht sehr feinkörnigen Schleims bedeckt, welcher der meist stark abgeplattete Zellenkern eingebettet liegt (f. 2, 4, 5, 24). Gewöhnlich liegt ein freier Zellenkern ähnlicher Form nahe dem Chalaza-Ende eines der Keimbläschen (f. 2, 3, 22); einige wenig verzweigte Stränge körnigen Schleims gehen von ihm aus. Bisweilen fehlt dieser freie Zellenkern; dann führen ähnliche Schleimstränge von dem Ende der Keimbläschen nach dem Grunde des Embryosacks (f. 23). Gegen den Zeitpunkt der Befruchtung hin verschwindet sowohl jener Kern, als auch die Anordnung des Protoplasma in strömchenartige Stränge (f. 4, 24); auch pflegen eines oder zwei der Keimbläschen abzusterben; sie füllen sich dicht mit gelblichem körnig-zähem Schleime (f. 3, 4) und ändern sich endlich, während der Befruchtung, in bräunliche wurmförmige Massen um (f. 7—9, 25, 26, 28), die noch später spurlos verschwinden.

Sehr bald nach dem Verstäuben erreichen die Pollenschläuche den Eymund. Ihr Durchmesser ist gering, ihre Membran sehr zart (f. 6). Der Pollenschlauch drängt sich zwischen den kleinen, mit feinkörnigem Schleime dicht gefüllten Zellen der Kernwarze hindurch, und legt sich der Membran des Embryosacks an, dieselbe etwas einstülpend (f. 7—9, 25—28). Bei *Sorghum bicolor* fand ich einmal zwei Pollenschläuche bis zum Embryosack vorgedrungen (f. 25).

Nach dem Antritte des Pollenschlauchs an den Embryosack verschwindet der Kern des noch lebensthätigen Keimbläschens (f. 7, 25). Zugleich streckt dasselbe sich etwas in die Länge. Es erscheinen in seinem Innern zwei neue Zellenkerne, meist mit mehreren Kernkörperchen. Durch eine zwischen beiden plötzlich auftretende horizontale Scheidewand wird das Keimbläschen in zwei Hälften, die beiden ersten Zellen des Vorkeims, getheilt (f. 8, 9, 26, 27). Gewöhnlich ist die der Chalaza zugewandte dieser zwei Zellen die kleinere; nur sehr selten finden sich beide von ziemlich gleicher Grösse (f. 8).

Schon vor dem Anlangen des Pollenschlauchs am Embryosack treten in der Inhaltsflüssigkeit des Letzteren mehrere freie Zellenkerne auf (f. 24). Nach erfolgter Befruchtung (nach dem Verschwinden des primären Kerns des entwickelungsfähigen Keimbläschens) mehrt sich ihre Zahl rasch und bedeutend (f. 25, 26). Sie ordnen sich, der den Embryosack auskleidenden Schleimschicht eingebettet, mit einer gewissen Regelmässigkeit in gleichen Entfernungen auf der Innenwand des Embryosackes vertheilt (f. 25, 26). Indem um jeden dieser Kerne — für alle gleichzeitig — eine Zelle entsteht, wird der

Digitized by Google

Embryosack von einer Zellschicht, der ersten des Endosperms, ausgekleidet. Auf ihrer Innenseite schlägt sich bald darauf eine zweite Schicht von Zellen in ähnlicher Weise nieder (f. 29), ihr folgt eine dritte, und so fort, so dass der Embryosack von zartwandigem Endosperm bald völlig ausgefüllt ist (f. 10^b, 30).

Die Zellen des Vorkeims haben sich inzwischen beträchtlich vermehrt. Entweder gleich in der unteren seiner beiden Zellen (f. 28), oder, nach ein- bis zweimaliger Theilung derselben mittelst horizontaler Scheidewände, in der Endzelle der so entstandenen kurzen Zellenreihe (f. 29) haben sich durch Theilung mittelst einer senkrechten Scheidewand, welche zwischen zweien nach Resorption des primären Kerns (f. 26) entstandenen Tochterkernen (f. 28) auftritt, zwei wagrecht neben einander liegende Zellen gebildet. Durch fortgesetzte und während des Längenwachsthums stetig in Richtung der Radien und der Tangente sich vervielfältigende Vermehrung dieser beiden Zellen wird der Vorkeim zu einer keuligen Zellenmasse, deren der Chalaza zugewendetes Ende aus kleineren, der Würfelform sich nähernden Zellen besteht, die nach dem Mikropyle-Ende zu allmälig in grössere gestreckte Zellen mit durchsichtigem Inhalt übergehen (f. 10, 11, 30).

Aus dem halbkugeligen der Mikropyle abgewandten Ende des Vorkeims geht das Embryokügelchen hervor. Die Sonderung der Zellen seines Wurzelendes von den angränzenden des zum Embryoträger gewordenen Vorkeims — gegen die Samenreife hin in Folge des gänzlich verschiedenen Zelleninhalts sehr auffällig — ist jetzt nur unbestimmt wahrzunehmen (f. 12. 32). Etwas unterhalb der Spitze des Embryokügelchens, und zwar stets an der Seite desselben welche der Anheftungsstelle des Eychens zugewendet ist, erscheint ein zelliges Wärzchen, die erste Anlage des Cotyledon (f. 13. 33). Der Zellenbildungsprocess, dem es seine Entstehung verdankt, dehnt sich nach und nach auf den ganzen Umfang einer Zone des Embryokügelchens aus, mit Ausnahme des der Ursprungsstelle des Cotyledon gegenüberliegenden Punktes. In Folge davon überzieht der Cotyledon kappenförmig, als nahezu stengelumfassendes Blatt, das halbkugelige Ende des Embryo (die Terminalknospe), nur an dessen der Anheftungsstelle des Eychens abgewandten Seite einen schmalen Spalt offen lassend (f. 14. 15. 34).

Während durch die weitere Entwickelung der Terminalknospe die sie umfassenden Ränder des Cotyledon vorgezogen und zur Keimscheide werden, wächst der Cotyledon durch lebhafte Zellenvermehrung sowohl als auch durch Zellendehnung, nicht allein beträchtlich nach oben und in die Dicke, sondern auch nach unten und in die Breite, so dass er bald über Keimscheide sammt Endknospe und Würzelchen auf allen Seiten schildförmig vorragt (f. 17—20. 34—36). Dabei krümmen seine Seitenränder sich stark gegen einander, so dass er endlich Endknospe und Radicula wie ein Mantel fast ganz einhüllt.*

Schleiden sagt (am unten angegebenen Orte) dass der Embryo, etwa in dem Alter wie meiner Figuren 12 und 32 ihn darstellen, ganz wie bei *Secale cereale* erscheine; von diesem giebt er an, man sehe deutlich, dass er in den Embryosack hineingeschoben sei. Hieran ist insofern etwas Wahres, als der Embryo behufs seiner Entwickelung die allseitig ihm dicht anliegenden Zellen des Endosperms verdrängen musste. In deren zusammenhängende Masse erscheint er allerdings hineingeschoben. Daraus folgt aber noch nicht, dass die Membran des Embryosacks von ihm eingestülpt sei. Diese umschliesst vielmehr zusammenhängend Embryo und Endosperm, bei *Zea* und *Sorghum* sowohl als bei *Secale*. Unmittelbar nach der Befruchtung, wenn im Keimbläschen noch keine Zellenbildung begonnen hat, oder

*) Vergleiche die mit wenigen Worten erschöpfende Darlegung dieses Punktes von Schleiden, *Nova Acta Acad. Carol. Leop. Tom. XIX pars I pag.* 44.

Digitized by Google

der Vorkeim aus nur zwei Zellen besteht, ist nichts leichter, als an wohlgelungenen Schnitten den Embryosack von dem ihn umgebenden Gewebe der Kernwarze loszuziehen. Dann erscheint das halbkugelige Ende des Pollenschlauchs völlig geschlossen; der durchaus unverletzte Embryosack, an dem ich bisweilen auch nach seiner Loslösung aus dem Zellgewebe des Eykerns die durch den Pollenschlauch bewirkte seichte Einstülpung wahrnehmen konnte (f. 28[b]) umschliesst das befruchtete und die unbefruchteten Keimbläschen gleichmässig (f. 25[b]. 26[b]. 28[b]).

Der Angabe Schleidens dass der Embryo von *Zea altissima* in den Rest des Pollenschlauchs endige (a. a. O. p. 45) muss ich entschieden widersprechen. Auch fand ich auf keiner Altersstufen des Keimbläschens freie Zellen in dessen Inneren.

Gewöhnlich ist der Embryosack von *Sorghum* und *Zea* dann schon dicht mit zartwandigem Endosperm gefüllt, wenn die Zahl der Zellen des Vorkeims bis auf acht gestiegen ist. Das ursprüngliche Gewebe des Nucleus nimmt jetzt noch den bei Weitem grössten Theil des Eychens ein (f. 10). Der Vorkeim, später der Embryo, wird von allen Seiten von fest anliegenden Zellen umhüllt; wie bei *Monotropa, Bartonia, Martynia, Ecbalium* und Anderen ist sein Wachsthum nur bei Verdrängung der ihn umgebenden Zellen möglich.

Durch fortgesetzte Theilung der äusseren, der Membran des Embryosacks anliegenden Zellen des Endosperms wird das Volumen des Letzteren, unter stetiger Verdrängung der angränzenden Perispermzellen, fortwährend vergrössert (f. 16). Die Zellenvermehrung ist am Lebhaftesten im Chalaza-Ende der Endosperm-Masse, das bei *Zea* gewöhnlich stumpfkeulig, bei *Sorghum* dagegen oft langgezogen fadenförmig ist (f. 30. 31); am schwächsten am Mikropyle-Ende, wo eine nur dünne Lage von Perisperm dem Endosperm zu verdrängen obliegt. — Die Gruppe eigenthümlich gebildeter Zellen, welche das Chalaza-Ende des Embryosacks umfasst, ist während dieses Vorgangs lange deutlich zu erkennen (f. 30).

Wenn jenes oben beschriebene Auswachsen des Cotyledon zu einem schildförmigen Körper beginnt, hat das Endosperm sein Wachsthum vollendet und das ursprüngliche Gewebe des Eykerns gänzlich verdrängt.

Bei flüchtiger Lesung des Aufsatzes von Mirbel und Spach: *notes pour servir à l'embryogénie végétale** möchte man versucht sein zu glauben, die Genannten hätten schon vor 9 Jahren das Keimbläschen geraume Zeit vor der Befruchtung aufgefunden; ihnen, nicht Amici, sei das Verdienst der ersten Entdeckung dieses Organs zuzuschreiben. Dem ist jedoch nicht so. Mirbel und Spach geben an: bevor das Ey sich zu krümmen beginne, zeige sich nahe unter dem Scheitel des Eykerns eine sehr kleine Höhlung, mit durchscheinendem Schleime erfüllt. (Es geht aus Allem hervor, dass Mirbel und Spach diese „Höhlung" als einen Hohlraum betrachten, entstanden durch Verflüssigung einer Zellgewebsportion; nach der unzweifelhaften Analogie mit dem Entwickelungsgange der Eychen anderer Pflanzen kann sie nichts anderes sein, als der junge Embryosack). Zu der Zeit, da der Neigungswinkel des Eychens zur Achse der Blüthe 125° bis 130° betrage — fahren Mirbel und Spach fort — sei die schleimige Masse verschwunden, welche jene kleine Höhlung erfüllte. An ihrer Stelle finde sich eine grosse eyförmige Zelle, welche die ganze Höhlung ausfülle und auskleide. Diese Zelle nennen

*) *Comptes rendus de l'académie de sciences* 1839 *p.* 867 & 447.

Digitized by Google

Mirbel und Spach *l'utricule primordiale* und erklären diese Bezeichnung für synonym mit der *dépression du sac embryonnaire* oder *vésicule embryonnaire* A. Brogniarts; erklären ihre *utricule primordiale* für identisch mit dem von Schleiden als Ende des Pollenschlauchs gedeutetem Gebilde.

Während aber A. Brogniart mit *vésicule embryonnaire*, Schleiden mit „Ende des Pollenschlauchs" das befruchtete Keimbläschen bezeichnen, ist die *utricule primordiale* Mirbel's und Spachs nichts Anderes als der Embryosack. Sie sagen von ihr: *elle remplit et tapisse toute la cavité*; — ferner: *elle est surmontée d'un prolongement grêle sur lequel sont attachées de petites utricules turbinées, disposées en grappe serrée.* — Die Keimbläschen nehmen nur das Mikropyle-Ende des Embryosackes ein; keinenfalls kann von ihnen gesagt werden, dass sie dessen ganzen Raum ausfüllten und auskleideten. Das der Chalaza zugewandte Ende der Keimbläschen — nach Mirbel's und Spach's Bezeichnungsweise das obere — ist abgerundet, stumpf; abgesehen davon dass bisweilen ein freier Zellenkern ihm nahe liegt, ragt es frei in die Höhle des Embryosacks hinein. Die Angabe, dass die *utricule primordiale* von einer dünnen Verlängerung überragt werde, an der kleine birnförmige Zellen, zu einer gedrängten Traube geordnet, befestigt seien, passt durchaus nicht auf eines der Keimbläschen, dagegen vortrefflich auf den Embryosack. — Endlich stimmt die Schilderung, die Mirbel und Spach von dem Verhalten des „*Cambium globulo – cellulaire*" geben, welches im Innern der *utricule primordiale* nach der Befruchtung entstehe, durchaus nicht mit den Vorgängen im befruchteten Keimbläschen, um so besser aber mit den Erscheinungen überein, die während der Bildung des Endosperms sich beobachten lassen.

Nach allen Diesem halte ich es für ausser Zweifel, dass Mirbel und Spach die Keimbläschen des Mays nicht bemerkten; dass sie dagegen, die jüngsten Zustände des Embryo übersehend, den mit Endosperm gefüllten, noch wenig vergrösserten Embryosack, so wie er auf meinen Figuren 10 und 30 erscheint, für den jungen Embryo hielten, und dadurch zu dem Glauben veranlasst wurden, die grosse Zelle, welche in oben angegebener Weise nach der Befruchtung mit Zellgewebe sich füllt, sei ein vom Embryosack anderer Pflanzen verschiedenes Organ, und die Grundlage des Embryo.

Diese Deutung des Ausspruchs Mirbel's und Spachs gab Schleiden zwar schon längst, wenn auch nur mit wenig Worten und an einer Stelle wo man sie kaum suchen würde. * Da aber noch neuerdings Mirbel's und Spach's Angaben von mehreren Seiten als genügende Gegenbeweise der, freilich auch irrigen, von Schleiden aufgestellten Theorie der Befruchtung angeführt wurden, so schien es mir nicht überflüssig, auf diesen Gegenstand hier ausführlicher einzugehen.

In den Irrthum der oben genannten Forscher fiel auch Meyen**, er fügt noch die wunderbare Angabe hinzu: die Traube eyförmiger Zellen am Chalaza-Ende des Embryosacks bilde sich zum sogenannten Schildchen um. Durch die oben angezogenen Untersuchungen Schleidens und meine mit denselben genau übereinstimmenden Beobachtungen wird jene eigenthümliche Hypothese genügend widerlegt.

Die Uebereinstimmung dreier bedeutender Forscher in einem Irrthume erklärt sich in diesem Falle unschwer. Der Embryosack füllt sich nach der Befruchtung so rasch und plötzlich mit Endosperm, dass es wirklich schwer hält, Mittelstufen, wie die fig. 29 dargestellte, zu finden. Auch ist er

*) In der „Methodologischen Einleitung" seiner Grundzüge; S. 189 der 2ten Auflage des ersten Bandes.
**) Noch einige Worte über den Befruchtungsakt etc. Berlin, 1840 S. 20.

Digitized by Google

unmittelbar nachdem das Endosperm ihn ausfüllte, abgesehen von der Grösse der einzelnen Zellen, dem jungen Embryo wie er etwa fünf Tage später erscheint, in Form und Grösse ziemlich ähnlich. Die Zellen des Endosperms schliessen denen des Vorkeims so dicht an, der Inhalt beider zeigt bei auffallendem wie durchfallendem Lichte so wenige Unterschiede, dass es, namentlich bei Instrumenten, die minder vollkommnen waren als die jetzigen, bei nicht ganz glücklich geführten Schnitten leicht genug geschehen konnte, dass der Vorkeim gänzlich übersehen wurde.

Die Schnelligkeit, mit der das Endosperm das Perisperm verdrängt, der geringe Unterschied im Aussehen des Zellgewebes beider Organe erklären auch, dass Mirbel und Spach sowohl, als Meyen der Bildung des Endosperms nicht einmal Erwähnung thuen.

Die Deutung der von A. Brogniart gegebenen bildlichen Darstellungen des Samens von *Zea Mays*[a] folgt aus dem Vorstehenden von selbst. Die Fig. A stellt ein längst befruchtetes Eychen dar; was Brogniart als *amande* bezeichnet, ist der vom Endosperm bereits gänzlich angefüllte Embryosack; Brogniart's *tegmen* ist das Perisperm, das primäre Gewebe des Eykerns. Das Original jener Zeichnung stand auf der Altersstufe meiner fig. 10.

In allen wesentlichen Stücken erfolgt die Entwickelung des Embryo bei *Secale* und den verwandten Arten in gleicher Weise. Im unbefruchteten Eychen von *Secale montanum* T. V, f. 14 ist das Keimbläschen T. V, f. 14[b] schon 24 Stunden vor dem Aufblühen sehr deutlich zu erkennen. Im Chalaza-Ende des Embryosacks liegt, ähnlich wie bei *Sicyos* und *Echalium*, eine ganze Gruppe kugeliger Zellen. Bei *Elymus arenarius* ist das Verhalten dieser Zellen sehr auffällig: sie sind so gross, dass sie, wiewohl nur sechs bis acht an der Zahl, den Embryosack des unbefruchteten Eychens völlig ausfüllen; die oberen legen sich den weit kleineren kugeligen, von minder körnigen Stoffen dicht gefüllten Keimbläschen fest an. Nach erfolgter Befruchtung werden jene Zellen verflüssigt. Später bilden sich zahlreiche Endospermzellen, die zunächst die Wände des Embryosacks auskleiden, endlich an Zahl zunehmend dessen ganzen Raum ausfüllen. Unter Verdrängung der von allen Seiten es dicht umschliessenden Endospermzellen vergrössert sich das Embryokügelchen T. V, f. 15. 15[b] zum Embryo.

MONOTROPA HYPOPITYS.

(Taf. XII, Fig. 1—16).

Das anatrope Eychen von *Monotropa* besitzt nur ein Integument, eine Doppellage von Zellen. Die äusseren Zellen der Eyhaut sind beträchtlich grösser, als die drei- bis fünfmal zahlreicheren der inneren, dem Embryosack zugewandten Schicht f. 1. Der ganze von dem Integument umschlossene Hohlraum wird vom Embryosack eingenommen. Der Funiculus besteht aus einer centralen Zellenreihe, die von einer, im Querschnitt je sechs Zellen zeigenden, einfachen Lage von Zellen umgeben ist. Ein Gefässbündel tritt in die Raphe des Eychens nicht ein, wie es denn allen den Eychen fehlt, deren Funi-

---

[a] Annales des sciences naturelles 1828 Tab. 13 Fig. 1.

Digitized by Google

culus, in Richtung des Querschnitts, aus nur wenigen Zellen besteht, z. B. bei *Calluna, Ledum, Rhexia, Gesneria, Gloxinia, Achimenes, Begonia, Bartonia* u. v. A. — Der Bau des Eychens von *Monotropa* ist somit, abgesehen davon, dass der Nucleus nicht von zweien, sondern nur von einem Integumente überzogen wird, ganz der gleiche wie bei *Orchis;* ohne Zweifel erfolgt seine Entwickelung nach gleichen Gesetzen. Es hat mir an Gelegenheit zur Beobachtung der frühesten Zustände des Eychens gefehlt; ich konnte keine anderen Exemplare von *Monotropa* erlangen als der Blüthe sehr nahe.

Der Embryosack des einer 2‴ langen Knospe entnommenen Eychens (f. 1) ist langgestreckt keulig. Ziemlich in seiner Mitte, doch dem Mikropyle-Ende etwas näher, liegt ein Zellenkern mit dickschleimigem Inhalte, in welchem jetzt noch kein Kernkörperchen sich wahrnehmen lässt. Der Analogie mit Liliaceen, Orchideen u. A. nach dürfte dieser Kern der primäre der zum Embryosack umgewandelten Zelle sein. An beiden Enden des Embryosacks finden sich Anhäufungen von körnigem Schleime; die am Mikropyle-Ende ist die bei Weitem beträchtlichere. In ihr lassen sich zwei bis drei freie Zellenkerne wahrnehmen. — In den Eychen einer tiefer stehenden, also weiter entwickelten Knospe derselben Blüthentraube erscheint die Protoplasma-Masse am Mikropyle-Ende des Embryosacks in drei rundliche Ballen getheilt, deren jeder einen jener Zellenkerne umhüllt (f. 2).

Diese Protoplasmamassen sind in anderen, weiter entwickelten Eychen jede von einer Zellstoff-Membran umgeben; sie stellen so die drei Keimbläschen dar (f. 3. 4). Im Anfange sind diese ziemlich kugelig, bald aber dehnen sie sich in die Länge und erlangen eine keulig-birnförmige Gestalt. Häufig erstreckt sich die Längsdehnung nur auf zwei oder eines der Keimbläschen. Die Membran der im Wachsthum zurück gebliebenen wird dann bald aufgelöst; ihr Inhalt bleibt als trübe körnige Schleimmasse oft bis zum Zeitpunkte der Befruchtung am Mikropyle-Ende des Embryosackes noch erkennbar (f. 5). — Während der Ausscheidung der Zellwand der Keimbläschen tritt im centralen freien Kern des Embryosacks ein Kernkörperchen deutlich hervor. Stränge feinkörnigen Schleims führen von diesem Zellenkerne zu den Keimbläschen und nach dem Grunde des Embryosacks (f. 5—7).

Die sehr dünnen Pollenschläuche, deren Inhalt in durchfallendem Lichte hellgelb erscheint, erreichen noch vor dem Verwelken der Corolle den Eymund. Sie legen sich dem Mikropyle-Ende des Embryosacks an; in seltenen Fällen mit einer kappenförmigen Ausbreitung (f. 14) wie Karl Müller sie abbildete; häufiger schwillt der Pollenschlauch, wenn er den Embryosack berührt, nur ein wenig an und dringt dann, ähnlich wie bei *Orchis,* eine kurze Strecke seitlich zwischen Embryosack und Innenwand des Integuments (f. 10. 11); oft hat es auch mit der keuligen Anschwellung des Pollenschlauch-Endes sein Bewenden (f. 8).

In Folge der Befruchtung streckt eines der Keimbläschen sich etwas in die Länge (f. 8. 9. 10). Zugleich wird der centrale Kern des Embryosacks verflüssigt; an seiner Stelle bilden sich zwei neue, freiliegende Kerne. Durch eine zwischen beiden sehr plötzlich auftretende Scheidewand zerfällt der Raum des Embryosacks in zwei Zellen, die gleich bei ihrer Entstehung den Embryosack völlig ausfüllen. Die obere der beiden Zellen schliesst das befruchtete Keimbläschen ein; von den Kernen beider gehen Stränge körnigen Schleims strahlig aus (f. 9. 10).

Durch Entstehung zweier senkrecht über einander geordneter Tochterzellen in der unteren der beiden ersten Zellen des Endosperms, und durch wiederholte Theilung der so gebildeten zwei Zellen mittelst horizontaler Scheidewände verwandelt sich der Embryosack in einen, aus einer einfachen Reihe

Digitized by Google

von fünf bis acht grossen Zellen bestehenden Eyweisskörper (f. 11, 15). In einigen der Zellen desselben findet späterhin Theilung mittelst senkrechter Scheidewände statt (f. 15).

Durch fortgesetztes Wachsthum an dem der Chalaza zugewandten Ende der Membran des befruchteten Keimbläschens ändert sich dasselbe in einen langgestreckten cylindrischen Schlauch von geringem Querdurchmesser um (f. 11). Die Wandungen der Zellen des Endosperms werden durch die Längsdehnung des Keimbläschens eingestülpt (f. 11) oder auseinander gedrängt (f. 12). Eine Ansammlung körnigen Schleims findet sich in seinem fortwachsenden halbkugeligen Ende (f. 11). Ist dieses eine Strecke in den Eyweisskörper eingedrungen, so erscheint in jener Anhäufung von Bildungsstoff ein freier Zellenkern (f. 12, 13). Eine Querwand scheidet ihn bald vom oberen cylindrischen Raume des Keimbläschens (f. 14). In Letzterem zeigt sich kein Zellenkern; ich betrachte die im unteren halbkugeligen Ende des Keimbläschens durch das Auftreten jener Querscheidewand gebildete Zelle als durch Abschnürung desjenigen Theils des Primordialschlauchs des langgestreckten Keimbläschens entstanden, welcher den neu entstandenen Kern unmittelbar umgab.

Die neuentstandene Zelle, die zweite des Vorkeims, ist die erste des Embryo. Der Embryoträger besteht bei *Monotropa* nur aus dem schlauchartigen oberen Theile des langgestreckten Keimbläschens, ein Verhältniss das allen den Pflanzen zuzukommen scheint, deren Embryosack unmittelbar nach der Befruchtung in mehrere Zellen sich theilt (*Bartonia*, *Martynia*, *Digitalis*; vielleicht alle Labiaten und Personaten).

In der ersten Zelle des Embryo bilden sich, nach Resorption ihres Kerns (f. 15) zwei Zellen senkrecht übereinander (f. 16). Die beiden halbkugeligen Zellen, die somit den Embryo zusammensetzen, und die mittleren Zellen des Endosperms füllen von jetzt an sich rasch mit körnigen Stoffen; während die der Chalaza und der Mikropyle benachbarten Zellen des Eyweisskörpers, der Theil des langen Embryoträgers, welcher aus den lebenskräftigen Zellen des Endosperms hervorgeht, und die unbefruchteten Keimbläschen oder deren Reste zu fadenförmigen Anhängseln der eyförmigen Masse mit körnigen Substanzen dicht gefüllter Zellen verschrumpfen (f. 16). Der Same ist reif. Das Integument, dessen Zellen völlig durchsichtig bleiben, umgiebt als ein weiter Mantel den länglich elliptischen Eyweisskörper.

Mit Unrecht erklärt Klotzsch* die Angabe Lindley's** rücksichtlich der Beschaffenheit des Embryo von *Monotropa* für irrig. Der freilich überaus kleine und bei der Samenreife aus nur zwei Zellen bestehende Embryo liegt allerdings im oberen Theile der aus nur wenigen Zellen bestehenden Masse des Endosperms.

Von der Darstellung Karl Müllers*** weichen die Ergebnisse meiner Untersuchungen mehrfach ab. Müller giebt an, dass erst nach Einwirkung des Pollenschlauchs eine Keimzelle im Embryosack entstehe: — ich fand drei Keimbläschen längere Zeit vor dem Verstäuben des Pollens. — Den Eyweisskörper nimmt Müller für den Embryo, die Entwickelung des wirklichen Embryo übersah er in Folge dieses Irrthums. Im reifen Samen hat er den Embryo bemerkt und abgebildet, aber nicht erkannt, er nennt ihn „die Stammachse der Pflanze".

Auch mit einzelnen untergeordneten Punkten der Auffassung Müllers kann ich mich nicht einver-

---

* Berliner botan. Zeitung, 1847. S. 344.

** „Embryo inverse at the apex of fleshy albumen."

*** Berliner botan. Zeitung, 1847. S. 753.

Digitized by Google

standen erklären. Zwei freie Zellen, wie Müller sie f. 26 u. 27 seiner Abbildungen zeichnet, finden sich sicherlich nie im befruchteten Keimbläschen von *Monotropa;* hier waltet bei Müller entschieden ein Irrthum ob. Was Müller veranlasste, am Eychen von *Monotropa* zwei Integumente zu vermuthen, vermag ich nicht abzusehen; die Structur des Eys ist so einfach, dass der erste Blick den Ungrund jener Annahme darthut.

Denen von *Monotropa* ähnlich gebaut und vermöge ihrer Durchsichtigkeit, die alles Präpariren erspart, zur Beobachtung sehr geeignet sind die Eychen von *Achimenes* (T. V, f. 11) weniger die von *Gloxinia superba* (T. V, f. 13) und von *Begonia* (T. V, f. 9). Im Baue des Nucleus stimmen *Achimenes* und *Gloxinia* überein; der am Mikropyle-Ende bauchige, nach der Chalaza zu sich verengernde Embryosack verdrängt die seinen engeren Theil umgebende Zellschicht nicht; nur am Mikropyle-Ende berührt seine Membran unmittelbar die Innenwand der Eyhülle. Bei *Gloxinia* ist dieses Verhältniss weit schärfer ausgeprägt als bei *Achimenes.* Integument und Funiculus sind bei Letzterem eben so einfach gebaut als bei *Monotropa:* bei *Gloxinia* sind die, beide Organe zusammen setzenden Zellen zahlreicher. Die Keimbläschen sind im unbefruchteten Eychen sehr deutlich zu erkennen; bei *Gloxinia* ist das Eychen zuvor gelindem Drucke zu unterwerfen; bei *Achimenes* bedarf es dessen nicht. Bei Letzterem beobachtete ich die bei so vielen Gattungen vorkommende Erscheinung, dass gegen das Ende der Blüthezeit hin die Keimbläschen bis auf eines absterben (T. V, f. 12).

Die Entwickelung des Embryo habe ich weder bei *Achimenes* noch bei *Gloxinia* verfolgt; bei Letzterer tritt die Anhäufung körniger Stoffe in den Zellen des Integuments sehr bald der Beobachtung hindernd in den Weg; bei den mir zu Gebote stehenden Exemplaren mehrerer Arten von *Achimenes* fand, sorgfältiger künstlicher Uebertragung des Pollens auf die Narbe ungeachtet, keine Befruchtung statt.

Die Eychen der mir näher bekannten Arten von *Begonia* scheinen mir zur Ermittelung des Hergangs bei der Befruchtung nur schlecht geeignet. Ich untersuchte *B. cucullata, semperflorens, Dregei.*— Aeusseres und inneres Integument bestehen jedes aus zwei Zellenlagen. Der Embryosack, am Mikropyle-Ende keulig, nach der Chalaza zu bis zum Fadenförmigen verengert, wird von einer einfachen Lage zum Theil stark horizontal gestreckter Zellen allseitig umgeben. Das Nähere des Baues geht aus der fig. 9 meiner Tafel V hervor. Was Müller* auf fig. 38 als schnabelförmigen Anhang des innern Integuments abbildet, und im Texte als einen „im Kanale der äusseren Eyhaut befindlichen kleinzelligen „Körper, der öfters knieförmig gebogen sei und sich durch Druck isoliren lasse" beschreibt, ist entschieden nichts anderes als der Funiculus.

Am Mikropyle-Ende des Embryosacks sind schon vor dem Oeffnen des Perigons der weiblichen Blüthe die drei Keimbläschen, und neben ihnen ein freier Zellenkern recht wohl zu erkennen (T. V, f. 9, 10). Die während und nach der Befruchtung eintretenden Veränderungen aber mit Klarheit zu ermitteln war mir, wegen der in den Eyhüllen sich anhäufenden undurchsichtigen Stoffe, nicht möglich; trotz der Anwendung eines sehr guten (Plössl'schen) Instruments, welches bei 230 facher Linearvergrösserung die Querstreifen auf den gelben (im auffallenden Lichte blauen) Schuppen von *Lycaena Argus* ♂ mit voller Schärfe zeigt. Die Anwendung von Aetzkali macht die Eyhüllen nicht durchsichtiger.

Wenn auch somit ohne unmittelbares eignes Urtheil über die hier in Frage kommenden Ver-

*) Berliner botan. Zeitung, Jahrg. 1847, Tafel VII.

Digitized by Google

hältnisse, wage ich doch, die bildlichen Darstellungen K. Müllers fig. 43[a] und 43[b]*), gestützt auf die gewichtigsten Analogien, und auf den ausnahmslosen Widerspruch, in welchen meine zahlreichen klaren Beobachtungen an anderen Pflanzen mit ihnen stehen, für irrig zu erklären: — die erstere weil — ich darf es mit Bestimmtheit behaupten — in keinem anderen Falle zwei oder mehrere lose liegende Tochterzellen im befruchteten Keimbläschen vorkommen; die zweite aus demselben, namentlich aber aus dem Grunde, dass die Anordnung der fünf vom Keimbläschen umschlossenen Zellen nicht allein allen Analogieen, sondern auch Müller's eigener Figur 45 widerspricht. Der hier dargestellte zweizellige Embryoträger konnte sich aus dem in 43[b] dargestellten kugeligen Körper unmöglich entwickeln. Ich vermuthe, dass die jedenfalls sehr energisch wirkenden Reagentien, durch die aller Wahrscheinlichkeit nach Müller die Integumente durchsichtig zu machen wusste, und der von ihm angewandte starke Druck vielfach störend einwirkten. Namentlich mögen die unbefruchtet gebliebenen Keimbläschen — Müller thut, wie überall, auch bei *Begonia* der Mehrzahl der Keimbläschen keine Erwähnung und hält, entschieden irrig, seine Keimzelle (das befruchtete Keimbläschen) für späterer Entstehung als das Antreten des Pollenschlauchs an den Embryosack — zu der Anschauung beigetragen haben, nach welcher die fig. 43[b] entworfen wurde.

Die Mehrzahl der Eychen der von mir untersuchten Fruchtknoten von *Begonia semperflorens* blieb unbefruchtet. In diesen verdrängte der obere, bauchige Theil des Embryosacks die ihn umgebende Zellschicht. Die drei Keimbläschen und der freie Zellenkern blieben dabei noch lange zu erkennen (T. V, f. 10); noch dann fanden sie sich vor, als durch die porös verdickten Wände der Zellen des äusseren Integuments der befruchteten Eychen die Cotyledonen des Embryo schon hindurch schimmerten.

BARTONIA AUREA.

(Tafel II, Fig. 30—41; Tafel III, Fig. 1—14).

Der Nucleus des Eychens dieser Loasacee ist bei seinem Auftreten dem einer Orchidee vollkommen ähnlich: eine halbkugelige Zellenmasse, gebildet aus einer centralen, etwas grösseren Zelle (dem zukünftigen Embryosack) und einer einfachen, diese Zelle umhüllenden und bedeckenden, Zellschicht (T. II, f. 30). — Der Funiculus, wenn auch nicht ganz so einfach gebaut als bei den Orchideen, ist ebenfalls ein nur dünner cylindrischer Zellstrang. Dagegen ist das einzige Integument, welches den Eykern überzieht, ausserordentlich dick (T. II, f. 31).

Während der Bildung der Eyhaut erfolgt die Krümmung des im ausgebildeten Zustande anatropen Eychens. Die Innenwand des Integuments besteht, soweit sie den Nucleus berührt, aus kleinen, horizontal gestreckten, derbwandigen Zellen (T. II, f. 36; T. III, f. 1); diejenigen Zellen, welche den langen Mikropyle-Kanal bilden, sind ziemlich gross. In ihnen finden sich körnige Concremente einer in Wasser, Alkohol und Alkalien unlöslichen, in verdünnten Säuren löslichen weisslichen Substanz, wahrscheinlich eines Kalksalzes (T. III, f. 1).

Während das Integument sich zum Mikropylekanal zusammen schliesst, verdrängt der Embryosack die ihn umgebenden Zellen des Eykerns, so dass lediglich er die von der Eyhülle umschlossene

*) Berliner botanische Zeitung, Jahrgang 1847, Tafel VII.

Digitized by Google

Höhlung ausfüllt (f. 34). Bald darauf zeigen sich im Mikropyle-Ende des Embryosacks zwei, seltner drei, freie kugelige Zellenkerne mit wasserheller Inhaltsflüssigkeit und meist nur einem Kernkörperchen. Um jeden dieser Kerne entsteht eine Zelle (f. 35); die Keimbläschen sind somit gebildet. Fast stets erhält sich der primäre Kern des Embryosacks bis zur Befruchtung; sehr selten verschwindet er bald nach Bildung der Keimbläschen (f. 35).

Gleichzeitig mit dem Auftreten der Keimbläschen — etwa fünf Tage vor dem Aufblühen — werden die dem Embryosack nächsten der die Mikropyle bildenden Zellen aufgelöst. Diese Resorption schreitet in Richtung der äusseren Mündung des Mikropyle-Kanals rasch fort; es bildet sich dadurch über dem Scheitel des Embryosacks eine bauchige Höhlung, in die hinein der Letztere sich ausdehnt. In dieser Aussackung des Embryosacks erscheint ein freier kugeliger Zellenkern; sehr bald darauf wird sie durch eine, in der Verengerungsstelle des Embryosacks dicht über den Keimbläschen sich bildende Querscheidewand von dem Hauptraume des Embryosacks geschieden (T. II, f. 35). Auch vor der Bildung dieser Wand bleiben die Keimbläschen stets unterhalb der verengerten Verbindungsstelle des Embryosacks und seines Anhängsels, wahrscheinlich durch ihr Volumen am Durchgleiten gehindert.

Die Aussackung des Embryosacks wächst rasch in die Länge und Dicke, die bauchige Erweiterung des Mikropylekanals bald völlig ausfüllend. Ihr Zellenkern wird häufig zeitig verflüssigt; bisweilen erhält er sich bis nach erfolgter Befruchtung. Im ersteren Falle findet man stets einen dicken Strang körnigen Schleimes von der Basis bis zum Mikropyle-Ende der Aussackung in deren Achse verlaufend (T. II, f. 40; T. III, f. 1).

Während der Blüthezeit wird der Inhalt der Aussackung des Embryosacks zähe-schleimig, seine Farbe zieht ins Bräunliche, zahlreiche dunkel gefärbte Körnchen entstehen in ihm, die Membran verschrumpft und zeigt Falten. Offenbar ist das Organ im Absterben begriffen. Eines der Keimbläschen hat inzwischen an Grösse beträchtlich zugenommen (T. II, f. 40; T. III, f. 1) während das andere sehr häufig die beim Abortiren von Keimbläschen gewöhnlichen, dem eben erwähnten Verhalten des Anhängsels des Embryosacks durchaus ähnlichen Erscheinungen zeigt (T. III, f. 1).

Beim Beginn des Verwelkens der Petala erreicht der Pollenschlauch den Eymund. Am Mikropyle-Ende der Aussackung des Embryosacks ist deren Membran jetzt aufgelöst; der faltige Schlauch ist nach oben offen. In diese Oeffnung tritt der Pollenschlauch (T. III, f. 3, 6). Sein Durchmesser, während er die enge Mündung des Mikropyle-Kanals zurückgelegt $^1/_{350}'''$, nimmt während er den Anhang des Embryosacks durchläuft, oft um mehr als die Hälfte ab (T. III, f. 3, 6). An der Scheidewand angelangt, welche den ursprünglichen Raum des Embryosacks nach aussen vollkommen verschliesst, und unter der, mit ihren Scheiteln sie berührend, die Keimbläschen sich befinden, legt sich sein Ende ihr von aussen an (T. III, f. 2—9). Die Scheidewand bleibt dabei unverletzt, der Raum des Embryosacks vollkommen geschlossen; die Befruchtung kann nur durch endosmotischen Austausch der Inhaltsflüssigkeiten des Pollenschlauchs und des befruchtet werdenden Keimbläschens vor sich gehen. Die erste sichtbare Folge der Befruchtung ist die Resorption des primären centralen Kerns des Embryosacks. Sie erfolgt ganz in gleicher Weise wie bei den Liliaceen: die Membran des Kerns vergrössert sich sehr beträchtlich, der Inhalt wird fast wasserklar, dabei nimmt das Kernkörperchen oft seltsam unregelmässige Formen an (T. III, f. 2). Endlich wird die Membran des vergrösserten Kerns aufgelöst; seine Inhaltsflüssigkeit vermengt sich mit der des Embryosacks. Jetzt zeigen sich im Embryosack kugelige, von einer Scheinmembran bekleidete Massen körnigen Schleims — den kugeligen Tropfen

Digitized by Google

ähnlich, die nach Resorption des primären Kerns der Pollenmutterzelle von *Tradescantia* in dieser sich finden* nur weit grösser (T. III, f. 3). Wie ich schon bei *Fritillaria imperialis* erwähnte, sind ähnliche Erscheinungen — eine Neigung der eyweissartigen Stoffe des Zelleninhalts, sich zu kugeligen bläschenartigen Gebilden gewissermassen selbständig zu individualisiren — häufig in solchen Zellen, in denen ein lebhafter Zellenbildungsprocess beginnen will.

Bald entstehen in der Inhaltsflüssigkeit des Embryosacks zwei neue, ziemlich grosse elliptische Zellenkerne, meist jeder mit zwei Kernkörperchen. Zwischen ihnen zeigt sich plötzlich eine horizontale Scheidewand, die den ganzen Raum des Embryosacks in zwei Zellen, die ersten des Eyweisskörpers, theilt. Von ihren Zellenkernen gehen Schleimströmchen strahlig aus. Sehr selten sind die Längsdurchmesser beider neuentstandener Zellen ziemlich gleich (T. III, f. 4); gewöhnlich ist der der oberen Zelle, welche das befruchtete Keimbläschen umschliesst, sehr gering (T. III, f. 5); so gering, dass schon beim Beginn der bald darauf eintretenden Längsdehnung des Keimbläschens die Scheidewand eingestülpt wird (T. III, f. 6).

Diese Veränderungen erfolgen in sehr kurzer Zeit, binnen zweien bis dreien Stunden nach dem Anlangen des Pollenschlauch-Endes an der, die Verengerungsstelle des Embryosacks verschliessenden Scheidewand. Während sie vor sich gehen, concentrirt der Inhalt des befruchteten Keimbläschens sich sehr bedeutend. Zahlreiche kleine, in lebhafter Molecularbewegung begriffene Körnchen zeigen sich in dem, das Licht stark brechenden lichtgelben Schleime. Wenn das Präparat auch nur kurze Zeit im Wasser des Objectträgers gelegen, wird die Membran des Keimbläschens durch Anschwellen des sehr hygroskopischen Inhalts zersprengt, und ein Theil desselben — abgeschnürte Theile des Primordialschlauches, — tritt in Form kugeliger Schleimbläschen aus dem Risse der Wandung hervor (T. II, f. 4b); ganz ähnlich wie bei den Pollenmutterzellen von *Passiflora***.

Gleichzeitig mit der Bildung der beiden ersten Zellen des Endosperms beginnt eine starke Längsdehnung des befruchteten Keimbläschens (T. III, f. 4), in Folge deren es sich zu einem cylindrischen Schlauche umändert. Sein Zellenkern wird jetzt resorbirt (T. III, f. 6, 8). Die Zellen des Endosperms, und zwar vorzugsweise, fast ausschliesslich die untere (T. III, f. 6, 7, 8) vermehren sich währenddem durch Theilung mittelst horizontaler Scheidewände, die ganz in gewöhnlicher Weise zwischen zwei neuentstandenen Zellenkernen auftreten, deren Bildung die Verflüssigung des primären Kerns der Mutterzelle voranging (T. III, f. 6). So wird der Eyweisskörper zu einer einfachen Reihe von fünf bis acht Zellen. Das Keimbläschen wächst unterdess beträchtlich in die Länge, es wird zu einem langcylindrischen Schlauche, der die oberen drei bis vier Zellen des Endosperms einstülpt (f. 7), oder, da gewöhnlich in jeder derselben inzwischen zwei horizontal neben einander geordnete Tochterzellen sich gebildet haben, die einander berührenden Membranen dieser Tochterzellen soweit auseinander zwängt, als nöthig ist, ihn durchzulassen (f. 9). Die Saftströmung der Endospermzellen wird durch die Formveränderungen nicht gestört, welche das sich entwickelnde Keimbläschen ihnen zufügt. — In dem, der Chalaza zugewandten fortwachsenden Ende des Letzteren, in welchem, wie bei *Monotropa*, körniges Protoplasma angehäuft ist, entsteht jetzt ein kugeliger Zellenkern (T. III, f. 7), der bald, nach kurzem weiteren Längenwachsthum des Keimbläschens, durch eine horizontale Scheidewand von dem oberen langcylindrischen,

---

*) Berliner botan. Zeitung, 1848, No. 23.

**) Dieselbe Zeitschrift, 1848, No. 37, 38.

Digitized by Google

lediglich mit wasserheller Flüssigkeit gefüllten Raume des Keimbläschens geschieden erscheint (T. III, f. 9—11). Im oberen Theile des Keimbläschens ist kein Zellenkern vorhanden; ich betrachte demnach die neuentstandene kleine halbkugelige Zelle als aus der Abschnürung desjenigen Theils des Primordialschlauchs des Keimbläschen hervorgegangen, welcher den am Chalaza-Ende des langgedehnten Keimbläschens neugebildeten Zellenkern unmittelbar umgab. Sie, die zweite Zelle des Vorkeims, ist bereits die erste des Embryo.

Durch fortgesetzte Theilung seiner einzelnen Zellen mittelst theils horizontal theils vertical gestellten Scheidewände wird der Eyweisskörper zu einer eyförmigen Zellenmasse. Zu Anfang ist das Wachsthum in die Dicke am Mikropyle-Ende bedeutender (f. 13), bald aber wird es vom Chalaza-Ende überholt (f. 14). Die erste Zelle des Embryo verwandelt sich währenddem in einen streng kugelförmigen Körper sehr kleiner, überaus regelmässig geordneter Zellen (f. 13^b), der rings von der Masse des Endosperm fest umschlossen wird (f. 13). Die langcylindrische Zelle, welche den Embryoträger darstellt, wird durch das Wachsthum der sie umgebenden Zellen bis zum Verschwinden zusammen gedrückt.

Aus dem Embryokügelchen sprossen Cotyledonen und Würzelchen hervor. Bei ihrem Auftreten entsteht inmitten des Eyweisskörpers, durch Verflüssigung der centralen Zellen desselben, eine länglich-elliptische Höhlung (f. 14^a), die vom nachwachsenden Embryo allmälig wieder ausgefüllt wird. Der Embryo ist dadurch ausgezeichnet, dass beinahe die ganze der Chalaza zugewandte Oberfläche des Embryokügelchens von den sehr dicken fleischigen Cotyledonen eingenommen wird (T. III, f. 14^a); die kleine Zellengruppe welche die Terminalknospe darstellt, entwickelt sich bis zur Samenreife nicht weiter. Die Terminalknospe des Embryo ist gewissermassen ideal, ein Analogon ihres Verhaltens bei *Fritillaria*, das bei den Dicotyledonen, namentlich bei den Gattungen mit stark entwickelten Endosperm nicht eben selten ist.

Im reifen Samen ist der sonderbar gestaltete Embryo (T. III, f. 14^b) von fleischigem Endosperm dicht umschlossen. Die Aussenwände der papillösen Epidermiszellen des Integuments sind zur Zeit der Samenreife von glasigem Membranenstoffe stark verdickt, der so hart ist, dass er sich kaum schneiden lässt.

Es mangelte mir an genügendem Material um die Entwickelung des Embryo von *Martynia diandra* vollständig zu ermitteln. Soweit meine Beobachtungen reichen, stimmt sie mit dem Entwickelungsgange des Embryo von *Bartonia* aufs genaueste überein, selbst der Bau des Integuments ist bei beiden Gattungen der gleiche. Nur durch raschere Massenzunahme des Endosperms und durch die wunderbare Länge, welche das zum cylindrischen Schlauche werdende befruchtete Keimbläschen erreicht, unterscheidet sich der junge Same von *Martynia* von dem von *Bartonia*. Schleiden ist entschieden im Irrthum, wenn er den langen Embryoträger für eine Fortsetzung des Pollenschlauchs hält.

POLYGONUM ORIENTALE.

(Taf. XII, Fig. 17—25).

Das aufrechte ungekrümmte Eychen dieser Pflanze ist von zwei Integumenten — beide sehr dünn — überzogen, von denen nur das innere an der Bildung des Eymunds Theil nimmt. Das durch den Funiculus eintretende Gefässbündel endigt mit einer becherförmigen Ausbreitung seiner Spiroïden,

Digitized by Google

die weit in die äussere Eyhülle hineinreicht. Der Scheitel des Embryosacks ist von einer einfachen Schicht langgestreckter enger derbwandiger Zellen bedeckt; dem Eymund gegenüber ist dieser Zellenlage ein keuliger Körper zartwandiger rundlicher Zellen aufgesetzt (f. 19, 24). Diese keulige Zellenmasse, die eigentliche Kernwarze, ragt weit aus dem Eymunde hervor (f. 17).

Einen bis zwei Tage vor dem Aufblühen finden sich am Mikropyle-Ende des Embryosacks zwei, seltener nur eine, meist kugelige (f. 18—20), bisweilen gestreckt eyförmige (f. 24) zartwandige Zellen, die Keimbläschen. Der kugelige, mit wasserheller Flüssigkeit gefüllte Zellenkern derselben zeigt in der Regel nur ein Kernkörperchen. Nie fand ich drei Keimbläschen, stets aber in der Nähe des einen oder der zwei eine Wolke bräunlichen körnigen Schleims, was auf das zeitige Fehlschlagen und die Auflösung eines der Keimbläschen schliessen lässt. In jungen Keimbläschen ist das Protoplasma des Inhalts gleichmässig im Zellsafte vertheilt; später überzieht es als dünne Schicht die Innenwand; beim Herannahen der Befruchtung erscheint es nicht selten in, vom Zellenkern ausgehende, Schleimströmchen geordnet (f. 20). Auf gelungenen Schnitten bemerkt man, dass einfache Stränge körnigen Schleims von den Keimbläschen nach dem Grunde des Embryosacks führen (f. 19).

Der Zusammenhang der Zellen der keuligen Kernwarze lockert sich während des Blühens. Der sehr dicke Pollenschlauch langt bald nach dem Verstäuben des Pollens bei ihr an. Während er den Griffel durchläuft, färbt dieser, bis dahin rein weiss, sich intensiv rosenroth. Der Scheitel des Fruchtknotens, vorher rein grün, beginnt eine bräunliche Farbe anzunehmen.

Der Pollenschlauch durchwächst rasch die lang vorgezogene Kernwarze, sie zum Theil zerstörend. Er drängt sich zwischen die gestreckten Zellen der den Embryosack bedeckende Schicht, und legt sich an dessen Membran von aussen an (f. 21). Eines der Keimbläschen verwandelt sich in Folge der Befruchtung entweder in eine kurze Zellenreihe (f. 23), oder in einen noch kürzeren Zellenkörper, aus zwei Paaren horizontal neben einander geordneten Zellen und einer Endzelle bestehend. Aus der endogenen Vermehrung letzterer (f. 22) oder der Endzelle der aus vier bis fünf Zellen bestehenden Reihe geht das Embryokügelchen hervor.

Der Embryosack hat währenddem sich erweitert und das Gewebe des Perisperms, mit Ausnahme des der Chalaza zunächst gelegenen Theils verdrängt. Er beginnt jetzt mit Endosperm sich zu füllen, ganz in gleicher Weise wie der von *Zea*: die in der Inhaltsflüssigkeit des Embryosacks freischwimmend entstehenden kugeligen Zellen schlagen sich auf dessen Wänden nieder und verbinden sich zu Parenchym.

Am Mikropyle-Ende erfolgt die Ablagerung der Endospermzellen weit schneller als am entgegengesetzten. Bei der Weite des Embryosacks von *Polygonum* lässt sich sehr leicht beobachten, dass die bei ihrer Entstehung kugeligen freien Zellen die dodekaëdrische Form annehmend sich früher fest an einander schliessen, als der Embryosack von ihnen ausgefüllt ist. Die Formänderung kann also keine Folge gegenseitigen Drucks sein. Ich glaube, sie ist lediglich dem Umstande zuzuschreiben, dass die endosmotische Zuführung des den Embryo ernährenden Saftes durch diese Zellen hindurch geschieht; allgemein findet man, dass die Wandungen früher freier Zellen, zwischen denen ein lebhafter endosmotischer Austausch von Flüssigkeit eintritt, sich fest, bis zum völligen Verwachsen, aneinander legen.

Schon sehr frühe wird der zum Embryoträger gewordene wenigzellige Vorkeim unkenntlich. Beim Beginn des Hervorsprossens der Cotyledonen ist der Embryosack bereits vollständig vom Endo-

Digitized by Google

sperm ausgefüllt. Es scheint, dass die centralen Zellen des Eyweisskörpers dem grösser wachsenden Embryo stärkeren Widerstand entgegensetzen, als die seitlichen, und dass hierauf die schiefe Lage des Embryo im reifen Samen beruht.

HELIANTHUS ANNUUS.

(Taf. XIII, Fig. 15—21).

Das Eychen einer Knospe, bis zu deren Aufblühen noch ungefähr acht Tage zu verstreichen haben, ist eyförmig; der Embryosack, im Verhältniss zur Masse des Eys nur klein, hat das Gewebe des Eykerns bereits völlig verdrängt, und liegt, ähnlich wie bei *Bartonia*, der Innenwand des einfachen Integuments unmittelbar an. Eine zweite Aehnlichkeit mit dem Bau des Eychens jener Loasacee zeigt das von *Helianthus* darin, dass die Zellen der innersten, den Embryosack berührende Zellschicht des sehr massigen Integuments stark in die Breite gestreckt und etwas derbwandig sind. Der lange Mikropylekanal ist schnurgerade; die Chalazaregion nimmt jetzt etwa die Hälfte des Eychens ein (f. 15).

Bis zur Blüthezeit streckt Letztere sich so sehr in die Länge, dass sie mehr als drei Viertheile des Eychens beträgt (f. 16). Zwei bis drei Tage vor dem Aufbrechen der Corolle erscheinen am Mikropyle-Ende des Embryosacks die Keimbläschen; drei, bei völliger Ausbildung ziemlich lang gestreckte, meist birnförmige zartwandige Zellen mit deutlichem Zellenkern (f. 17. 18). Unter ihnen findet sich häufig, nicht immer, ein grosser freier kugeliger Zellenkern. Eine dicke Schleimschicht, nicht in feine Stränge zerspalten, überzieht die Innenwand des Embryosacks, und umgiebt jenen freien Kern. Im verengerten Chalaza-Ende haben sich senkrecht über einander zwei bis drei grosse Zellen, mit elliptischem Kern und von diesem ausgehenden Bänden körnigen Schleimes gebildet. — Noch vor der Befruchtung sterben häufig zwei der Keimbläschen ab, während das Dritte an Grösse zunimmt (f. 18).

Der Pollenschlauch erreicht den Embryosack etwa zwei Tage nach Entfaltung der beiden Narbenzipfel, lange bevor die Corolle vertrocknet. Ohne die Membran des Embryosacks zu verletzen, drängt er sich eine kurze Strecke zwischen sie und die Eyhülle, ähnlich wie bei *Orchis*. Der Kern des befruchteten Keimbläschens verschwindet sofort (f. 19).

Von jetzt an häuft sich der dichte undurchsichtige Schleim im Mikropyle-Ende des Embryosacks dermaassen, es bilden sich in ihm so zahlreiche Zellenkerne und Zellen, dass es sehr schwer hält, eine zur vollständigen Ermittelung der Vorgänge im befruchteten Keimbläschen hinreichende Zahl klarer Beobachtungen zu sammeln. Nur durch vorsichtig und allmälig ausgeübten ungleichen Druck gelingt es, eine einigermaassen deutliche Ansicht sich zu verschaffen, wie die ist, welche meinen Fig. 19. 20 zu Grunde liegt. — Durch wiederholte Theilung mittelst horizontaler Scheidewände wird das Keimbläschen zu einer einfachen Reihe von etwa vier Zellen, dem Vorkeim, aus dessen Endzelle, zunächst durch Theilung mittelst einer senkrechten Scheidewand, das Embryokügelchen hervorgeht (f. 20).

Während der Entwickelung desselben entsteht, in gleicher Weise wie bei *Sorghum*, *Ecbalium* u. A. eine mehr oder minder mächtige Schicht zartwandigen Endosperms, welche den Embryosack, mit Ausnahme des Chalaza-Endes das von jenen grossen vertical geordneten Zellen eingenommen wird,

Digitized by Google

auskleidet. Die innerste Zellschicht des Integuments zeigt dabei ein sehr eigenthümliches Verhalten. Nicht nur vermehren sich ihre Zellen stark in senkrechter Richtung, besonders die der Chalaza nächsten, so dass dieser Zellenmantel den Embryosack bei seinem Eindringen in die Chalaza-Region fortwährend begleitet; sondern sie theilen sich auch an einzelnen ungleich vertheilten Stellen wiederholt durch senkrecht gestellte Scheidewände. Dadurch entstehen warzige Hervorragungen, durch stellenweise grössere Lebhaftigkeit der Zellenvermehrung mittelst wagrechter Scheidewände auch wirkliche Aussackungen der den Embryosack umgebenden Zellenhülle (f. 21). Der Zusammenhang derselben mit dem übrigen Parenchyme des Integuments wird dabei gänzlich aufgehoben. — Bei fernerer Ausbildung des Samens, während welcher der Embryosack den grössten Theil des Gewebes der Chalaza verdrängt, erhalten sich die Reste jener Zellschicht besonders am Grunde desselben. Sie stellen dann die Erscheinung dar, welche Meyen als „Anhang des Embryosacks" beschreibt und abbildet*.

Aus dem Embryokügelchen sprossten inzwischen Cotyledonen und Würzelchen hervor. Fortwährend an Grösse zunehmend, verdrängt der Embryo die wenigen Lagen von Endospermzellen, so dass bei der Samenreife ausschliesslich er die Höhle des Embryosacks ausfüllt.

In den Räumen der im Mikropyle-Ende des Embryosacks entstandenen zwei bis drei senkrecht über einander geordneten Zellen bildet sich kein Zellgewebe; sie bleiben, bis sie nebst dem sie umschliessenden, aus der Metamorphose der inneren Zellenlage des Integuments entstandenen Zellenmantel vom nachwachsenden Embryo verdrängt werden, lediglich von wässeriger Flüssigkeit erfüllt (f. 21). Bei *Linum perenne* werden wir eine ähnliche Erscheinung finden.

ECBALIUM AGRESTE.

(Taf. XIII, Fig. 6—14).

Der Bau des unbefruchteten Eychens der Cucurbitaceen ist durch die Darstellungen Schleidens** bekannt: zwei Integumente, das innere dünn, das äussere dick fleischig, umschliessen den Eykern; die spitz kegelförmige *(Ecbalium)*, oder cylindrische *(Sicyos, Cucurbita)* Kernwarze ist durch den langen, ausschliesslich vom innern Integumente gebildeten Mikropyle-Kanal vorgezogen. Der Embryosack, eine im Verhältniss zu den beträchtlichen Dimensionen des unbefruchteten Eys sehr kleine, eyförmige Zelle liegt unmittelbar unter der langen schnabelförmigen Kernwarze. Die Zellen des centralen Stranges dieser Letzteren sind zartwandig, ihr Inhalt sehr durchsichtig. Dies mag Amici zu der Ansicht veranlasst haben, die Kernwarze der Cucurbitaceen sei von einem Kanale durchbohrt***. Bei *Sicyos angulata* ist jenes Verhältniss besonders auffällig, so dass ich erst durch genaueste Untersuchung mich davon überzeugen konnte, dass der Embryosack nicht nach oben in eine feine, die ganze Kernwarze durchsetzende Röhre auslaufe.

---

*) Pflanzenphysiologie Bd. III S. 303 und Taf. XV Fig. 24.

**) Grundzüge wissensch. Botanik II. Aufl. 2. Bd. Taf. IV, Fig. 45 und regensburger botan. Zeitung Jahrg. 1845, No. 38.

***) Regensburger botanische Zeitung Jahrg. 1844 No. 21.

Digitized by Google

Bei *Ecbalium* ist der Embryosack nicht ganz so klein, wie bei *Cucurbita* z. B. Kurz vor dem Aufbrechen des Perigons erscheinen, am Mikropyle- und am Chalaza-Ende das Ende des Embryosacks, in dem hier angehäuften körnigen Schleime einige freie Zellenkerne (f. 6). Um die zwei bis drei am Mikropyle-Ende entstandenen bilden sich Zellen, die Keimbläschen; nur einer der Kerne macht hiervon bisweilen eine Ausnahme (f. 7); die zwei bis drei Kerne am Chalaza-Ende dagegen bleiben häufig während ihrer ganzen, übrigens nur kurzen Lebensdauer frei; es entstehen keine Zellen um sie. — Bei ihrem Entstehen sind die Keimbläschen nahezu kugelig (f. 7); während der Blüthezeit nehmen sie eine gestreckte Form an (f. 8).

Der sehr dicke Pollenschlauch erreicht den Eymund noch während der Frische des Perigons. Die kegelförmige Zellenmasse der Kernwarze wird von ihm rasch durchlaufen und theilweise zerstört (f. 9. 10). Soweit der Pollenschlauch von dem Zellgewebe des Eykerns umgeben wird, verdickt seine Membran sich sehr bedeutend, bei Benetzung mit Kalilauge tritt eine eigenthümliche querfaserige Structur in ihr hervor (f. 12).

Am Embryosacke angelangt stülpt der Pollenschlauch dessen Membran leicht ein (f. 9, 10). So verharrt er längere Zeit, etwa 48 Stunden, ohne auf die Keimbläschen eine Einwirkung zu äussern. Es ist dies die Zeit, während welcher die junge Frucht so ziemlich die Dimensionen beibehält die sie als unbefruchtetes Germen besass.

Plötzlich treten die Folgen der Befruchtung mit reissender Schnelligkeit ein: der Embryosack vergrössert seinen Längsdurchmesser um das Vier- bis Fünffache, seinen Querdurchmesser ums Doppelte. Die Zellenkerne oder Zellen an seinem Mikropyle-Ende verschwanden schon etwas früher. Der primäre Kern des befruchteten Keimbläschens wird resorbirt (f. 9); durch höchstens zweimal wiederholte Theilung mittelst horizontaler, zwischen je zwei neuentstandenen Kernen auftretender Scheidewände verwandelt es sich in eine sehr kurze Zellenreihe, den Vorkeim (f. 11), aus dessen der Chalaza zugewandter Endzelle, zunächst durch Bildung zweier Tochterzellen horizontal neben einander, der Embryo hervorgeht. Auch im Aeusseren der Frucht offenbart sich das lebhafte Wachsthum welches die Befruchtung hervorrief; sie wächst in sehr kurzer Zeit ums Doppelte, auf 2″ Länge.

Die unbefruchteten Keimbläschen verschrumpfen. Im Innern des Embryosacks, nahe der Wandung, fast ihr anliegend, erscheinen sehr zahlreiche freie Zellenkerne. Indem um dieselben Zellen sich bilden, entsteht eine den Embryosack auskleidende Schicht von Endosperm. Ihrer Innenseite lagert sich eine zweite Schicht von Zellen an, dieser eine dritte, und so fort bis der Embryosack, ähnlich wie bei *Sorghum, Zea, Polygonum* u. m. A. von festgeschlossenem Zellgewebe angefüllt ist, welches das Embryokügelchen dicht umschliesst, so dass dieses bei jedem Schritte seiner Ausbildung zum Embryo wie er im reifen Samen erscheint, Zellen des Endosperms verdrängen muss (f. 13). Der vom Endosperm ausgefüllte Embryosack nimmt jetzt nur etwa ein Sechstheil vom Raume des Eykerns ein; das Verhältniss bietet, abgesehen von der niederen Entwickelungsstufe des Embryo der Cucurbitacee, der noch nicht weiter als zu einer kugelförmigen Zellgewebsmasse ausgebildet ist, viele Aehnlichkeit mit dem Baue des reifen Samens von *Nuphar;* namentlich insofern, als auch bei *Ecbalium,* noch deutlicher bei *Cucurbita,* das Mikropyle-Ende des Eyweisskörpers sich zapfenartig gegen die Chalaza hin verlängert.

Von jetzt an bis zur Samenreife vergrössert der Same von *Ecbalium* sich nicht weiter; in seinem Innern gehen aber noch die wichtigsten Veränderungen vor sich.

Digitized by Google

Das Endosperm verdrängt, theils durch Vermehrung seiner Zellen, besonders der des verjüngten Mikropyle-Endes (wie bei *Sorghum, Zeaj,* hauptsächlich aber durch die sehr bedeutende Ausdehnung der Zellen seiner Mittelregion (die Zellen seines Mikropyle- und Chalaza-Endes bleiben kleiner) rasch das aufgelockerte Zellgewebe des ganzen Perisperms. Aus dem Embryokügelchen, dessen kurzer Träger schon früher verschwand, sprossen unterdess Radicula und Cotyledonen hervor (f. 14). Jetzt beginnt ein schnelles Wachsthum der Cotyledonen. Sie verdrängen, unter rascher Vervielfältigung ihrer Zellen, das Endosperm eben so schnell, als jenes das Perisperm verdrängt hatte; es nimmt nunmehr der Embryo ausschliessend den von den Eyhüllen umschlossenen Raum ein. Der Same ist reif.

Die sehr gross werdenden Zellen des in der Auflösung begriffenen Endosperms zeigen bei *Ecbalium* ähnliche Erscheinungen wie sie Hartig* an *Cucurbita Pepo* beschreibt und abbildet. Sie lassen sich im Allgemeinen als eine, von dem ebenfalls bedeutend vergrösserten Zellenkerne strahlig ausgehende Anordnung des körnigen Schleims in stromartige Stränge characterisiren. Körniger Schleim überzieht ausserdem, wie in allen noch nicht verholzten Zellen, die Innenwand der Zelle als ungleich dicke Schicht (Hartigs Ptychoderaum), von der die schleimige höchst zarte Membran, der Primordialschlauch, welche den gesammten Zelleninhalt und auch jene Schleimschicht einschliesst, wohl zu unterscheiden ist. Hier und da im Zellenraume finden sich grössere und kleinere bläschenartige Gebilde, wie sie in so vielen saftigen, dem Absterben nahen Zellen, denen des Fruchtfleisches z. B., sich finden. Die Deutung derselben als Zellenkerne (Cytoblasten), die Erklärung localer Anhäufungen von Schleim als Zellenanfänge, wie Hartig in jener Schrift sie giebt, scheint mir ebensowenig haltbar, als der Versuch überhaupt, die Bildung der Zellen ausschliesslich aus solchen Erscheinungen zu erklären, welche an Zellen, deren Entwickelung völlig vollendet ist, sich beobachten lassen.

Meine Darstellung steht zum Theil in entschiedenem Widerspruche mit der von Schleiden gegebenen**; ich kann ihm gegenüber mich nur auf die Natur berufen. Wer, im Besitz eines guten Mikroskops — die Anwendung einer Linsencombination von grosser penetrirender Kraft ist unumgängliches Erforderniss — mit einiger Ausdauer an die Untersuchung unbefruchteter Eychen von *Sicyos* und *Ecbalium* geht, wird sich bald von der Falschheit des Ausspruchs überzeugen, der vor Kurzem noch mit so grosser Sicherheit in den, unter der Mitredaction Schleidens stehenden „Notizen für Natur- und Heilkunde" gethan wurde: im Embryosack der Cucurbitaceen fehle vor der Einwirkung des Pollenschlauchs ganz entschieden das Keimbläschen.

Es scheint mir ausser Zweifel, dass bei allen Cucurbitaceen Bau und Entwickelungsgang des Eychens im Wesentlichen dieselben seien, wie bei *Ecbalium*. Bei *Cucurbita* füllt sich der Embryosack später mit Endosperm, als bei jener. *Sicyos angulatus* zeichnet durch gestreckte Form der Keimbläschen (T. XIII, F. 2. 3), durch die grosse Zahl der vor der Befruchtung am Chalaza-Ende des Embryosacks entstehenden Zellenkerne (T. XIII, F. 1. 2), und durch die eigenthümliche Form des Endostoms sich aus, dessen Mündung wie ein Kragen über die Ränder des äusseren Integuments zurück geschlagen ist (T. XIII, F. 1, 2).

---

*) Leben der Pflanzenzelle S. 12 und Fig. 22. 23.

**) Regensburger botan. Zeitung 1845 No. 38 *Cucurbita Pepo*, Grundzüge II^te^ Aufl. 2^r^ Band Taf. IX. *Ecbalium agreste*.

Digitized by Google

A. Brogniart's Beobachtungen an *Ecbalium agreste** und *Cucurbita cerifera* reichen bereits völlig so weit, als die vollständigsten Meyens. So hat Brogniart namentlich die Trennung zwischen Pollenschlauch und Keimbläschen völlig ermittelt (f. 2^B 3^C a. a. O.), an *Ecbalium agreste* selbst die Mehrzahl der Keimbläschen gefunden. Die Deutung jener Zeichnungen so weit sie Theile von *Ecbalium agreste* darstellen, muss aber, nach dem jetzigen Stande unseres Wissens, eine Andere werden als die von Brogniart selbst gegebene. Die *cavité centrale de l'amande* ist der, nach erfolgter Befruchtung vergrösserte Embryosack; das an den Figuren 2^{ABC} als *sac embryonnaire* bezeichnete Organ ist das Keimbläschen. (Dass der *tube conducteur du mamelon d'impregnation* der Pollenschlauch sei, bedarf keiner weiteren Auseinandersetzung). — Das „grünliche" Kügelchen *i* auf Fig. 3^D im Innern des befruchteten Keimbläschens von *Cucurbita cerifera*, von Brogniart als Rudiment des Embryo bezeichnet, ist wohl nichts weiter, als der Zellenkern des Keimbläschens. Bestimmt kann ich mich hierüber nicht äussern, da die betreffende Pflanze mir nicht zu Gebote stand.

DAPHNE LAUREOLA.

(Taf. IX, Fig. 24—35).

Schon beim Eintritt der Winterruhe ist das anatrope Eychen von den beiden dickfleischigen Integumenten vollständig überzogen; der Embryosack, eine längliche eyförmige Zelle, nimmt ungefähr die Mitte des Eykerns ein. Diejenigen Zellen, welche das stark verengerte Chalaza-Ende des Embryosacks umgeben, unterscheiden sich, wie bei vielen Pflanzen, durch dunkler gefärbten körnigen Inhalt und durch gestreckte Form auffällig von den übrigen des Eykerns. Ein dicker Strang leitenden Zellgewebes — prosenchymatische Zellen von sehr geringem Querdurchmesser, — ragt durch den weiten Eymund bis auf die Kernwarze (f. 24).

Bei dem Wiederbeginn der Vegetation, in den ersten Tagen des März, findet sich im Centrum des Embryosacks ein grosser freier Zellenkern, wahrscheinlich der primäre des Embryosacks, — ein längliches Ellipsoïd, mit gewöhnlich zwei Kernkörperchen. Dicke Stränge körnigen Schleims gehen von ihm aus; die Innenwand des Embryosacks ist von einer mächtigen Schicht ähnlichen Schleims ausgekleidet. Am Mikropyle- und am Chalaza-Ende des Embryosacks erscheinen einige freie Zellenkerne (f. 25). Bald bilden sich um sie Zellen (f. 26); die am Chalaza-Ende sind diesem gewissermassen eingepresst; die am Mikropyle-Ende, bedeutend kleiner als jene, sind kugelig. Letztere sind die Keimbläschen. Der Inhalt aller dieser Zellen ist dem ihrer Kerne so gleichartig, dass Letztere nur mit vieler Mühe zu erkennen sind; Kernkörperchen zeigen sie jetzt noch keine.

Der grosse ellipsoïdische Kern des Embryosacks wird sehr bald resorbirt. Der Nucleus des Eychens streckt sich in die Länge, mit ihm der Embryosack, der dadurch eine nahezu cylindrische Form annimmt (f. 24. 27. 30). So erscheint das Ey schon zwei bis drei Wochen vor dem Aufblühen der Corolle und dem Ausstreuen des Pollens; bei keiner mir bekannten Pflanze ist die Bildung der

---

*) *Annales des sciences naturelles* 1826 Taf. 10.

Digitized by Google

Keimbläschen früher vollendet, bei keiner ist die sichere Ueberzeugung von dem Vorhandensein der Keimbläschen lange vor der Befruchtung leichter zu gewinnen.

Die Veränderungen, welche bis zum Zeitpunkt der Befruchtung im Innern des Embryosacks eintreten, sind: die Bildung freier Zellenkerne, und — doch ist Letzteres nicht eben Regel — das Absterben eines oder zweier der Keimbläschen.

Ueber den Zellen, welche dem Chalaza-Ende des Embryosacks eingepresst sind, erscheint eine lichte Wolke körnigen Schleimes (f. 27, 30). In ihr finden sich kleine Bläschen mit schleimiger Membran ohne festen Inhalt (die beiden oberen Figuren 27^b). Etwas später zeigen sich im Innern der grösser gewordenen Bläschen kleine kugelige Körperchen; die bläschenartigen Gebilde erscheinen jetzt deutlich als freie Zellenkerne (die beiden unteren Figuren 27^b). Schon acht Tage vor der Befruchtung treten diese Zellenkerne im Embryosack auf; während der Entwickelung eines der Keimbläschen zum Embryo vermehrt ihre Zahl sich bedeutend, grossentheils durch Bildung zweier oder mehrerer Tochterkerne innerhalb der späterhin um viele jener Zellenkerne entstehenden freischwimmenden Zellen, und nachherige Verflüssigung der Mutterzelle.

Die sehr dünnen und zarten Pollenschläuche, vom leitenden Zellgewebe unmittelbar auf die Kernwarze geführt, langen sehr bald nach dem Verstäuben des Pollens dort an. Die Kernwarze wird vom Pollenschlauche ebenfalls sehr schnell durchwachsen; schon vier bis sechs Stunden nachdem der Pollen auf die Narbe gelangte, erreicht das Pollenschlauchende die zarte, fast schleimige Membran des Mikropyle-Endes des Embryosacks. (Am entgegengesetzten Ende ist dessen Membran weit derber). Ob der Pollenschlauch jene Membran nur einstülpt oder sie durchbricht — darüber bin ich nicht völlig klar geworden, halte aber das Erstere für wahrscheinlicher. Eines der Keimbläschen dehnt sich sofort in die Länge; sein Kern wird verflüssigt (f. 31). An seiner Stelle bilden sich zwei neue Kerne — bei ihrer Entstehung ohne Kernkörperchen; — eine zwischen beiden auftretende Scheidewand zerfällt das verlängerte Keimbläschen in zwei Zellen (f. 32). Durch fortgesetzte Theilung der unteren derselben, zunächst durch wagrechte, später auch durch senkrechte Scheidewände (f. 33—35) wird das Keimbläschen zu einem kurzen keulenförmigen Vorkeim, aus dessen Endzelle durch endogene Vermehrung das Embryokügelchen sich entwickelt. Mitte April wird die erste Andeutung der Cotyledonen sichtbar.

Die nicht befruchteten Keimbläschen schrumpfen nach und nach zu bräunlichen, regellos geformten Klumpen ein, welche endlich verschwinden.

PRUNUS CERASUS.

(Taf. IX, Fig. 43—51).

Die je zu zwei in einem Fruchtknoten enthaltenen halbumgekehrten Eychen von *Prunus* sind von den Eyhäuten bereits vollständig überzogen, wenn in den Intercellularräumen der Blumenblätter so viel Luft ausgeschieden worden ist, dass die Petala deutlich weiss erscheinen (f. 43). Der Embryosack, eine verhältnissmässig kleine, eyförmige Zelle liegt in der obern Hälfte des Eykerns, von dessen Scheitel jetzt durch eine zwölffache Zellenlage getrennt. Ein Strang von, im Querschnitt 17, langgestreckten, mit körnigem Schleime gefüllten Zellen führt vom Grunde des Embryosacks zur Chalaza.

Digitized by Google

Der Embryosack ist zu dieser Zeit von feinkörnigem Schleime entweder gleichförmig erfüllt, oder es überzieht eine dicke Schicht derartigen Schleimes seine Innenwand, im Centrum einen Hohlraum mit verdünnter Inhaltsflüssigkeit (vielleicht den vergrösserten primären Kern des Embryosacks?) freilassend (f. 44). Bei weiterer Ausbildung des Eychens erscheinen in der Nähe des Mikropyle-Endes zwei bis drei freie Zellenkerne (f. 45); um diese bilden sich eyförmige Zellen, die Keimbläschen, welche den Scheitel des Embryosacks berührend, etwa bis zur Hälfte in diesen hineinragen (f. 46. 47). Die eben erwähnten Zellenkerne zeigen meist nur ein Kernkörperchen. — Gleichzeitig mit der Bildung der Keimbläschen ist am Chalaza-Ende des Embryosacks eine meist abgeplättet-ellipsoïdische Zelle entstanden (f. 46. 47); von dem centralen Kerne derselben gehen bisweilen Strömungsfäden aus (f. 47). In ihrer Nähe findet sich oft ein freier, kugeliger oder ellipsoïdischer Kern mit einem oder zweien Kernkörperchen. Dicke Stränge körnigen Schleimes führen von ihm zu den Keimbläschen und zu jener Zelle (f. 47). Während der Blüthezeit dehnt der Embryosack nach allen Richtungen sich beträchtlich aus; die ihn überlagernden Zellschichten verdrängt er bis auf drei oder zwei. Zwischen diese Zellen drängt sich der Pollenschlauch, der ungefähr gleichzeitig mit dem Ausfallen der Blumenblätter an der Kernwarze anlangt. Ueber dem Scheitel des Embryosacks breitet er sich ein wenig aus, wahrscheinlich in Folge des Widerstands welchen dessen derbe, unverletzt bleibende Membran ihm entgegen setzt (f. 48). Von den Keimbläschen ist jetzt gewöhnlich nur noch Eines lebensthätig; die andern haben sich zu bräunlichen Schleimklumpen ohne bestimmte Form umgewandelt. — Das befruchtete Keimbläschen vergrössert sich bedeutend; sein Kern wird aufgelöst (f. 48). In seiner Inhaltsflüssigkeit entstehen zwei neue Zellenkerne; eine zwischen ihnen auftretende wagrechte Scheidewand theilt das Keimbläschen in zwei Zellen, die ersten des Vorkeims. Durch mehrmalige Wiederholung des nämlichen Vorgangs in der unteren (der Mikropyle abgewandten) seiner beiden Zellen verändert sich dieser in eine einfache Reihe von vier bis fünf Zellen. Durch Theilung seiner Endzelle, zunächst mittelst einer verticalen Scheidewand (f. 49^b), dann durch Vermehrung der beiden Tochterzellen in verschiedenen Richtungen entsteht ein sphärischer Körper mit körnigen Stoffen dicht erfüllter Zellen, das Embryokügelchen (f. 51^b). Der zum Embryoträger gewordene Vorkeim verschwindet sehr bald.

Schon während des Befruchtungsaktes beginnt die Verflüssigung des vom Grunde des Embryosacks zur Chalaza führenden Stranges gestreckter Zellen. In dem Maasse als sie sich auflösen, werden sie vom nachwachsenden Chalaza-Ende des Embryosacks verdrängt. Der so entstehende fadenförmige Anhang desselben erreicht sehr bald die Chalaza, in deren Nähe er sich oft bauchig erweitert (f. 50). In seinem Innern entstehen zahlreiche Zellenkerne und freie Zellen, die bisweilen sich zu festgeschlossenem, von der Chalaza bis nahe zum Embryo reichendem Gewebe ordnen (f. 51), einem ächten Endosperm, dessen Bestand freilich nur vorübergehend ist, da es vom Embryo, bei dem raschen Wachsthum desselben welches nach dem Hervorsprossen der Cotyledonen eintritt, verdrängt und aufgelöst wird. Das Gleiche geschieht mit dem bis dahin stehen gebliebenem Parenchym des Perisperms.

Ich fand so häufig beide Eychen eines und desselben Fruchtknotens befruchtet, dass ich nicht daran zweifle, in sehr vielen Fällen erfolge das Fehlschlagen eines der Eychen erst nach der Befruchtung.

Digitized by Google

GODETIA RUBICUNDA.

(Tafel V, Fig. 3—8).

Der Nucleus des sehr jungen Eychens besteht aus ziemlich grossen zartwandigen Zellen mit beinahe durchsichtiger Inhaltsflüssigkeit, mit Ausnahme eines in seiner Achse verlaufenden, aus sieben senkrechten Zellenreihen zusammengesetzten Stranges kleiner Zellen mit körnigschleimigem Inhalte. Sechs dieser Zellenreihen sind peripherisch um die siebente centrale gruppirt. In der Mitte dieser centralen Zellenreihe findet sich, in Eychen welche einer ¾ Zoll langen Knospe entnommen sind, eine Zelle, deren Längsdurchmesser den Querdurchmesser um das acht- bis zehnfache übertrifft (f. 3). Sie ist der junge Embryosack. Bei fernerer Ausbildung erweitert sich sein Mikropyle-Ende keulig, während das Chalaza-Ende, unter Verdrängung des unteren Theiles des centralen Zellstranges, bis nahe an die Chalaza wächst. Im erweiterten Mikropyle-Ende treten jetzt mehrere, drei bis vier, freie Zellenkerne auf — zum Theil mit, zum Theil ohne Kernkörperchen (f. 4). Um drei dieser Zellenkerne entstehen ey- oder birnförmige Zellen, deren Scheitel die Wölbung des Embryosacks berühren: die Keimbläschen, der vierte Zellenkern bleibt frei; einfache Stränge körnigen Schleims führen von ihm zu den Keimbläschen und nach dem Chalaza-Ende des Embryosacks (f. 5). Jetzt erweitert sich auch dessen Chalaza-Ende; oft sehr beträchtlich (f. 8).

Ich habe früher geglaubt* dass bei den Oenothereen zwei Keimbläschen successiv entständen, und dass aus der Theilung eines derselben wiederum zwei Keimbläschen hervorgingen. Der Anlass zu der ersten jener falschen Annahmen war die (einmalige) Beobachtung eines einzigen Keimbläschens in einem sehr jungen Eye. Nach oft wiederholter Untersuchung von Eychen der verschiedensten Altersstufen glaube ich den damals aufgefundenen Zustand als eine vereinzelte und abnorme Erscheinung betrachten, die aus ihm gefolgerte Angabe als eine irrige zurücknehmen zu müssen. — Zu dem zweiten Irrthum verführte mich die häufige Beobachtung, dass zwei Keimbläschen, mit abgeplatteten Flächen sich berührend, fest an einander liegen. Die äussere Aehnlichkeit dieser Erscheinung mit den bei der vegetativen Zellenbildung (der sogenannten Zellentheilung) vorkommenden liess mich glauben, dass zwei solcher Keimbläschen aus Theilung eines primären hervorgegangen seien. Ich habe seitdem gefunden, dass ein ähnliches Verhalten ursprünglich freier Zellen nicht eben selten ist, namentlich dann wenn zwischen ihnen Austausch der Säfte eintritt. Schlagende Beispiele geben die Adhäsion des befruchtenden Pollenschlauchs und des befruchteten Keimbläschens an die, beide trennende Membran des Pollenschlauchs bei *Crocus*, *Iris* u. A., der feste Zusammenhang in der Flüssigkeit des befruchteten Embryosacks entstehender, nur dessen Wände auskleidender Zellen bei *Polygonum*, *Helianthus* u. s. w.

Der Pollenschlauch legt sich der Membran des Embryosacks an, ohne sie zu verletzen**. Eines der Keimbläschen dehnt sich darauf in die Länge, sein Zellenkern wird aufgelöst; an seiner Stelle entstehen zwei neue Kerne. Durch eine zwischen beiden auftretende horizontale Scheidewand wird das Keimbläschen in eine grössere obere, und kleinere halbkugelige untere Zelle geschieden. Letztere theilt sich entweder nach schwacher Längsstreckung noch ein- oder zweimal in gleicher Weise (f. 7) —

* Berliner botanische Zeitung Jahrg. 1847 No. 43.

** Wegen des Näheren verweise ich auf meinen oben angezogenen Aufsatz.

Digitized by Google

bisweilen theilt sich auch die obere grössere Zelle durch eine wagrechte Wand in zwei ungleiche Hälften* — oder es bilden sich schon in der Endzelle des nur zweizelligen Vorkeims zwei horizontal neben einander liegende Zellen**, die ersten des Embryo. — Wie bei so vielen Pflanzen ist auch bei *Godetia* die Zahl der Zellen des Vorkeims unbestimmt; sie schwankt zwischen zwei und vier. Einen aus mehr als drei Zellen bestehenden Embryoträger fand ich nie.

AGROSTEMMA GITHAGO.

(Tafel II, Fig. 17—29).

Vor dem Aufblühen nimmt der ey- oder kurz keulenförmige Embryosack nur einen kleinen Raum genau in der Mitte des Nucleus des halbgekrümmten Eychens der Kornrade ein (f. 17). Zur Zeit da die Blumenblätter innerhalb der Knospe sich zu färben beginnen, werden an seinem Mikropyle-Ende zwei bis drei kugelige Zellenkerne sichtbar. Ein weit grösserer ellipsoïdischer Zellenkern mit grossem Kernkörperchen liegt in der Mitte des Embryosacks nahe der Wand desselben, der sie auskleidenden Schleimschicht eingebettet; wahrscheinlich ist er der primäre Kern des Embryosacks (f. 18).

Um einen der Kerne des Mikropyle-Endes bildet sich eine Zelle, das Keimbläschen; die anderen scheinen stets fehlzuschlagen, wenigstens fand ich nie mehr als ein Keimbläschen, in jüngeren Zuständen aber häufig neben demselben einen freien Zellenkern (f. 19) in etwas weiter ausgebildeten formlose Massen körnigen Schleims (f. 20), wahrscheinlich die Ueberbleibsel fehlgeschlagener und abgestorbener Zellenkerne.

Bald nach Bildung des Keimbläschens wächst das Chalaza-Ende des Embryosacks rechtwinklig nach unten (f. 21), der Anheftungsstelle des Eychens, genauer bezeichnet dem Endpunkte des in dasselbe eintretenden Gefässbündels entgegen, und zwar so bedeutend und mit solcher Schnelligkeit, dass es wenn die Corolle sich entfaltet, die Chalazaregion bereits erreicht hat (f. 22). Der grosse freie Zellenkern des Embryosacks nimmt während dieser Zeit an Grösse noch zu; das Protoplasma welches die Innenwand des Embryosacks als dicke Schicht überzog, vertheilt sich in langgezogenen Strömungsfäden durch den ganzen Raum.

Der Pollenschlauch erreicht, die obere Hälfte des Eykerns rasch durchlaufend — wobei er an Dicke nicht zunimmt — das Mikropyle-Ende des Embryosacks bald nach dem Verstäuben des Pollens, noch während der Frische der Petala, und legt sich aussen an dasselbe an. Der Zellenkern des Keimbläschens verschwindet sofort (f. 23); das Keimbläschen selbst schwillt stark an. Bald theilt es sich in zwei Zellen: eine grosse bauchige obere, und eine weit kleinere, halbkugelige untere. Der Kern der ersteren ist gross, linsenförmig (f. 26), Strömchen körnigen Schleims gehen von ihm aus; der der zweiten ist klein, kugelig. — Die untere halbkugelige Zelle dehnt sich bald in die Länge und wird cylindrisch; nach Auflösung ihres primären Kerns entstehen in ihr zwei neue Kerne (f. 24). Eine zwi-

---

*) Berliner botanische Zeitung Jahrg. 1847, Taf. VIII, f. 23.

**) Ebenda, f. 24.

Digitized by Google

schen diesen auftretende horizontale Scheidewand theilt die Zelle in eine rein cylindrische obere, und eine halbkugelige untere Zelle; Letztere wiederum weit kleiner, als Erstere (f. 25). Durch die zwei- bis sechsmalige Wiederholung dieser Theilung der Endzelle entsteht ein Vorkeim, ähnlich dem von *Gagea* aus einer weitbauchigen oberen, einer Reihe enger cylindrischer und einer halbkugeligen Endzelle zusammengesetzt.

Durch mehrfache Theilung in verschiedener Richtung (f. 27. 28) geht aus der Endzelle des Vorkeims das Embryokügelchen hervor. Aus Letzterem sprossen Cotyledonen und Radicula; bei *Agrostemma* ist es besonders klar anschaulich, dass die Zellen des zum Embryoträger gewordenen Vorkeims an der Bildung des Würzelchens keinen Antheil nehmen (f. 29). — Noch beim Auftreten der Cotyledonen ist der Vorkeim seiner ganzen Ausdehnung nach lebensthätig; namentlich ist die Saftströmung in der gewaltig angeschwollenen Anfangszelle noch deutlich sichtbar (f. 29).

ERODIUM GRUINUM.

(Taf. III, Fig. 15—21).

Das einer sehr jungen Knospe entnommene Eychen (f. 15) ist streng geradläufig und von einem gewöhnlichen anatropen Eye, z. B. dem von *Viola*, in nichts Wesentlichem verschieden. Die starke Krümmung des Eykerns, die Querdehnung der Zellen des innern Integuments durch welche die in Folge jener Krümmung entstehende Lücke stetig ausgefüllt wird, beginnt erst kurz vor dem Aufblühen.

Der Embryosack, dessen Längsdurchmesser jetzt beiläufig ein Drittheil von dem des Eykerns beträgt, liegt dicht unter dem Scheitel desselben. Nur eine einfache Schicht gestreckter Zellen scheidet ihn vom Mikropylekanal (f. 16). Die Keimbläschen, ziemlich ausnahmslos drei an der Zahl, auffallend gross und deutlich, mit derber Membran, durchsichtigem Inhalt und kleinen Zellenkernen, füllen nahezu die ganze obere (der Mikropyle zugewandte) Hälfte des Embryosacks. Unter ihnen liegt ein freier mässig grosser Zellenkern mit sehr grossem Kernkörperchen; Stränge feinkörnigen Schleims gehen strahlig von ihm aus (f. 17).

Gegen Einwirkung von Wasser sind die Keimbläschen sehr empfindlich: sie schwellen schnell und stark an, so dass sie bald den Embryosack gänzlich ausfüllen. Es ist nöthig, das Präparat in angemessen concentrirten Salzlösungen zu untersuchen, um eine klare Anschauung zu erlangen.

Gleichzeitig mit dem Ausfallen der Blumenblätter langt der Pollenschlauch im Eymund an; er drängt sich durch den engen, von beiden Integumenten gebildeten Mikropylekanal (f. 21), durch die Schicht gestreckter Zellen, welche die Kernwarze bildet, und erreicht so den Embryosack. Sein Verhalten zur Membran desselben ist mir trotz angestrengter Bemühungen nicht völlig klar geworden. Die Untersuchung gehört zu den sehr schwierigen; der Bau des Eychens und die Hygroskopicität des Inhalts des Embryosacks, endlich der Umstand, dass die unbefruchteten Keimbläschen in umfängliche, gänzlich undurchsichtige Klumpen grobkörnigen Schleims sich verwandeln (f. 18. 20) hindern die klare Beobachtung ungemein. Davon habe ich mit Bestimmtheit mich überzeugt, dass auch hier das Ende des Pollenschlauchs mit der Anfangszelle des Vorkeims in keiner Verbindung steht. Ich halte es für nicht un-

Digitized by Google

wahrscheinlich, dass bei *Erodium*, wie bei *Canna*, der Pollenschlauch die Membran des Embryosacks durchbricht (vergleiche Fig. 18 mit der Erklärung), will es aber nicht mit Bestimmtheit behaupten.

Unmittelbar nach der Befruchtung theilt sich eines der Keimbläschen durch eine horizontale Scheidewand. In der unteren Zelle des so entstandenen zweizelligen Körpers wiederholt sich der nämliche Vorgang. Die Endzelle des jetzt dreizelligen Vorkeims (f. 19) theilt sich darauf durch eine wenig geneigte Wand. Indem eine der dadurch gebildeten beiden Endzellen des Vorkeims, im Wachsthum der andern voraneilend, diese zur Seite drängt und darauf durch eine schief gestellte Scheidewand sich theilt, erhält der Vorkeim wieder eine einfache, den zwei in einer Ebene nebeneinander liegenden vorletzten anscheinend aufgesetzte Endzelle (f. 18). Das Wachsthum des Vorkeims in Richtung seiner Längsachse erfolgt, soweit Zellenvermehrung, nicht Zellendehnung dabei ins Spiel kommt, fortdauernd in gleicher Weise (f. 20^b, 21). Man sieht, der Vorgang ist im Wesentlichen der Gleiche, wie bei der Entwickelung des Eychens und des Embryo von *Orchis*, des Embryo von *Gagea, Fritillaria, Canna* u. v. A.

Nach mehrmaliger Wiederholung des oben beschriebenen Processes beginnt in mehreren der Endzelle naheliegenden Zellen Vermehrung in Richtung der Tangente, später auch in der des Radius. Das Wachsthum des Vorkeims wird dadurch complicirter, zugleich wird es rascher; er ändert sich schnell in eine langgezogen keulige Zellenmasse um. Endlich entwickelt sich aus der Endzelle derselben das Embryokügelchen. Während und nach dessen Bildung erhält der zum Embryoträger werdende Vorkeim durch Dehnung seiner Zellen, namentlich der des oberen Theils, eine Länge, welche der des Embryoträgers von *Tropaeolum*, — abgesehen von dem abentheuerlichen Auswuchse des oberen Theiles dieses letzteren — gleichkommt, wo nicht sie übertrifft.

Auch darin ähnelt *Erodium* der Gartenkresse, dass der junge Embryo eine schön grüne Farbe besitzt, und dass, abweichend von dem Verhalten der Mehrzahl der Dicotyledonen, die transitorische Kern- und Zellenbildung im Embryosacke äusserst sparsam ist.

TROPAEOLUM MAJUS.

(Tafel V, Fig. 16—29).

Die Chalaza des anatropen Eychens der Gartenkresse überwiegt an Masse dessen übrige Theile bei Weitem; viel stärker noch als bei *Canna* (f. 16)*. Das innere Integument wird vom äusseren nicht ganz überzogen; ähnlich wie bei den Liliaceen und Irideen ragt das Endostom aus dem Exostom hervor. Schon frühe nimmt der Embryosack den ganzen oberen Theil des Eykerns ein; seine Membran berührt unmittelbar die Innenwand des inneren Integuments. Vierundzwanzig Stunden vor dem Aufblühen finden sich an seinem Mikropyle-Ende ein oder zwei länglich-eyförmige, äusserst zartwandige Zellen — die Keimbläschen — mit grossem Kern und Kernkörperchen (f. 17—21). Bisweilen zeigt sich ein freier Zellenkern im unteren Theile des Embryosacks, zu dem von den Keimbläschen aus ein Strang körnigen Schleims führt (f. 20). Gewöhnlich wird dieses Verhältniss durch die zahlreichen, in

*) Das Verhältniss scheint mir hiermit vollständig bezeichnet. Eine so tief herabgehende Trennung des Eykerns und des innern Integuments, wie Schleiden sie abbildet, kann ich nicht finden.

Digitized by Google

der Inhaltsflüssigkeit des Embryosacks schwimmenden Stärkemehlkörnchen undeutlich gemacht. Namentlich in jüngeren Eychen sind diese Amylumkörner zu vieren vereinigt; die bei Bildung der Specialunterzellen auftretenden verschiedenen Combinationen finden sich hier in verkleinertem Maassstab wieder (f. 17). Keinenfalls ist die eigenthümliche Anordnung und Form der Stärkemehlkörnchen dadurch bedingt worden, dass sie, eng an einander gehäuft, gegenseitige Pressung ausgeübt hätten; die Gruppen von je vier Körnern schwimmen völlig frei in der schleimigen Flüssigkeit. Auch abgesehen hiervon bliebe durch jene Annahme unerklärt warum gerade je vier Amylumkörnchen mit einander in Verbindung getreten wären; auch müsste, wäre ihre Form aus gegenseitigem Drucke hervorgegangen, diese die dodekaëdrische sein. Die Thatsache scheint mir eine neue Stütze der Ansicht, dass die Amylumkörnchen zu einem oder mehreren innerhalb kleiner, im Zellsafte freischwimmender Bläschen entstehen*. Späterhin finden sich nur einzelne zum Theil ziemlich grosse Amylunkörner im Embryosack (f. 19, 20); ich vermuthe dass jene Gruppen von je vier Körnern bei weiterer Entwickelung zerfallen und die einzelnen Körnchen, an Grösse zunehmend, sich abrunden.

Die in der Längsachse des Nucleus unterhalb des Chalaza-Endes des Embryosacks liegenden Zellen werden verflüssigt und durch die nachwachsende Membran des Embryosacks verdrängt, welcher dadurch noch vor der Befruchtung einen fadenförmigen, mit seinem erweiterten Ende in die Chalazaregion reichenden Anhang erhält (f. 18, 19).

Der Pollenschlauch entwickelt sich fast unmittelbar nach dem Anlangen des Pollenkorns auf der Narbe, erreicht in sehr kurzer Zeit den Eymund, und bewirkt, der Membran des Embryosacks von aussen sich anlegend, die Befruchtung. In dem einen jetzt noch lebenskräftigen Keimbläschen beginnt sofort eine sehr lebhafte und rasche Zellenvermehrung; der früheste Zustand des befruchteten Eys den ich bei sehr zahlreichen Untersuchungen auffand, ist der als fig. 22 abgebildete: der Vorkeim besteht aus fünf Zellen; vier derselben bilden den sphärischen oberen Theil des Vorkeims; die fünfte, die der Chalaza zugewandte Endzelle, langcylindrisch gedehnt, ist eben in der Theilung mittelst einer horizontalen Scheidewand begriffen, — die Erscheinung gleicht vollkommen der bei Theilung der Endzelle des verlängerten Embryoträgers der *Orchideen* auftretenden (Seite 5 dieser Schrift).

Die Endzelle des Vorkeims fährt fort, mittelst horizontaler Scheidewände sich zu theilen (f. 23). Bald zeigen sich in den so entstandenen cylindrischen Zellen senkrechte Scheidewände; auch in den Zellen der oberen sphärischen Hälfte des Vorkeims tritt Vermehrung der Zellen ein. In Folge dieser Vorgänge wird der Vorkeim zu einem mehr oder weniger complicirt gebauten zelligen Körper, von dem man im Allgemeinen sagen kann, dass er aus einem keuligen parenchymatösen oberen, und einem cylindrischen unteren Theile bestehe (f. 24 — 27). Aus der Endzelle des Letzteren (f. 25) entwickelt sich, während starker Längsdehnung der übrigen Zellen des cylindrischen Theils, das Embryobügelchen (f. 28). Bald nachdem die erste Anlage desselben erfolgte, beginnt in der oberen kolbigen Hälfte des Vorkeims an der der Raphe abgewandten Seite eine lebhafte Zellenvermehrung, in Folge deren eine Anfangs halbkugelige (f. 28), bei weiterer Ausbildung cylindrische (f. 29) Zellgewebsmasse aus dem Vorkeim hervorsprosst, welche durch Vermehrung, besonders aber durch starke Dehnung ihrer Zellen in das an der entsprechenden Stelle sich verflüssigende Gewebe der innern Eyhülle eindringt, beide Eyhäute durchbohrt, und als zelliger Strang frei in der Höhle des Germens erscheint.

---

*) Vergleiche insbesondere Nägeli's Zeitschrift für Botanik, Heft 3 und 4, S. 117.

Digitized by Google

In Betreff der ferneren Entwickelung des Embryokügelchens und seines Auswuchses verweise ich auf Schleiden's Darstellung*), mit der ich von hier an völlig übereinstimme. Um so entschiedener muss ich Schleiden's Deutung der früheren Zustände widersprechen. Schleiden bildet a. a. O. auf Tafel VII, fig. 122 ein Organ ab, welches er für „eine Eweiterung des Pollenschlauchs und den Anfang des Embryo" erklärt, und von dem er sagt, dass es von Amylumkörnern erfüllt sei. Beides ist sicherlich ein Irrthum. Nach der Beschaffenheit des von Schleiden als fig. 121 dargestellten Eychens — von dem jene fig. 122 ein vergrösserter Theil ist —, namentlich nach dem grossen Raum welchen in derselben der vergrösserte Embryosack einnimmt, ferner nach dem Umriss der fig. 122 muss ich annehmen, dass Schleiden keinen früheren Zustand vor sich hatte, als den von mir fig. 28 gezeichneten; auf dem vermuthlich nicht allzu dünnen Schnitte mögen bei Anwendung einer Vergrösserung von geringer penetrirender Kraft die Trennungslinien der einzelnen Zellen übersehen worden sein. — Stärkemehlkörnchen kommen im Vorkeim durchaus nicht vor; die festen Klümpchen, welche Schleiden sah, können nichts anderes gewesen sein, als der geronnene Inhalt der Kerne der einzelnen Zellen. (Bei irgend längerer Einwirkung von Wasser gerinnt die Inhaltsflüssigkeit jener Zellenkerne). So frühe Zustände des Vorkeims, wie ich sie (fig. 22—27) darstellte, scheinen von Schleiden gar nicht beobachtet worden zu sein, der länger als achtundvierzig Stunden vor dem Verstäuben des Pollens deutlich vorhandenen Keimbläschen nicht zu gedenken.

SUTHERLANDIA FRUTESCENS.

(Tafel V, Fig. 30—32).

Der Bau des Eychens gleicht vollkommen dem von *Colutea:* die äussere Eyhaut ist ziemlich massenhaft entwickelt, die innere eine nur zweifache Zellenlage. Der Eykern ist wenig gekrümmt; sein Querdurchmesser ist im Verhältniss zu seiner Länge nur gering. Der Funiculus ist sehr lang (f. 32).

Kurz vor der Entfaltung der Corolle nimmt der Embryosack die oberen zwei Drittheile des Eykerns ein. Seine Membran berührt unmittelbar die Innenwand der inneren Eyhaut. Am Mikropyle-Ende liegen die Keimbläschen: langgestreckte, zartwandige Zellen, von feinkörnigem Schleime dicht erfüllt (f. 30). Nahe unter ihnen findet sich der vergrösserte primäre Kern des Embryosacks, eine häutige Blase mit wasserhellem Inhalt. Zahlreiche Stärkemehlkörnchen ungleicher Grösse schwimmen in der Inhaltsflüssigkeit des Embryosacks (f. 30).

Wie bei so vielen Eychen, deren Embryosack nackt (von dem Nucleus angehörenden Zellschichten unbedeckt) in der von den Integumenten umschlossenen Höhlung liegt, drängt sich auch bei *Sutherlandia* der Pollenschlauch zwischen die Innenwand der innern Eyhaut und die Membran des Embryosacks. Das befruchtete Keimbläschen verwandelt sich in eine Doppelreihe von Zellen, den Vorkeim (f. 31). der durch fortgesetzte Theilung seiner Endzelle mittelst geneigter Scheidewände in die Länge, durch Theilung seiner Gliederzellen mittelst radial gestellter Wandungen in die Dicke wächst, und aus dessen Endzelle das Embryokügelchen hervorgeht. Während der Entwickelung dieses letzteren

*) *Nova Acta Acad. Carol. Leop. Vol. XIX, Tom. I.*

Digitized by Google

... Zellen des ... papillae f. 33. Die Reste des Pollenschlauches der mit dem Embryosack ... Verbindung steht, sind im reifenden Samen noch lange zu beobachten f. 33.

Die ... Beobachtungen an einer Leguminose sind zwar eben keine überzeugende Bestätigung meiner Ansichten über den Vorgang bei der Befruchtung; es gelang mir nicht, die Verwandlung des Kernbläschens in den Keim unmittelbar zu beobachten, — die klar ermittelten Erscheinungen zeigen indess eine so volle Uebereinstimmung mit den entsprechenden Bildungsstufen anderer Pflanzen, von denen die ganze Entwickelungsreihe nur zu Gebote steht, dass wenn irgendwo, hier eine gesunde Analogie gegen Schleidens Theorie spricht. Letzterer ist von allen den Zeichnungen befruchteter Eychen von Leguminosen, welche Schleiden in den beiden Abtheilungen des XIX Bandes der *Nova Acta Acad. Caesar. Leop.* veröffentlichte, auch nicht eine in Beziehung auf den hier fraglichen Punkt entscheidend.

LINUM PERENNE.

(Tafel XIV, f. 1—9.)

Der Nucleus des anatropen Eychens des Leins ist verhältnissmässig klein. Das innere Integument, selbst wenig entwickelt, bildet allein den langen Mikropylekanal; das äussere Integument besteht nur aus einer dünnen Doppellage von Zellen (f. 1).

Kurz vor dem Aufblühen nimmt der Embryosack die oberen zwei Drittheile des Eykerns ein, zu dem er in ganz ähnlichem Verhältnisse steht wie bei *Oxalis*: seine Membran berührt unmittelbar die benachbarten und den inneren Eyhülle und ist von keiner dem Nucleus angehörigen Zellschicht bedeckt (f. 1). Oft sind seinem Scheitelpunkte keine Ende eine bis zwei langgestreckte Zellen gleichsam eingepresst (f. 2), am Mikropyle Ende finden sich die zwei bis drei ebenfalls langgestreckten Kernbläschen; unmittelbar unter ihnen liegt ein dem Zellenkern, von dem Stränge körnigen Schleims strahlig ausgehen (f. 2, 3).

Während der Blüthezeit verdrängt der Embryosack das Gewebe des Eykerns völlig; sein ... Ende ... sich in die Substanz der Chalaza hinein. Die gestreckten Zellen in seinem ... Schwinden entweder ... den günstigen Fall eine derselben nimmt an Grösse so bedeutend zu, dass ... den Embryosack fast ganz ausfüllt (ihre Wände verdicken sich dabei gallertartig f. 4. Die Erscheinung ... Eychen ... Theil des Eykerns, ... Theil des ... Eigenthümliche der ... Kernbläschen ... Keim ... namentlich ... oft ... und unter ...

Die ... des Embryosack ... einige Stunden nach dem Aufblühen ... stand, und hernach, noch mehr u. die ... Zellen ... Kernbläschen ... des Systems von Strömungsschläuchen ... Die ... Theil des Embryosacks dehnt sich in Richtung ... aus, ... die Breite zu dass er ... Theil ... Hälfte ein der Zellen ... Theil ... Nachbarschaft ... einen bedeutenden Theil des ... Embryosacks ... Zellen ... Wandungen

Digitized by Google

umschlossenen Innern eine transitorische Zellenbildung. Die hier entstehenden Kerne und Zellen sind weit grösser, als die der oberen Hälfte des Embryosacks (f. 4).

Im Chalaza-Ende des verlängerten befruchteten Keimbläschens bildet sich um einen, nach Resorption des primären, dort neu entstandenen Zellenkern eine Zelle, deren Membran derjenigen des halbkugeligen Endes des Keimbläschens fest anliegt; da aber, wo sie gegen die obere weit grössere Hälfte des Keimbläschens gekehrt ist, straff horizontal gespannt als Querscheidewand erscheint. Die obere Hälfte des Keimbläschens enthält keinen Zellenkern; der Vorgang lässt sich also mit der Theilung des Keimbläschens in die zwei ersten Zellen des Vorkeims, wie sie bei *Orchis, Funkia, Zea, Daphne, Oenothera* und vielen Anderen stattfindet, nicht vergleichen; er findet vielmehr sein Analogon in den bei *Bartonia* und *Monotropa* beobachteten Erscheinungen, zwischen denen und dem gewöhnlicheren Entwickelungsgange des Vorkeims das Verhalten des Keimbläschens von *Fritillaria* und *Gagea* das Verbindungsglied bildet.

Aus jener, wie ich glaube durch Abschnürung eines Theiles des Primordialschlauchs des befruchteten Keimbläschens entstandenen Zelle geht durch fortgesetzte Theilung mittelst horizontaler Scheidewände eine einfache Zellenreihe hervor (f. 6, 7), aus deren Endzelle sich das Embryokügelchen entwickelt (f. 8). Wenn Letzteres auf einem Durchschnitte sechszehn Zellen zeigt, beginnt bereits die grüne Färbung in ihm aufzutreten, die während des Hervorsprossens der Cotyledonen und der Radicula immer kräftiger wird.

Der obere Theil des Keimbläschens, von dessen Primordialschlauche der der zweiten Zelle des Vorkeims sich abschnürte, wird bisweilen etwas bauchig (f. 6, 8) verschrumpft aber stets sehr bald.

Die während des Befruchtungsaktes bei *Linum perenne* oft bis zur Hälfte des Volumens des Embryosacks anwachsende grosse Zelle in dessen Grunde entwickelt sich später nicht weiter. Während der obere, den Vorkeim umschliessende Theil des Embryosacks an Grösse beträchtlich zunimmt, die Zahl transitorischer Endospermzellen und Kerne in ihm fortwährend wächst, behält der untere, von jener grossen Zelle ausgefüllte, seine ursprünglichen Dimensionen (f. 9), und wird endlich vom nachwachsenden Embryo zusammen gedrückt.

Was Schleiden* als Ende eines Pollenschlauchs abbildet, ist ein befruchtetes Keimbläschen, in dessen Mikropyle-Ende die zweite Zelle des Vorkeims eben entstand. — Die Schleimanhäufungen, welche in dem schlauchartigen oberen Theile des Keimbläschens bisweilen auftreten (f. 6) fand ich nie mit bestimmten Umrissen; die Deutung derselben als freie Zellenkerne halte ich für irrig.

---

*) *Nova Acta Acad. Carol. Leop.* Band XIX, Abthl. I, Tf. V, fig. 62.

Digitized by Google

Die Untersuchungen, welche ich im Vorstehenden mittheilte, sind an Pflanzen aus neunzehn verschiedenen Familien angestellt; an Pflanzen, welche in ihrer späteren Entwickelung die durchgreifendsten Verschiedenheiten zeigen. Die Erscheinungen, in welchen der Befruchtungsakt und die Entstehung des Embryo dieser aller übereinstimmen, glaube ich mit einigem Rechte für die allen Phanerogamen im engeren Sinne* gemeinsamen halten zu dürfen. Demnach würde der Vorgang bei der Entstehung des phanerogamen Embryo im Wesentlichen folgender sein.

Aus einer Zelle der Placenta — derjenigen Zellgewebsmasse innerhalb der Fruchtknotenhöhle welche die Samen trägt; ihre morphologische Bedeutung lasse ich hier unerörtert — entsteht durch andauernde Theilung ein cylindrischer, an der Spitze zugerundeter Zellenkörper, der aus einer centralen Zellenreihe, umgeben von einer, mehreren oder sehr vielen peripherischen Zellenlagen besteht: das Eychen. Gewöhnlich überzieht sich das Eychen mit einer oder zweien, sehr selten mit dreien Hüllen, die aus der Vermehrung der Zellen einer, zweier oder dreier etwas unterhalb des Scheitels gelegenen Zonen desselben entstehen, ohne dass diese Umhüllungen vom Wesen des Eychens bedingt wären. Eine der Zellen des centralen Zellstranges des Eykerns (desjenigen Theils des Eychens oberhalb der Ursprungsstelle der Eyhüllen — bei nackten Eychen der durch Vermehrung ihrer Zellen in Richtung der Radien eyförmig oder kugelig gewordene Spitze des Eychens) vergrössert sich bedeutend, einen grösseren oder geringeren Theil des sie umgebenden Zellgewebes verdrängend. Sie ist der Embryosack. Das Verhältniss desselben zur übrigen Masse des Eykerns ist höchst mannichfaltig; die einzelnen Verschiedenheiten hierin, wie im feineren Bau des Eychens, und die untergeordneteren Modifikationen im Entwickelungsgange des Embryo fallen ebensowenig mit den Gränzen der natürlichen Familien zusammen, als die äusseren Eigenschaften der Eychen, Zahl der Hüllen, Grad der Krümmung u. s. w.

In der Inhaltsflüssigkeit des Embryosacks bilden sich, bald vor, bald während, bald nach der Auflösung seines primären Kerns, geraume Zeit vor der Befruchtung eine Anzahl freier Zellenkerne, höchst selten weniger, meist mehr als drei. Sie begeben sich vorzugsweise an das obere, der Mikropyle zugewandte Ende des Embryosacks; entstanden mehr als drei, so pflegen sich mehrere auch an das entgegengesetzte Ende desselben zu lagern. Nur dann wenn die Zahl der neu sich bildenden Zellenkerne sehr beträchtlich ist (bei *Fritillaria, Tulipa, Lilium;* in geringerem Maasse bei *Iris, Narcissus* u. A.) finden sich ihrer auch in seiner Mittelregion.

Um die den beiden Enden des Embryosacks allernächst liegenden Zellenkerne, und zwar fürs Erste nur um diese, bilden sich freie sphärische Zellen. Das Vorwiegen der Dreizahl der Zellen namentlich am Mikropyle-Ende auch in den Fällen wo mehr als drei Zellenkerne in der oberen Hälfte des Embryosacks entstanden, erklärt sich, zugegeben dass vorzugsweise dessen Enden mit der Fähigkeit zur Bildung neuer Zellen begabt seien, leicht aus einer mathematischen Betrachtung: von einer Anzahl Ku-

*) Von diesen schliesse ich die Coniferen und ihre nahen Verwandten ausdrücklich aus; die Entstehung des Embryo folgt bei diesen, meiner Ansicht nach, einem wesentlich anderen Typus, der in vielen wichtigen Punkten mit der Entwickelung der Spore und Keimpflanze der Lycopodeen und Rhizocarpeen übereinstimmt.

Digitized by Google

geln gleichen Durchmessers die man in einen Hohlkegel mässigen Oeffnungswinkels schüttet (als einen solchen oder als eine spitze hyperbolische Wölbung kann man die obere Wölbung des Embryosacks in den überwiegend meisten Fällen betrachten) werden stets drei in einer, der Achse des Kegels senkrechten Ebene der Spitze desselben zunächst sich ordnen.

Die am Chalaza-Ende entstandenen, durch ihre beträchtliche Grösse oft sehr ausgezeichneten Zellen scheinen keine andere Bestimmung zu haben, als die der Verarbeitung des Nahrungsstoffes für den werdenden Embryo. Zur Bildung des Endosperms tragen sie entschieden nicht bei*.

Die Zellen am Mikropyle-Ende, die Keimbläschen, sind es, aus denen der Embryo hervorgeht. Sie, nicht aber die Pollenzellen sind die Grundlage der neuen Pflanze. Ich halte sie für von Hause aus gleichwerthig und sämmtlich für befähigt sich zu Embryonen zu entwickeln, wenn auch bei der grossen Mehrzahl der Arten sie aus unbekannten Gründen fehlschlagen. Der Abort der absterbenden erfolgt bald vor, bald während, bald nach der Befruchtung des einen lebenskräftigen Keimbläschens.

Kürzere oder längere Zeit nachdem der Pollen auf die Narbe gelangte erreicht der Pollenschlauch — die in Folge der Einwirkung der Narbenflüssigkeit auf das Pollenkorn zu einer langen cylindrischen Röhre auswachsende ursprüngliche Membran desselben — den Embryosack. Die einzelnen Modificationen dieses Vorgangs sind mannichfach, aber ebensowenig für den Gang der Befruchtung wesentlich, als das Verhalten der Membran des Embryosackes selbst zu dem an sie antretenden Ende des Pollenschlauchs. Bald ist sie derb, setzt dem Pollenschlauch beträchtlichen Widerstand entgegen und lässt sich leicht von ihm losziehen: *Godetia, Crocus, Iris, Sorghum;* bald am Mikropyle-Ende weich und gallertartig, doch immer noch hinlänglich fest um dem Pollenschlauch den Eintritt in den Innenraum des Embryosacks zu wehren: *Fritillaria, Funkia, Polygonum, Agrostemma;* endlich, doch selten, an jener Stelle so zart und weich, dass sie vom Pollenschlauche durchbrochen wird: *Canna*, vielleicht auch *Erodium* und *Sutherlandia.* In allen diesen Fällen aber bleibt das zu befruchtende Keimbläschen eine völlig geschlossene Zelle; ein directer Uebertritt eines Theiles des Inhalts des Pollenschlauchs in das Innere des Keimbläschens ist schlechterdings unmöglich.

Das befruchtete Keimbläschen theilt sich, kürzere oder längere Zeit nach dem Antreten des Pollenschlauchs, nach stärkerer oder schwächerer Längsdehnung in zwei, senkrecht über einander geordnete Zellen. Dieser Satz scheint ganz ausnahmslos; mir ist kein Fall bekannt, in welchem das befruchtete Keimbläschen durch eine verticale oder auch nur stark geneigte Scheidewand sich theilt. Gewöhnlich ist die obere (der Mikropyle zugewandte) der beiden Zellen die grössere, seltner ist das Volumen beider Zellen gleich, nie ist die obere die kleinere. Diese zwei Zellen sind die ersten des Vorkeims. Niemals wird das Keimbläschen unmittelbar zum Embryo; sehr selten nur ist schon die zweite Zelle des Vorkeims die erste des Keimlings *(Bartonia, Monotropa, Martynia;* alle diese Arten sind durch die eigenthümliche Entwickelung des Endosperms, namentlich aber dadurch ausgezeichnet, dass das befruchtete Keimbläschen in Folge ausschliesslichen Spitzenwachsthums zu einem langcylindrischen

*) Vergleiche Seite 29 dieser Schrift.

Digitized by Google

Schlauche wird, in dessen halbkugeligem Ende, durch Abschnürung eines Theils des Primordialschlauches, die erste Zelle des Embryo entsteht); — gewöhnlich verwandelt sich der anfangs zweizellige Vorkeim durch fortgesetzte Theilung seiner Endzelle (zum Theil wohl auch seiner Gliederzellen, bei *Orchis, Agrostemma, Asphodelus, Godetia,* deren einzelne bisweilen auch durch senkrechte Scheidewände sich theilen: *Iris, Gagea),* mittelst wagrechter Wände in eine Zellreihe; oder aber durch Theilung der Endzelle mittelst geneigter Wände alternirend verschiedener Richtung, und Vermehrung dr Zellen zweiten Grades in einen Zellkörper *(Funkia, Fritillaria, Hyacinthus, Zea, Sorghum, Tropäolum, Daphne, Erodium, Sutherlandia).* Die Endzelle eines gewissen Grades des Vorkeims wird zur ersten des Embryo; aus ihrer endogenen Vermehrung geht das Embryokügelchen hervor. Das Maximum der Zahl der Zellen des Vorkeims ist — die Formen mit zweizelligem Vorkeim und einzelligem Embryoträger ausgenommen — ebensowenig fest bestimmt, als das der Elementarorgane irgend eines complicirter gebauten Theils der höheren Pflanzen.

Die Verhältnisse des Vorkeims und des Embryo zum Embryosack, zum Endosperm und Perisperm sind überaus verschiedenartig. Von allen den zahlreichen hier auftretenden Verschiedenheiten scheinen nur zwei ausnahmslos in Verbindung aufzutreten: der zweizellige Vorkeim und einzellige Embryoträger mit bei seiner Entstehung den ganzen Raum des Embryosacks ausfüllendem, zu Anfang zweizelligem, durch Theilung seiner Zellen sich vermehrendem Endosperm von *Monotropa, Bartonia* und den Personaten. Es ist bemerkenswerth, dass diese Form der Entwickelung ausschliesslich in Eychen mit einfachem, verhältnissmässig dickem Integument vorkömmt, bei denen der Embryosack schon sehr früh sämmtliche übrige Zellen des Eykerns verdrängte. Das gleiche Verhalten des jungen Embryosacks kommt bei den Orchideen vor; hier aber ist die Entwickelung des Endosperms sehr gering, fast Null, sehr kurze Zeit nach der Befruchtung wird es vom nachwachsenden Vorkeim verdrängt; ferner bei den Syngenesisten: hier entwickelt das Endosperm sich stark, aber in derselben Weise, wie bei allen den Pflanzen, deren Perisperm im Augenblicke der Befruchtung noch ganz oder theilweise vorhanden ist: die einzelnen Zellen entstehen frei um in der Inhaltsflüssigkeit des Embryosacks sich bildende Kerne, und lagern den Wänden desselben sich schichtenweise an. Das Gleiche gilt von den Scabioseen, deren Eykern und Embryosack bis zum Augenblicke der Befruchtung äusserst klein ist.

Unter den Arten, bei denen zur Zeit der Befruchtung der Embryosack das übrige Gewebe des Eykerns nicht ganz verdrängte, treten zwei grosse Verschiedenheiten hervor. Ich meine damit nicht die grössere oder geringere Masse der Endospermzellen; in Bezug auf diesen Punkt finden sich die mannichfachsten Uebergänge vom gänzlichen Fehlen *(Agrostemma)* durch äusserst geringe Zahl *(Tropäolum, Erodium)* zur grössten Menge (Liliaceen, *Linum, Polygonum);* — ebensowenig den Umstand, ob das Endosperm sich bis zur Samenreife erhält *(Polygonum, Lilium)* oder ob es vom nachwachsenden Embryo verdrängt und aufgezehrt wird *(Prunus, Linum);* auch nicht, ob bei der Samenreife ein Theil des Perisperms noch vorhanden, oder ob dasselbe gänzlich vom Embryosack verdrängt wurde: sondern ich meine die Art und Weise, in welcher die Verdrängung des Perisperms geschieht. Meist ist der Inhalt des Embryosacks während dieses Vorgangs flüssig, die Endospermzellen schwimmen lose; bisweilen aber füllt sich der Embryosack schon frühe, wenn er noch einen sehr kleinen Theil des Eykerns einnimmt, mit geschlossenem Zellgewebe; die Verdrängung des Perisperms geht von da ab unter lebhafter

Digitized by Google

Vermehrung der Zellen der äussersten Schicht des Eyweisskörpers vor sich *(Ecbalium, Zea, Sorghum;* vermuthlich alle Cucurbitaceen, doch wohl kaum sämmtliche Gräser). Bei den Cucurbitaceen verdrängt der Embryo bis zur Samenreife das Endosperm völlig; bei den Gramineen nur zum Theil.

Die Beobachtungen, welche ich in Bezug auf die Entstehung der Keimbläschen und der Zellen des Endosperms, auf die Vermehrung der Zellen des Vorkeims und des Embryo machte, stimmen unter sich und mit dem Vorgange bei Bildung des Pollens, der Sporen der höheren Cryptogamen, ferner der Vermehrung der Zellen verschiedenartiger Haargebilde, der Spitzen von Nebenwurzeln der Monocotyledonen, der Eychen der Orchideen u. a. darin überein, dass vor Bildung einer neuen Zelle der Kern (Cytoblast) derselben entsteht. Um diesen Zellenkern häuft sich ein Theil des Inhalts der Mutterzelle an, bekleidet sich zunächst mit einer, wie es scheint aus eyweissartigen Stoffen bestehenden, leicht zusammenschrumpfenden höchst zarten Membran, dem Primordialschlauche, durch welche hindurch die feste, aus Zellstoff (Cellulose) gebildete, äusseren Einflüssen energisch widerstehende Wand der Zelle ausgesondert wird. — Diese Auffassung der Erscheinungen passt vollkommen auf die vier, bei Phanerogamen und höheren Cryptogamen bis jetzt beobachteten Formen der Zellbildung: die Entstehung mehrerer freischwimmender kugeliger Zellen in der Inhaltsflüssigkeit sehr geräumiger Mutterzellen (mit Bestimmtheit bisher nur im Embryosack der Phanerogamen beobachtet; vielleicht, dass hier und da etwas Aehnliches in den schleimigen Zellen derjenigen Schicht vorkommt, welche die Innenwand der Antherenfächer der Phanerogamen im engeren Sinne auskleidet*); — die Bildung einer einzigen Tochterzelle um denselben Kern, welcher bei Entstehung der Mutterzelle im Mittelpunkt des Bildungsstoffes sich befand (die Tochterzelle füllt entweder die Mutterzelle ganz aus, so die Pollenzelle die Specialmutterzelle, oder sie liegt frei in deren Inhaltsflüssigkeit, der S. 14 dieser Schrift beschriebene Vorgang in den jungen Endospermzellen von *Ornithogalum sulfureum);* — die Bildung einer einzigen Tochterzelle im äussersten Ende einer langgestreckten Mutterzelle um einen dort neugebildeten Kern (Abschnürung des denselben umgebenden Theils des Primordialschlauchs der Mutterzelle: Bildung der zweiten Zelle des Vorkeims bei *Bartonia, Monotropa, Martynia, Fritillaria, Gagea, Linum);* — endlich, der bei Weitem häufigste, dem sogenannten vegetativen Wachsthum durchweg zukommende Fall, die Bildung zweier, die Mutterzelle gleich bei ihrer Entstehung völlig ausfüllender Tochterzellen** um zwei, nach Resorption des primären Kerns der Mutterzelle entstandene Tochterkerne.

Diese letztere Form ist die Einzige, welche ich in Vorkeimen und jungen Embryonen beobachten konnte. Die davon abweichenden Zeichnungen Schleiden's***, oder vielmehr seine Erklärungen jener Zeichnungen scheinen mir hauptsächlich darin begründet, dass Schleiden damals die von Nägeli als allgemeines Gesetz ausgesprochene Zellen-Natur der Kerne nicht kannte (wie er sie auch später noch† in Abrede stellt); in Folge davon hielt er oft freie Zellenkerne, oder die Kerne von Zellen deren Gränzen er übersah, für junge Zellen.

---

*) Berliner botan. Zeitung, Jahrg. 1848, No. 37. 38.

**) Vergleiche die Anmerkung zu Seite 1 dieser Schrift.

***) Gesammelte Aufsätze T. VI, und Grundzüge 2. Aufl. I. Bd. Tf. I, II. Bd. Tf. IV. *Nova Acta Acad. Carol. Leop. Tom. XIX, Pars I.*

†) Grundzüge 2. Aufl. Bd. I. S. 199.

Digitized by Google

Die Kenntniss des Vorgangs bei Entstehung der Zellenkerne, als der zuerst sich bildenden Organe der Zelle, ist sicher von besonderer Wichtigkeit. Den von Schleiden und von Nägeli gegebenen Darstellungen des Hergangs ihrer Entstehung widersprechen meine Beobachtungen in vielen unzweifelhaften Fällen. So bei Bildung der zwei Tochterkerne ersten Grades in den Pollenmutterzellen von *Tradescantia** und den *Abietineen***, bei Entstehung der Zellenkerne der Keimbläschen von *Iris, Funkia, Orchis, Fritillaria, Monotropa, Godetia* u. A., bei Entstehung der zur Bildung von Endospermzellen bestimmten Zellenkerne im Embryosack von *Iris, Funkia, Daphne* u. s. w.***, der Bildung zweier Tochterkerne in den sich theilenden Endzellen der Haare der Petala von *Hibiscus Trionum*, der Haare der Filamente von *Tradescantia*. Alle diese, und zahlreiche andere, bei der Bildung der Sporen von Cryptogamen, insbesondere von *Equisetum*, sehr leicht zu beobachtende Fälle stimmen ausnahmslos darin überein, dass bei Bildung eines Zellenkerns ein sphärischer Tropfen schleimiger Flüssigkeit sich nach aussen mit einer zarten Membran bekleidet und so sich individualisirt, ohne dass zu diesem Vorgange die Anwesenheit eines Körpers dichterer Substanz (eines Kernkörperchens, *Nucleoli*) inmitten der sphärischen Masse flüssigen Schleims erforderlich und wesentlich wäre.

Soweit meine Untersuchungen zur Ermittelung der Weise der Zellenvermehrung der Organe der höheren Pflanzen Anhalt geben, verallgemeinern sie den von Nägeli aufgestellten Satz, dass es vorzugsweise die andauernde Theilung der Endzelle mittelst geneigter Scheidewände ist, welche die Vervielfältigung der Zellen in Richtung der Längsachse des Organs bewirkt. Der junge Embryo von *Orchis, Fritillaria, Gagea*, die ersten (innerhalb des Samens sich entwickelnden) Blätter des Embryo von *Zea*, der Vorkeim von *Canna, Funkia, Hyacinthus, Fritillaria, Gagea, Erodium, Zea, Sutherlandia*, — bei allen diesen vermehren sich die Zellen in Richtung der Längsachse durch Theilung der Endzelle nach folgender Formel:

$$I^1 = I^2 + II.$$

(Die gleiche Formel gilt auch für die Entwickelung des Stammes und Blattes der Untergattung *Selaginella* von *Lycopodium*. Bei der grossen Mehrzahl der Genannten sind die Zellen II keine Dauerzellen, sondern theilen sich, mehr oder weniger oft, durch Scheidewände der verschiedensten Neigungswinkel zur Längenachse). — Von dieser Art der Zellenvermehrung scheinen übrigens die Fortpflanzungsorgane, Anthere, Eychen und Sporenfrucht, eine durchgreifende Ausnahme zu machen, bei ihnen allen kommt, so viel mir bekannt, intercalare Zellenvermehrung im Sinne Grisebach's† vor.

Formeln der Art, wie ich nach Nägeli's Vorgang sie hier brauchte, scheinen mir, so unbestreitbar nützlich sie in vieler Hinsicht auch sind, doch für die Vermittelung der Anschauung der hier in Frage kommenden räumlichen Verhältnisse gar nicht, oder doch nur mittelst mühsamer Umschreibung auszureichen. Die oben gegebene Formel ist ebensowohl die der Endzelle eines Pflanzenhaares, als die aller dort genannten Organe. Form und Lage der einzelnen Zellen eines Pflanzentheils,

---

*) Berliner botan. Zeitung, Jahrg. 1848, No. 23.
**) Dieselbe Zeitschrift, 1848, No. 37, 38.
***) Vergleiche Seite 11 dieser Schrift.
†) Wiegmann's Archiv 9r 10r u. 12r Jahrgang.

Digitized by Google

und dadurch dessen Gesammtform, können durch den Gebrauch bestimmter Zeichen für die stereometrischen Formen, wie ich glaube mit Bequemlichkeit versinnlicht werden.

In vieler Hinsicht ist die Aufgabe des Botanikers in dieser Beziehung eine leichtere als die des Krystallographen. Sehr complicirte geradflächige Formen kommen an Pflanzenzellen kaum vor: steigt die Zahl der eine Zelle begränzenden Flächen über ein bestimmtes Maass, so wird ihre Form sphärisch (so die des Embryosacks z. B.). Bei der Unbestimmtheit welche der Form und Grösse aller organischer Theile innerhalb mehr oder weniger weiter Gränzen zugeschrieben werden kann, würde es überflüssige Mühe sein, die Neigungswinkel der Flächen der Zellformen in die Bezeichnung aufzunehmen; vielleicht dass höchstens die Fortschritte der speciellen Botanik ein derartiges Verfahren bei Vergleichung nahe verwandter Arten wünschenswerth machen.

Als leitenden Grundsatz halte ich fest, dass bei der vegetativen Zellenbildung keine andere Form der Zellenvermehrung vorkomme, als die Theilung im Sinne der Anmerkung zu Seite 1 dieser Schrift. Ist die Form einer Mutterzelle bekannt, so wird die Angabe des Neigungswinkels der neuentstehenden Scheidewand zur Achse des Organs zur Bestimmung der Gestalt der Tochterzellen genügen.

Zwischen primärer und secundärer Form der Zelle ist streng zu unterscheiden. Die Gestalt, welche eine Zelle im Augenblicke ihrer Entstehung besitzt, die primäre (p. F.) wird sehr bald durch ihre eigene und ihrer Nachbarzellen Dehnung verändert; die Zelle erhält eine secundäre, von der primären oft bedeutend abweichende Form (s. F.).

Für die stereometrischen Formen schlage ich folgende Zeichen vor:

K für die Kugel

Ea für das längliche, *Eb* für das abgeplattete elliptische Sphäroïd

P für die Pyramide

Pr für das Prisma

Ke für den Kegel

Cy für den Cylinder.

Abschnitte von bestimmten Formen bezeichne ich durch einen horizontalen Strich durch das betreffende Zeichen, z. B. den Kugelabschnitt mit $\bar{K}$, den abgestutzten Kegel mit $\bar{Ke}$, den Cylinderabschnitt mit $\bar{Cy}$, die gestutzte Pyramide mit $\bar{P}$; — Ausschnitte krummflächiger Formen durch Beisatz des Bruchtheils der vollkommenen Form welche ihr Verhältniss zu dieser ausdrückt, z. B. den Kugeloctanten mit $^1/_8 K$, den Cylinderquadranten mit $^1/_4 Cy$; Combinationen des Abschnitts und Ausschnitts, wie sie häufig vorkommen, z. B. den durch eine, zu einer der Schnittflächen der Kugel um 45^0 geneigte Fläche abgestutzten Kugelquadranten mit $^1/_4 \bar{K}$.

In der Regel lässt sich deutlich angeben, ob eine Zelle, die ideale Achse des Organs als Verticale angenommen, aufrecht stehe, liege, oder umgekehrt sei. — Die aufrechte Stellung bezeichne ich durch das Zeichen schlechthin; die wagrechte Lage durch einen horizontalen Strich über demselben (das liegende Prisma durch $\overline{Pr}$); die umgekehrte Stellung durch einen Accent auf das Zeichen (die abgestutzte umgekehrte Pyramide mit $\acute{P}$).

Digitized by Google

Die Zahl der Seiten geradflächiger Formen drücke ich durch eine dem Zeichen vorgesetzte Ziffer aus, die 4seitige Pyramide z. B. durch $4\dot{P}$.

Der Combinationen sind zweierlei wesentlich verschiedene: die Zusammenfügung zweier Formen, z. B. des sechsseitigen Prisma und der sechsseitigen Pyramide; und der Hinzutritt einer einfachen oder doppelt gekrümmten Ebene zu einer geradflächigen Form, z. B. die Kugelpyramide. Beiderlei Combinationen können übrigens, ohne Gefahr eines Missverständnisses, in ähnlicher Art bezeichnet werden; das erstere dieser Beispiele mit $6PrP$; das zweite mit KP; die vierseitige Kugelpyramide mit $4KP$.

Einige der gewöhnlichsten Combinationen:

Cylinder und Halbkugel (junges Haar von *Tradescantia*): CyK.*

Halbkugel und gestutzter Kegel ~~KeK~~.

Abgestutzte Pyramide grösseren und vollkommene kleineren Neigungswinkels PP.

Zwei abgestutzte, an den Grundflächen vereinigte Pyramiden $\dot{P}\dot{P}$.

Die Combination PP mit einer ihr Gleichen durch die Grundflächen der abgestutzten Pyramiden vereinigt $PP\ \dot{P}\dot{P}$.

Abgestutzte vierseitige Pyramide und liegendes dreiseitiges Prisma $3\overline{Pr}4\dot{P}$.

Prisma, dessen Grundfläche, oder eine von dessen Seitenflächen einfach gekrümmt ist (Combination des Cylinders mit dem liegenden oder aufrechten Prisma) $CyPr$ oder $Cy\overline{Pr}$.

Beispiele der Anwendung dieser Zeichen.

1. Entwickelung des Eychens der Orchideen (vergleiche Seite 1 bis 3).

A. $\underset{\text{(p. F.) } 6K\dot{P};\ \text{(s. F.) } 6K\dot{P}\dot{P}}{\text{I}} = \underset{6K\dot{P}}{\text{I}^2} + \underset{6\dot{P}\dot{P}(1/2\ ***)}{\text{II}^{1}\ **}$

B. $\underset{6K\dot{P}\ /\ 6K\dot{P}}{\text{I} = \text{I}^2} + \underset{4K\dot{P}(1/4).}{4\text{III}^1}$

C. $\underset{\text{(s. F.) } 6P\dot{P}\ \dot{P}\dot{P}}{\text{II}^1} = \underset{6\dot{P}\dot{P}}{\text{II}^1} + \underset{6P\dot{P}(1/2)}{\text{II}^2}$; hierauf wiederholt die Theilung B sich dreimal.

D. $\underset{4K\dot{P}\ |\ 4K\dot{P}}{4\text{III}^1 = 4\text{III}^1} + \underset{4K\dot{P}(1/2)}{5\text{III}^1}$; in gleicher Weise theilt sich 2III^1 in 2III^1 und 6III^1.

---

*) Diese und andere hier gebrauchte Bezeichnungen für Formen, die aus der Drehung von Kegelschnitten abzuleiten sind, werden dem Mathematiker spasshaft vorkommen. Ich habe zu meiner Rechtfertigung anzuführen, dass die Rücksicht auf möglichste Einfachheit und geringe Zahl der Zeichen, besonders aber die auf den Hergang der Entstehung der betreffenden Formen zur Annahme dieser Ausdrücke mich veranlasste. Bei seinem ersten Auftreten ist das Haar des Antherenfilaments von *Tradescantia* z. B. eine halbkugelige Wölbung einer Oberhautzelle. Durch andauerndes Wachsthum der Spitze wird der untere Theil rein cylindrisch.

**) Die Linie unter dem Gleichheitszeichen deutet die Neigung der neu entstehenden Scheidewand zur Achse des Organs an.

***) Die Bruchzahl hinter der zweiten der Theilzellen soll das ungefähre Verhältniss ihres Raums zu dem der Mutterzelle ausdrücken.

Digitized by Google

Jetzt wiederholt sich die Theilung A als A^2, ihr folgt B^2, dieser C^2 (wobei zu bemerken ist, dass durch die Theilung D^1 die s. F. von II^2 $6\dot{P}P$ wurde, dies gilt für alle Zellen II^2 bis II^n); auf C^2 folgt D^2, dann A^3, und so wiederholt sich der Cyclus der Theilungen fort und fort, bis endlich auf einer gewissen Entwickelungsstufe, nach der Theilung B^n, die folgende eintritt.

E. $\underset{6K\dot{P}}{I} = \underset{5K\dot{P}}{I^1} + \underset{5K\dot{P}(1/2)}{I^2}$, und zugleich, bisweilen früher:

F. $\underset{(s.\,F.)\,4\bar{C}\bar{P}\ 3\bar{P}r.}{1III^{n-2}} = \underset{4\bar{P}\ 3\bar{P}r.}{1IV^1\,(D.\,Z.)^*} + \underset{4\bar{C}\bar{P}(2/3)}{1IV^2}$; sie erfolgt in allen sechs Zellen III^{n-2}.

G. $\underset{4\bar{C}\bar{P}}{1IV^2} = \underset{4\bar{C}\bar{P}}{1V^1} + \underset{4\bar{C}\bar{P}(1/2)}{1V^2}$ (die s. F. von $1IV^1$ wird dadurch $6\bar{P}r$); sie tritt ebenfalls für alle sechs Zellen IV^2 ein.

H. $\underset{4\bar{C}\bar{P}}{1V^1} = \underset{4\bar{C}\bar{P}}{V^1} + \underset{4\bar{P}(1/2)}{VI^1}$. In gleicher Weise theilen sich $2V^1$ bis $6V^1$. — H wiederholt sich n mal (Bildung des innern Integuments); bisweilen tritt nach zwei bis fünfmaliger Wiederholung, während der allmälig V^1 zu $4\bar{C}\bar{P}r$ ja oft zu $1/2\bar{C}$ wird, folgende Theilung ein:

I. $\underset{4\bar{C}\bar{P}r}{V^1} = \underset{4\bar{C}\bar{P}r}{V^1} + \underset{4C\bar{P}r(1/2)}{VII^1}$. (Die Krümmung der Aussen- und Innenfläche des Integuments kann ohne Gefahr eines Missverständnisses vernachlässigt, und das Integument als sechsseitig betrachtet werden).

Kurze Zeit nach Eintritt der Theilung H erfolgt:

K. $\underset{4\bar{C}\bar{P}}{1V^2} = \underset{4\bar{C}\bar{P}}{1V^2} + \underset{4\dot{P}(1/2)}{1VIII^1}$; sie geht, ähnlich wie H, in allen 6 Zellen V^2 vor sich, und wiederholt sich n mal (Bildung des innern Integuments). —

2. Bildung des Vorkeims, und Beginn der Entwickelung des Embryo von *Gagea silvestris*.

(Keimbläschen im Augenblicke der Befruchtung: *Ea*).

A. $\underset{Ea}{I^1} = \underset{Eb}{I^2} + \underset{Ea(7/8)}{II^1\,(DZ.)}$

B. $\underset{(s.\,F.)\,KC}{I^2} = \underset{KC}{I^3} + \underset{C(1/2)}{II^2}$; wiederholt sich n mal; in mehreren oder wenigeren der Zellen II^2 bis II^n erfolgt die Theilung:

C. $\underset{C}{II^2} = \underset{1/2C}{1III^1\,(DZ.)} + \underset{1/2C(1/2)}{2III^2\,(DZ.)}$

I^{n+1} ist die erste Zelle des Embryo, und somit I^1 zweiter Ordnung.

---

*) Bedeutet Dauerzelle.

**) Anscheinend /, in Folge der beginnenden Krümmung des Eychens.

***) Im Verhältniss zur ursprünglichen Lage von V^1 eigentlich \, die Krümmung ist indess allzustark geworden, als dass diese Bezeichnung anwendbar wäre.

Digitized by Google

D. $\underset{(s.F.)K}{I^1} = \underset{\frac{1}{2}K}{I^2} + \underset{\frac{1}{2}K(\frac{1}{2})}{1II}$; ihr folgt

D^2. $\underset{\frac{1}{2}K}{I^2} = \underset{\frac{1}{4}K}{I^3} + \underset{\frac{1}{4}K(\frac{1}{2})}{2II}$; wiederholt sich, alternirend mit D, n mal, wobei der Coëfficient von K ein immer kleinerer Bruch wird.

E. $\underset{(s.F.)\frac{1}{2}C}{1II} = \underset{\frac{1}{4}C}{1II^1} + \underset{\frac{1}{4}C(\frac{1}{2})}{1III}$; tritt nach und nach in allen Zellen II ein.

Die weitere Entwickelung des Embryo habe ich nicht vollständig ermittelt. —

Digitized by Google

ERKLÄRUNG DER ABBILDUNGEN.

Digitized by Google

Digitized by Google

Tafel I.

Orchideen.

Vergrösserung sämmtlicher Figuren 400 der Linie.

1. Einzelne Zelle der vorspringenden Leiste der Placenta von *Orchis incarnata.* (S. 1).

2^a. Schematisch: dieselbe Zelle; die punktirte Linie zeigt die Richtung an, in welcher die Zelle durch eine Scheidewand getheilt wird. (Dasselbe gilt von allen den punktirten Linien der Figuren 1—22).

2^b. Rudiment des Eychens derselben Pflanze im Längsschnitt.

3^a. Dasselbe Object; die punktirte Linie zeigt die Richtung der Scheidewand, welche die Scheitelzelle demnächst theilen wird.

3^b. 4^b; wie 2^b, doch weiter entwickelt.

4^a. Schematische Darstellung des Uebergangs von 3^b zu 4^b.

5^{a-c}. Schematische Ansicht von oben der in der Bildung der 6 Zellen III^1 begriffenen Zelle I.

6—11. Die Originale dieser Zeichnungen sind Eychen verschiedener Entwickelungsstufen von *O. incarnata, latifolia* und *palustris* im Längsdurchschnitt (der nicht durch das Messer, sondern durch genaues Einstellen eines vorzüglichen Mikroskops auf die Längsachse des Eychens erlangt ist). Die Figuren 7^b 8^b 9^b und 10^b stellen wirkliche Zustände dar; die mit ^{a} bezeichneten schematischen Darstellungen sollen den Uebergang der verschiedenen Bildungsstufen in einander versinnlichen.

12. Schematische Darstellung des normalen Baus eines Orchideeneychens im Längsschnitt.

13. Spitze eines jungen Eychens von *O. incarnata* im Längsschnitt.

14. Ungewöhnlich kurz gebliebenes Eychen von *O. latifolia* im Längsschnitt. Der Embryosack ist schon ziemlich gross. —

15. Eychen von *O. variegata,* dessen inneres Integument sich zu entwickeln beginnt, im Längsschnitt (S. 3).

16. 17. Eychen derselben Pflanze, etwas weiter entwickelt (S. 3).

18. Theil des jungen Eychens von *Orchis militaris* im Längsschnitt: beginnende Entwickelung des äusseren Integuments (S. 3).

19. Ein ähnliches Präparat von *Orchis Morio.* Der obere Theil des innern Integuments beginnt sich in eine Doppellage von Zellen zu verwandeln (S. 3).

20—22. Oberer Theil des in der Entwickelung begriffenen innern Integuments von *O. Morio* (S. 3).

23. Querschnitt der einen vorspringenden Leiste der Placenta eines sehr jungen Germen von *O. incarnata:* drei Rudimente von Eychen, entsprechend den Figuren 4^b (das am Weitesten links) und 6^b (die beiden anderen).

24. Sehr junges Eychen der *O. palustris* im Längsschnitt; entspricht der fig. 8^b.

24^b. Dasselbe, von oben gesehen. Das Sechseck in der Mitte ist die Zelle I, die umgebenden 6 Zellen sind die III^2.

Digitized by Google

25. Ganz junges Eychen der *O. incarnata* im Längsschnitt, sammt den angränzenden Zellen der Placenta. Die Zellenkerne mitgezeichnet.
26. Spitze eines jungen Eychens von *O. latifolia* im Längsschnitt.
27. Dergleichen von *O. militaris*.
28. Dergleichen von *O. Morio*; abnorm (S. 2).
28b. „ von *Herminium Monorchis*. Der hier dargestellte Fall wurde nur einmal gefunden. Vergl. S. 2.
29. Spitze des Eychens von *O. variegata* im Längsschnitte. Der Embryosack beginnt sich zu entwickeln.
29b. Dieselbe, von oben gesehen. Man sieht den Verlauf der Scheidewand zwischen den Zellen I^1 u. I^2.
30. Eykern von *O. Morio* im Längsschnitt, etwas später (S. 4).
31. Derselbe weiter entwickelt (S. 4).
32. Inneres Integument und Embryosack derselben Pflanze (S. 4).
33. Embryosack derselben Pflanze, der sämmtliche übrige Zellen des Nucleus verdrängte, bevor das innere Integument ihn überzog (S. 4).
34. Ein Eychen derselben Pflanze, dessen Embryosack eben so beschaffen ist. Die drei Zellenkerne am Mikropyle-Ende haben sich gebildet (S. 4).
35. Innere Eyhaut und Embryosack von *O. variegata*. Beginn der Bildung der Keimbläschen (S. 4).

Tafel II.

f. 1—16. *Orchideen*. (Vergrösserung 300).

1. *Orchis militaris*. Inneres Integument und Embryosack im Längsschnitte, kurz vor der Befruchtung. Zwei Keimbläschen; ein freier Zellenkern am Chalaza-Ende des Embryosacks.
2. *Orchis Morio*, Embryosack unmittelbar vor der Befruchtung. Drei Keimbläschen; ein freier Zellenkern am unteren Ende eines derselben; drei dergleichen am Chalaza-Ende des Embryosacks.
3. Embryosack derselben Pflanze, zu gleicher Zeit. Zwei Keimbläschen, ein freier Zellenkern an Chalaza-Ende.
4. Inneres Integument (durchaus eine nur einfache Zellenlage) und Embryosack von *Orchis militaris*, im Augenblicke da der Pollenschlauch am Embryosack anlangt. Drei Keimbläschen, zwei Zellenkerne (ohne Kernkörperchen) am Chalaza-Ende.
5. *Orchis Morio*. Embryosack, gleich nach der Befruchtung. Zwei der Keimbläschen haben sich aufgelöst, das dritte befruchtete sich bedeutend vergrössert (S. 5). Um den dem Chalaza-Ende nahen freien Zellenkern bildet sich eine Zelle.
6. *Orchis Morio*. Inneres Integument und Embryosack eines befruchteten Eychens im Längsschnitt, etwas später. Im befruchteten Keimbläschen haben sich, nach Resorption des primären Kerns, zwei Tochterkerne gebildet.
7. *Gymnadenia odoratissima*. Befruchteter Embryosack, der vom zweizellig gewordenen Vorkeim noch nicht ganz ausgefüllt wird.
8. 9. Junge Embryonen nebst dem in Zellenvermehrung begriffenem Embryoträger von *O. Morio* (S. 6).
10. In der Theilung begriffene Endzelle des aus dem Eymunde hervorgewachsenen Embryoträgers von *O. Morio* (S. 6).
11, 13 bis 16. Junge Embryonen nebst Embryoträger von *Gymnadenia odoratissima*. Die kleinen Körnchen des Zelleninhalts sind nicht mitgezeichnet.

Digitized by Google

12. *Gymnadenia odoratissima*, dreizelliger Vorkeim, der obschon nur um einen Grad weiter entwickelt als der fig. 7 dargestellte, den Embryosack bereits völlig ausfüllt.

f. 17—29. *Agrostemma Githago.*

17. Eychen, drei Tage vor dem Aufblühen, im Längsschnitt (S. 51). Vgr. 60.

18—22. Embryosäcke unbefruchteter Eychen, nach den Altersstufen geordnet (S. 51). Vgr. 450, wie auch der fig. 23—28.

23. Mikropyle-Ende des Embryosacks im Augenblicke der Befruchtung. Nur ein Stück des Pollenschlauchs ist mitgezeichnet, wie auch bei den folgenden beiden Figuren. Der Kern des befruchteten Keimbläschens ist bereits verflüssigt.

24. 25. Junger Vorkeim; ein Stück des Pollenschlauchs und der Wand des Mikropyle-Endes des Embryosacks ist mitgezeichnet. Bei 24 sind in der unteren, cylindrischen Zelle zwei Zellenkerne entstanden; bei 25 hat sich zwischen beiden eine Scheidewand gebildet.

26. Vorkeim, wenig älter als der f. 25 abgebildete. Seine Stellung ist so, dass die parietale Lage des Zellenkerns seiner ellipsoïdischen grossen obersten Zelle sichtbar wird.

27. 28. Vorkeime, weiter entwickelt, an denen die Bildung des Embryo beginnt.

29. Junger Embryo, an welchem Cotyledonen und Radicula hervorsprossen, mit dem in seiner ganzen Ausdehnung erhaltenen, zum Embryoträger gewordenen Vorkeim. — Vgr. 60.

f. 30—41. *Bartonia aurea.*

30. Ganz junges Eychen im Längsschnitt (S. 38). Vgr. 400.

31. Eychen, weiter entwickelt, im Längsschnitt durch den Funiculus. Vgr. 400.

32. Eychen, von vorn gesehen, etwas später. Ein Theil des sehr dicken Integuments ist durch einen Schnitt weggenommen, damit Form und Grösse des Eykerns sichtbar werde. Vgr. 100.

33. Eychen im Längsschnitt, zu der Zeit da die Petala sich gelb zu färben beginnen. Das dicke Integument ist zum engen Mikropyle-Kanale geschlossen, der Embryosack hat die übrigen Zellen des Nucleus sämmtlich verdrängt. Vgr. 60.

34. Embryosack desselben Eychens, stärker vergrössert. Ein Zellenkern, vermuthlich der primäre, findet sich in der oberen Hälfte; feinkörniger Schleim ist in seiner Nähe dicht angehäuft. Vgr. 300.

35. Embryosack eines weiter entwickelten Eychens. Die Resorption der unteren Zellen des Mikropyle-Kanals hat begonnen, die Aussackung des Embryosacks, welche in die so entstandene Höhlung hinein ragt, erscheint bereits durch eine Querscheidewand von dessen Hauptraume geschieden (S. 39). Die drei Keimbläschen sind gebildet, der primäre Zellenkern des Embryosacks ist — ausnahmsweise — hier bereits resorbirt. Vgr. 400.

36. Eychen aus einer sehr jungen Knospe. Nur ein Keimbläschen ist sichtbar. Die Resorption der unteren Zellen des Mikropyle-Kanals hat noch nicht begonnen. Die innerste Zellenlage des Integuments ist mitgezeichnet. Vgr. 400.

37. Embryosack mit seinem Anhängsel, 24 Stunden vor dem Aufblühen (S. 39). In der Aussackung findet sich ein freier Zellenkern; ein gleicher, von welchem Stränge körnigen Schleims ausgehen, unterhalb der beiden Keimbläschen. Bei dieser wie bei den folgenden Figuren ist die Innenwand der Eyhülle durch eine Linie angedeutet. Vgr. 400.

38. Embryosack aus einer etwas älteren Knospe; die Aussackung ist faltiger, die bräunlichen Körner in ihr zahlreicher.

39. Embryosack, gleiche Altersstufe. Das Präparat hat einige Minuten im Wasser gelegen; der Inhalt der unteren Hälfte des Embryosacks ist dadurch angeschwollen und hat die Scheidewand in die

Digitized by Google

Aussackung welche keinen Zellenkern zeigt, hineingestülpt. Einer der drei Keimbläschen ist in die Wölbung der Scheidewand hineingetreten und füllt sie völlig aus. Vgr. 400.

60. Embryosack des Eychens einer eben sich öffnenden Knospe. Eines der Keimbläschen hat sich sehr vergrössert, ein Strang körnigen Schleims verläuft in der Achse der kernlosen Aussackung.

61. Dasselbe Eychen, schwach vergrössert, im Längsschnitt. Vgr. 30.

Tafel III.

f. 1—14. *Bartonia aurea.*

1. Embryosack und innerste Zellschicht des Integuments, aus einer geöffneten Blume, vor der Befruchtung (S. 39). Vgr. 400.

2. Embryosack, während der Befruchtung. Nur der unterste Theil der Aussackung ist mitgezeichnet. Der Pollenschlauch tritt eben an; der primäre Kern des Embryosacks ist in der Auflösung begriffen (S. 39). Vgr. 400.

3. Embryosack und angränzende Zellschicht der Eyhülle während der Befruchtung (S. 40). Vgr. 400.

4. Embryosack, etwas später. Sein Raum hat sich bereits in die zwei ersten Zellen des Endosperms getheilt (S. 40). Vgr. 400.

4*. Befruchtetes Keimbläschen, neben demselben einige, aus seinem Innenraume durch einen Riss der Wandung getretene, mit eyweissartigen Membranen bekleidete Tropfen Schleims (S. 40). Vgr. 500.

5. Befruchteter Embryosack gleicher Altersstufe mit dem f. 4 abgebildeten. Die untere der beiden Theilzellen ist die bei Weitem grössere, der gewöhnlichste Fall. — Wie aus der Vergleichung der bei gleicher Vergrösserung gezeichneten fig. 1—9 hervorgeht, variiren die Dimensionen sämmtlicher Theile des Samens ungemein. Vgr. 400.

6. Befruchteter Embryosack, zur Zeit da die Petala zu verwelken beginnen. Der Pollenschlauch ist bis ausserhalb des Eymunds gezeichnet, ebenso bei den folgenden drei Figuren. Neben dem befruchteten Keimbläschen sind noch Reste des fehlgeschlagenen wahrzunehmen. Der Kern der unteren Theilzelle des Embryosacks hat sich verflüssigt; diese Zelle wird demnächst in zwei zerfallen (S. 40). Vgr. 400.

7. Befruchteter Embryosack, später. Der Eyweisskörper besteht bereits aus einer Reihe von fünf Zellen; die Scheidewand, welche die obersten beiden trennt, ist durch die starke Längsdehnung des befruchteten Keimbläschens bereits beträchtlich eingestülpt. Vgr. 400.

8. Befruchteter Embryosack, aus demselben Germen mit dem als f. 7 abgebildeten, doch minder weit in der Ausbildung vorgeschritten. Es sind zwei Pollenschläuche durch den Eymund eingetreten.

9. Befruchteter Embryosack, etwa zwei Tage nach dem Ausfallen der Petala. Der Pollenschlauch, selbst der Zellenkern der Aussackung des Embryosacks ist noch vorhanden. Die zweite Zelle des Vorkeims, die erste des Embryo, hat sich bereits gebildet (S. 40).

10. Eyweisskörper, sechs Tage nach dem Ausfallen der Petala. Die Theilung der Zellen am Mikropyle-Ende ist schon weit vorgeschritten; das Chalaza-Ende ist noch eine einfache Zellenreihe (S. 41). Vgr. 100.

11. Mikropyle-Ende eines gleichweit entwickelten Eyweisskörpers, mit dem von Endospermzellen dicht umschlossenen, zweizelligen Vorkeim. Vgr. 500.

12. Junger Same derselben Entwickelungsstufe im Längsschnitte. Das massige Integument nimmt den bei Weitem grössten Theil desselben ein. Vgr. 30.

13. Junger Same, der schon drei Viertel der Grösse des reifen erreicht hat. Der Eyweisskörper, eine compacte länglich-eyförmige Zellenmasse, hat einen grossen Theil des Integuments, dessen

Digitized by Google

Epidermiszellen papillös wurden, verdrängt, der einzellige Träger des genau kugeligen Embryokügelchens ist bereits zum Verschwinden zusammengedrückt. Vgr. 50.

13b. Das Embryokügelchen aus voriger Figur. Vgr. 300.

14. Halbreifer Same, der die volle Grösse des reifen bereits erreicht hat. Aus dem Embryokügelchen sind Würzelchen und Keimblätter hervorgesprosst; im Centrum des Eyweisskörpers ist eine von körniger Flüssigkeit erfüllte Höhlung entstanden, in die hinein der Embryo wächst und sie endlich ganz ausfüllt (S. 41). Vgr. 15.

14b. Embryo des reifen Samens, von der Seite, so dass man nur einen der halbkugeligen Cotyledonen sieht. Vgr. 15.

f. 15—21. *Erodium Gruinum.*

15. Sehr junges Eychen im Längsschnitt (S. 52). Vgr. 75.

16. Eychen, 24 Stunden vor dem Aufblühen, im Längschnitt (S. 52). Vgr. 30.

17. Embryosack desselben Eychens; drei Keimbläschen, unter ihnen ein freier Zellenkern (S. 52). Vgr. 400.

18. Spitze des Embryosacks und Kernwarze beim Ausfallen der Petala, kurz nach der Befruchtung. Der Schnitt hatte nicht genau die Stelle getroffen an welcher der Pollenschlauch die Zellschicht der Kernwarze durchbricht; mir schien das derbwandige schlauchartige Gebilde welches seitwärts über dem fünfzelligen Vorkeim sichtbar ist, mit dem Pollenschlauche in Verbindung zu stehen und somit das beträchtlich angeschwollene Ende desselben zu sein. — Ob dasselbe in einer Einstülpung der Membran des Embryosacks oder in seinem Innenraume sich befinde, blieb mir zweifelhaft. Das Lagenverhältniss des Vorkeims zum Ende des Pollenschlauchs schliesst die Möglichkeit einer Verbindung zwischen der Anfangszelle des Ersteren und dem Letzteren aus. (S. 53). Vgr. 400.

19. Junger Vorkeim, aus drei Zellen bestehend, isolirt. Vgr. 400.

20. Eychen, kurz nach der Befruchtung, im Längsschnitt. Vgr. 30.

20b. Junger Vorkeim, fünfzellig.

21. Eymund, Kernwarze und Spitze des Embryosacks des f. 20 abgebildeten Eychens. Vgr. 400.

Tafel IV.

f. 1—12. *Canna Sellowii.*

1. Sehr junges Eychen im Längsschnitt (S. 8). Vgr. 400.

1b. Nucleus desselben im Querschnitt.

2. Eychen, kurz vor dem Aufblühen, im Längsschnitt (die punktirten Linien deuten die Gränzen der Modificationen des Gewebes der Chalazaregion an). Vgr. 60.

3. Embryosack, etwa zwei Tage vor dem Aufblühen. Die Zellenkerne der Keimbläschen haben sich gebildet (S. 9). Vgr. 400, wie auch der folgenden Figuren.

4. Kernwarze und Embryosack, ungefähr gleichen Alters. Der Primordialschlauch des Embryosacks hatte sich contrahirt, nach kurzem Liegen in Wasser dehnte er sich aus und legte sich der Wandung allseitig an (S. 9).

5. Embryosack und Kernwarze, 24 Stunden später. Drei Keimbläschen haben sich gebildet.

6. Kernwarze und Spitze des Embryosacks gegen das Ende der Blüthezeit. Zwei Keimbläschen sind fehlgeschlagen; das dritte hat sich sehr vergrössert (S. 9).

7. Oberer Theil eines Eychens während der Befruchtung. Das einzige Keimbläschen ist halb unter dem Ende des Pollenschlauchs versteckt.

Digitized by Google

8. Endostom, Kernwarze und Spitze des Embryosacks zur selben Zeit.
9. Theil der Kernwarze, vom Ende des Pollenschlauchs durchbrochen.
10. Ende des Pollenschlauchs und junger Vorkeim, beiläufig 6 Tage nach der Befruchtung. Die Gränzen der Zellen des Endostoms sind angedeutet. Noch innerhalb des Eymunds erscheint der Pollenschlauch faltig und verschrumpft.
11. Etwas jüngeres Eychen im Längsschnitt. Vgr. 20.
11b. Eykern und inneres Integument desselben Eychens. Vgr. 400. Die Zellen der Kernwarze sind bereits verflüssigt (S. 9).
12. Junger Vorkeim, neben ihm der verschrumpfte Pollenschlauch. Vgr. 400.

f. 13—19. *Crocus vernus.*

13. Eychen während der Winterruhe, im Längsschnitt (S. 28). Vgr. 120.
14. Nucleus eines Eychens, drei Tage vor dem Aufblühen aus den Integumenten herausgezogen (S. 29). Vgr. 150.
15. Eykern und oberer Theil des innern Integuments eines ungefähr gleich alten Eychens. Der Nucleus ist vom unteren Ende des Embryosacks losgelöst; man sieht das Verhältniss der grossen Zellen in dessen Grunde zu dessen Wand. Eine derselben ist beim Präpariren gerissen, ihr körniger Inhalt liegt neben der faltigen Wand. Vgr. 150.
16. Eykern, Embryosack und angränzender Theil des innern Integuments, 24 Stunden vor dem Aufblühen, im Längsschnitt. Zwei Keimbläschen; eine der drei grossen Zellen am Chalaza-Ende ist durch den Schnitt verletzt und entleert. Die Vorder- und Hinterseite der Wand des Embryosacks ist durch den Schnitt entfernt. Die Zellen des oberen Theils des Eykerns sind mitgezeichnet: man sieht deutlich, dass er aus einem centralen Zellstrange und diesen peripherisch umlagernden Zellschichten besteht.
17. Das Chalaza-Ende des Embryosacks, während der Blüthezeit. Nur eine der grossen, dem Grun[illegible] des Embryosacks eingezwängten Zellen ist sichtbar, die anderen sind durch den Schnitt entfe[illegible] worden. — Die Verdrängung des Gewebes des Eykerns hat zuerst die peripherischen Zell[illegible] schichten ergriffen; der centrale Strang ist noch verschont. Vgr. 400.
17b. Die grosse Zelle aus f. 17a isolirt und mit sehr verdünnter Schwefelsäure behandelt. Ih[illegible] flüssigkeit, sowie die bis dahin wasserklare ihres Kerns sind dadurch geronnen; le[illegible] und verbirgt das grosse Kernkörperchen. Die Membran des Kerns trat bei dieser grosser Schärfe hervor.
18. Eymund, Spitze des Embryosacks und Theil des Funiculus während der P[illegible] schlauch hat das lange Endostom durchlaufen und die Membran des [illegible] stülpt. Innerhalb derselben liegen die beiden ellipsoïdischen Keimb[illegible]
19. Endostom und Spitze des Embryosacks eines etwas weiter entw[illegible] bläschen, das befruchtete, hat sich stark in die Länge ge[illegible] schlagenden zeigt die S. 29 geschilderten Erscheinungen.
19b. Die gleichen Theile des als f. 19 abgebildeten Eychen[illegible] Embryosack aus dem von den Eyhüllen umsch[illegible] Seine Membran erscheint durchaus unverletzt, [illegible] schlossen. — In dem Chalaza-Ende des befruch[illegible] derter Lage, der neuentstandene abgeplattet ellipsoïdi[illegible]

Digitized by Google

Tafel V.

f. 1. 2. *Crocus vernus.*

1. Eychen, zwei Tage nach dem Verwelken der Corolle, im Längsschnitt. Vgr. 60.
1b. Die drei grossen Zellen am Chalaza-Ende desselben (S. 29). Vgr. 200.
1c. Das Kernkörperchen des Kerns einer derselben. Vgr. 750.
2. Der zweizellige Vorkeim, aus demselben Eychen. Vgr. 400.

f. 3—8. *Godetia rubicunda.*

3. Sehr junges Eychen im Längsschnitt (S. 50). Vgr. 300.
4. Embryosack eines etwas älteren Eychens. Vgr. 400.
5. Embryosack, 24 Stunden vor dem Aufblühen. Vgr. 400.
6. Mikropyle-Ende eines Embryosacks während der Blüthezeit. Vgr. 400.
7. Junger Vorkeim. Vgr. 300.
8. Mikropyle-Ende des Embryosacks eines befruchteten Eychens. Vgr. 300.
9. *Begonia Dregei.* Unbefruchtetes Eychen im Längsschnitt (S. 37). Vgr. 250.
10. *Begonia semperflorens.* Eykern eines unbefruchtet gebliebenen Eychens, etwa [illegible] Verwelken des Perigons (S. 38). Vgr. 300.
11. *Achimenes sp.* Unbefruchtetes Eychen im Längsschnitt (S. 37). Vgr. 300.
12. Embryosack eines andern Eychens derselben Pflanze. Vgr. 400.
13. *Gloxinia superba.* Unbefruchtetes Eychen im Längsschnitt. Vgr. 200.
14. *Secale montanum.* Unbefruchtetes Eychen im Längsschnitt (S. 31).
14b. Spitze des Embryosacks der vorigen Figur, das Keimbläschen
15. *Elymus arenarius.* Befruchtetes Eychen, 8 Tage nach [illegible] schnitt (S. 34). Vgr. 60.
15b. Der in Bildung des Embryokügelchens begriffe[illegible] senden Endosperms. Vgr. 200.

f. [illegible]

16. Sehr junges Eychen im Läng[illegible]
17. Eykern, drei Tage vor der [illegible]
18. Unbefruchtetes Eychen [illegible] einer Spalte ist sichtbar. Vgr. 60.
19. Inneres Integument [illegible] sschnitt. Die Ränder des Cotyledons über-
20. Mikropyle-Ende [illegible] ite über ihr offen lassend. Vgr. 60.
stufe. Vgr. 3[illegible] Vorkeim hat sich am Wurzelende als Embryoträ-
21. Oberer Th[illegible] ganz engen Kanal sind die, die Terminalknospe umfas-
vor der [illegible]
22. Dies[illegible] o. Vgr. 60.
dr[illegible]
23[illegible]

Tafel VIII.

Fritillaria imperialis.

ängsschnitt (S. 19). Vgr. 400.
ien. Vgr. 60.

Digitized by Google

f. 30—33. *Sutherlandia frutescens.*

30. Embryosack eines unbefruchteten Eychens (S. 55). Vgr. 300.
31. Endostom vom Pollenschlauche durchlaufen, und Mikropyle-Ende des Embryosacks, den jungen Vorkeim umschliessend (S. 55). Vgr. 300.
32. Eben befruchtetes Eychen im Längsschnitt. Vgr. 60.
33. Endostom und junger Embryo eines halbreifen Samens (S. 55). Vgr. 300.

Tafel VI.

f. 1—5. *Hyacinthus orientalis.*

1. Unbefruchtetes Eychen im Längsschnitt (S. 17). Vgr. 60.
2. Kernwarze und Mikropyle-Ende des Embryosacks desselben mit den drei Keimbläschen. Vgr. 300.
3. Embryosack und Kernwarze eines noch jüngeren unbefruchteten Eychens (S. 17). Vgr. 400.
4. Endostom, Kernwarze und oberer Theil des Embryosacks eines befruchteten Eychens. Der Embryosack ist aus den ihm umgebenden Zellgewebe etwas herausgezogen. Drei Pollenschläuche sind ins Endostom gedrungen, gleichwohl sind zwei der Keimbläschen fehlgeschlagen. Vgr. 200.
4b. Ein weiter entwickeltes befruchtetes Eychen im Längsschnitt. Vgr. 60.
5. Endostom, Kernwarze und Mikropyle-Ende des Embryosacks eines befruchteten Eychens, ungefähr gleichen Alters mit dem f. 4b abgebildeten (S. 17). Vgr. 300.

f. 6—10. *Asphodelus luteus.*

6. Eychen, drei Tage vor dem Aufblühen, von Aussen (S. 10). Vgr. 60.
7. Einen Tag älteres Eychen, im Längsschnitt. Die starken Linien unterhalb der Chalaza stellen die Gefässe des Funiculus vor. Vgr. 60.
8. Embryosack dieses Eychens (S. 10). Vgr. 300.
8b. Derselbe nach leichter Quetschung, durch welche die grosse Zelle am Chalaza-Ende des Embryosacks weit in dessen Raum ausgedehnt wurde.
9. Embryosack eines Eychens gleicher Altersstufe.
10. Embryosack eines unbefruchteten Eychens während der Blüthezeit. Vgr. 300.
11. Endostom (durch welches der bauchige Pollenschlauch eingetreten ist), Kernwarze und Embryosack während der Befruchtung (S. 10). Vgr. 300.
12. Dieselben Theile eines 10 Tage älteren Eychens (S. 10. 11). Vgr. 200.
13. Junger Embryo mit seinem Träger (S. 11). Vgr. 60.
13b. Wurzelende desselben. Vgr. 300.

f. 14—17. *Hemerocallis flava.*

14. Sehr junges Eychen im Längsschnitt (S. 19). Vgr. 60.
15. Etwas älteres Eychen, ebenso.
15b. Embryosack desselben. Vgr. 300.
16. Endostom, Embryosack und Theil des Eykerns eines unbefruchteten Eychens während der Blüthezeit. Vgr. 300.
17. Endostom und vergrösserter Embryosack, 8 Tage nach der Befruchtung. Vgr. 30.
17b. Der in Bildung des Embryokügelchens begriffene Vorkeim aus f. 17. Vgr. 400.
18. *H. fulva.* Endostom und Eykern eines unbefruchteten Eychens im Längsschnitt. Vgr. 60.

Digitized by Google

19. *Leucojum aestivum*. Eychen, 14 Tage nach der Befruchtung, im Längsschnitt (S. 25). Vgr. 30.
19b. Vorkeim daraus. Vgr. 300.
20. Vorkeim eines etwas weiter entwickelten Eychens derselben Pflanze (S. 25). Vgr. 300.

Tafel VII.

Funkia coerulea.

1. Nucleus und inneres Integument eines Eychens aus einer 4 Linien langen Knospe. Die innere Eyhülle hat den Eykern zur Hälfte überzogen; der Embryosack, deutlich eine vergrösserte Zelle mit grossem centralen Kerne, ist von einer doppelten Lage von Zellen bedeckt und umhüllt (S. 14). Vgr. 500.
2. Eychen, etwa 2 Tage vor dem Aufbrechen des Perigons. Der untere Theil der Chalaza erscheint, in Folge beträchtlicher Längsdehnung seiner Zellen, als dünner flügelähnlicher Anhang des Eychens. Bei *Agapanthus* ist dieses Verhältniss noch schärfer ausgeprägt. Vgr. 100.
3. Embryosack 4 Tage vor dem Aufblühen. Eine Schicht körnigen Schleims überzieht die Innenwand. Am keuligen Mikropyle-Ende haben sich zwei freie Zellenkerne, der eine mit 2, der andere ohne Kernkörperchen, gebildet; am verengerten Chalaza-Ende liegt ein grösserer Zellenkern — vermuthlich der primäre des Embryosacks. Vgr. 400, so auch bei allen fig. 4—16.
4. Nucleus eines unbefruchteten Eychens, aus demselben Germen wie das fig. 2 dargestellte Eychen. Am Mikropyle-Ende zwei Keimbläschen mit scharfgezeichneten kugeligen Zellenkernen; dem Chalaza-Ende sind zwei gestreckte Zellen mit undeutlichen Kernen eingepresst. Nahe über ihnen liegt ein freier elliptischer Kern, von dem Stränge körnigen Schleimes strahlig auslaufen. — Die Membran des Embryosacks folgt allen den seichten Einbuchtungen zwischen den Zellen der angränzenden Gewebe; ohne ins Unverhältnissmässige zu fallen kann man sie in Zeichnungen von dem Maassstab der vorliegenden durch gesonderte Linien nicht darstellen. Uebrigens hält es nicht schwer, sie an gelungenen Schnitten frei zu präpariren.
5. Embryosack und Kernwarze eines Eychens desselben Germens. Hier sind ebenfalls 2 Keimbläschen, sowie ein freier Zellenkern von dem Schleimstränge ausgehen im unteren Theile des Embryosacks vorhanden; dagegen fehlen die gestreckten Zellen im Chalaza-Ende.
6. Embryosack; die Knospe welcher das betreffende Eychen entnommen, würde in etwa 24 Stunden sich geöffnet haben. Nur ein Keimbläschen ist vorhanden; die beiden andern sind abgestorben, ihre Reste aber als körnig-schleimige Massen noch sichtbar. —
7. Embryosack, aus einem der Eychen einer jüngeren Knospe. Bis auf die nahezu regelmässige Eyform ist dieser Embryosack dem der fig. 4 sehr ähnlich.
8. Kernwarze und Embryosack aus dem Germen einer geöffneten Blume; die Antheren waren noch geschlossen, auf der Narbe fand sich durchaus kein Pollen. Drei lebende Keimbläschen; dem sehr verengerten Chalaza-Ende fehlen die gestreckten Zellen. Um den primären Kern des Embryosacks ist eine Zelle entstanden; in ihrem erweiterten Inhaltsraume haben sich 2 Tochterkerne gebildet. Die Schleimstränge sind sehr zahlreich und feinverzweigt (S. 14).
9. Embryosack, ebenfalls aus dem Germen einer geöffneten Blume, vor dem Verstäuben des Pollens. Zwei Keimbläschen sind abgestorben und zu bräunlichen Schleimballen zusammengeschrumpft. Um den früher freien Kern hat sich eine birnförmige Zelle gebildet, in ihrer oberen Hälfte liegt der von körnigem Schleime erfüllte Zellenkern.
10. Kernwarze und Embryosack — von ungewöhnlicher Grösse, — während des Verstäubens. Zwei Keimbläschen am Mikropyle-Ende; im verengerten Chalaza-Ende zwei gestreckte Zellen. In der

Digitized by Google

sehr erweiterten um den primären Kern des Embryosacks entstandenen Zelle finden sich fünf, theils kugelige, theils elliptische Schleimballen, jeder von einer zarten Membran umhüllt (Zellenkerne), mit zahlreichen festeren Körperchen (Kernkörperchen) im Innern.

11—16. 18—20 stellen die Kernwarze und Spitze des Embryosacks in 400facher Vergrösserung dar.

11. Beim beginnenden Verwelken des Perigons. Der Pollenschlauch hat das Endostom durchlaufen und die Kernwarze erreicht. Er drängt sich, wie häufig geschieht, eine kleine Strecke seitwärts zwischen Eykern und Eyhülle, bevor er die Kernwarze durchbricht.

12. Der Pollenschlauch hat sich zwischen den Zellen der Kernwarze hindurch gedrängt und den Embryosack erreicht. Die Keimbläschen sind noch unverändert.

13. Etwas später. Das eine Keimbläschen hat sich etwas in die Länge gestreckt. Der Pollenschlauch zeigt an diesem Präparat, innerhalb der Kernwarze, eine kleine Aussackung.

14. Auf gleicher Altersstufe mit dem als fig. 12 abgebildeten Präparate. Die Zellenkerne der Keimbläschen sind noch nicht resorbirt. Dagegen zeigen sich zahlreiche, kugelige Bläschen verschiedener Grösse, gleich bei ihrem Sichtbarwerden mit trübe körnigem Schleime gefüllt. Wie sich aus der weiteren Entwickelung ergiebt, sind es junge Zellenkerne (S. 16).

15. Wenig später. Noch immer sind die Keimbläschen unverändert; die freien Zellenkerne haben aber schon eine beträchtliche Grösse erreicht, und eine ellipsoïdische Form angenommen. Zahlreiche feste Körperchen (Kernchen) sind in ihrem Innern entstanden.

16. Etwas später. Der Kern des einen Keimbläschens ist verschwunden, der des anderen, wie aus seinen unbestimmten Umrissen hervor geht, in der Auflösung begriffen (S. 16).

17. Pollenschlauch, aus dem Endostom herausgezogen. Sein Ende ist keulig; seine Membran sehr dick; das Lumen nur gering. Wegen der Strahlenbrechung durch die dicke cylindrische Membran sind die Gränzen des Innenraums nicht deutlich wahrzunehmen. Vgr. 750.

18. Kernwarze und oberster Theil des Embryosacks; aus demselben Germen wie 17. Der Kern des einen Keimbläschens ist noch vorhanden, der des andern aufgelöst. Der Pollenschlauch hat die Kernwarze hier sehr weit seitwärts von deren Spitze durchbrochen.

19. Später. Beide Keimbläschen sind befruchtet; in dem einen haben sich bereits 2 Zellen gebildet; das andere ist noch weit zurück. Das in das Endostom hineinragende Ende des Pollenschlauchs beginnt zu obliteriren.

20. Aus demselben Germen. In dem einen, befruchteten Keimbläschen haben sich 2 Zellen gebildet. Das andere schlägt fehl; seine Inhaltsflüssigkeit ist bereits bräunlich und zähe schleimig.

21. Oberer Theil des unverletzt herauspräparirten Embryosacks eines befruchteten Eychens. In dem einen befruchteten Keimbläschen haben sich bereits 4, in dem anderen erst 2 Zellen gebildet. Alle Zellen zeigen vom Zellenkern ausgehende Anordnung des Protoplasma in strahligen Strängen. Vgr. dieser und der folgen Figuren 400.

22. Zweizelliger Vorkeim, frei präparirt.

23. Desgleichen. Beide Zellenkerne liegen nahe der obern Wand. Während der Beobachtung rückten sie langsam nach der, beide Zellen trennenden, Scheidewand zu, und glitten an dieser hin. Jetzt erschienen sie so, wie

23b. es darstellt. Die Zellenkerne erweisen sich als linsenförmig. Die von ihnen ausgehende Saftströmung ist durch die Wanderung nicht gestört. —

Beide Zellenkerne setzten ihre rotirende Bewegung fort, und nahmen an den unteren Wänden eine ähnliche Stellung ein, wie beim Beginne der Beobachtung an der oberen (S. 15).

24. Endostom, Kernwarze, Spitze des Embryosacks und angränzender Theil des innern Integuments, einige Zeit nach der Befruchtung. Der Pollenschlauch ist noch deutlich zu sehen; nur ein Keimbläschen hat sich zum Vorkeim umgebildet, der bereits aus 8 Zellen besteht. Der obere Theil des Zellgewebes

Digitized by Google

des Eykerns ist vom Embryosack bereits gänzlich verdrängt, mit Ausnahme der die Kernwarze unmittelbar bildenden Zellen. Diese haben an Grösse etwas zugenommen; ihre Wände sind erheblich verdickt. Eine starke Schicht dickflüssigen gelblichen Schleims überzieht die Innenwand; der scharfgezeichnete, mit durchsichtiger Flüssigkeit gefüllte Kern ist dieser Schicht eingebettet. —

24ᵇ. Eine der Zellen der Kernwarze aus dem vorigen Präparat, stärker vergrössert.

25. Befruchtetes Eychen im Längsschnitt. Der Pollenschlauch hängt zur Kernwarze heraus. Vier befruchtete Keimbläschen; eines hat sich bereits in einen 2zelligen Vorkeim verwandelt; die Kerne der übrigen sind resorbirt. Vgr. 60.

25ᵇ. Spitze des Embryosacks und Kernwarze desselben Präparats. Vgr. 200.

26. Vorkeim, aus 4 Zellen bestehend. Die halbkugelige (im Bilde oberste) Endzelle ist die der Chalaza zugewandte, durch fortgesetzte Theilung mittelst geneigter Scheidewände das fernere Längenwachsthum des Vorkeims vermittelnde. Vgr. 400.

26ᵇ. Gruppe von 3 in der Entwickelung begriffenen Vorkeimen in ihrer natürlichen Lage. Nur bei dem einen, am weitesten entwickelten Vorkeime ist der Inhalt der Zellen mit gezeichnet.

27. Vorkeim, etwas weiter entwickelt. Die Anordnung der Zellen dieses Präparats zeigt besonders deutlich, dass die Vermehrung der Zellen des Vorkeims in Richtung der Längsachse durch Theilung der Endzelle mittelst schiefstehender Scheidewände erfolgt. Vgr. 400.

28. Oberer Theil eines frei präparirten Embryosacks, mit dem von ihm umschlossenen Vorkeime. Vgr. 400.

29. Vorkeim noch weiter entwickelt. Vgr. 400.

30. Vorkeim an dessen unterem Ende die Bildung des Embryo begonnen hat, doch ohne dass bis jetzt eine Sonderung zwischen dem zum Embryo sich ausbildenden und dem zum Embryoträger werdenden, in der Entwickelung stehen bleibenden Zellgewebe sich wahrnehmen liesse. Vgr. 200.

31. Oberer Theil des inneren Integuments und des Embryosacks eines halbreifen Samens. Das Gewebe des oberen Theiles des Nucleus ist auf dieser Entwickelungsstufe gänzlich verflüssigt; das Endosperm, — die einzelnen Zellen noch zartwandig und nur wenig feste Körnchen enthaltend — füllt den Embryosack, mit Ausschluss des von den Embryonen eingenommenen Raums, gänzlich. Man bemerkt drei, ungleich entwickelte Embryonen. Vgr. 60.

31ᵇ. Derselbe Schnitt, umgewendet. Der Körper, welcher unmittelbar unter dem Eymunde liegt, ist kein besonderer Embryo, sondern das einwärts gekrümmte obere Ende des grössten der 5 Embryonen.

31ᶜ. Die 5 Embryonen aus einander gezogen.

32. Embryo, aus einem frischen reifen Samen. Keine Spur einer Spalte ist sichtbar. Vgr. 60.

33. Reifer Embryo aus einem anderen Samen, im Längsschnitt. Die Ränder des Cotyledons überziehen die halbkugelige Endknospe, eine enge Spalte über ihr offen lassend. Vgr. 60.

34. Reifer Embryo aus einem anderen Samen. Der Vorkeim hat sich am Wurzelende als Embryoträger erhalten. Vgr. 60.

34ᵇ. Derselbe, im Längsschnitt. Bis auf einen ganz engen Kanal sind die, die Terminalknospe umfassenden, Ränder des Embryo verwachsen. Vgr. 60.

Tafel VIII.

Fritillaria imperialis.

1. Sehr junges Eychen im Längsschnitt (S. 19). Vgr. 400.

2. Acht Tage älteres Eychen. Vgr. 60.

Digitized by Google

3. Eykern desselben. Vgr. 300.
4. Embryosack eines etwas weiter entwickelten Eychens (S. 19. 20). Vgr. 300.
5. Embryosack eines wenig älteren Eychens. Vgr. 300.
6. Embryosack eines unbefruchteten Eychens, zwei Tage vor dem Aufblühen. Um die Kerne der zukünftigen Keimbläschen hat sich körniger Schleim angehäuft (S. 19). Vgr. 300.
7. Embryosack eines 24 Stunden älteren Eychens. Die um die Kerne am Mikropyle-Ende entstandenen Protoplasma-Anhäufungen haben an ihrer ganzen Oberfläche Membranenstoff ausgeschieden; die Keimbläschen sind somit gebildet (S. 19). Vgr. 300.
8. 9. Embryosack zu Anfang / – zu Ende } der Blüthenzeit (S. 19. 20). Vgr. 300.
10. Kernwarze und Mikropyle-Ende des Embryosacks im Augenblicke der Befruchtung (S. 20). Vgr. 400.
11. Embryosack (nebst dem an ihn antretenden Pollenschlauche) auf derselben Entwickelungsstufe (S. 20). Vgr. 250.
12. Kernwarze und Mikropyle-Ende des Embryosacks während der Befruchtung. Zwei Keimbläschen, ein befruchtetes und ein fehlschlagendes sind sichtbar (S. 20). Vgr. 400.
13. Die nämlichen Theile eines etwas weiter entwickelten Eychens nach Bildung der zweiten Zelle des Vorkeims (S. 20). Vgr. 400.
14. Mikropyle-Ende des Embryosacks eines unbefruchteten Eychens; das durch den Schnitt etwas verschobene Keimbläschen zeigt im Innern die, S. 20 beschriebenen blasigen Gebilde. Einige derselben sind durch einen Riss der Wand ausgetreten und in den untern Theil des Embryosacks gerückt. Vgr. 300.
15. Kernwarze und Mikropyle-Ende eines vor Kurzem befruchteten Eychens. Neben dem zweizelligen Vorkeim sind noch Reste des Pollenschlauchs zu erkennen (S. 20). Vgr. 400.
15ª. Einer der zahlreich in der Inhaltsflüssigkeit dieses Embryosacks frei schwimmenden Kerne. Vgr. 400.
16. Junger Vorkeim, dreizellig. Vgr. 400.
17. Kernwarze und Mikropyle-Ende des Embryosacks eines jungen Samens. Der Vorkeim ist sechszellig. Vgr. 300.
18. Dieselben Theile, etwas später. Die Bildung des Embryo beginnt (S. 21); noch ist ein Rest des Pollenschlauchs zu sehen. Vgr. 300.
19. 20. Etwas ältere Embryonen, mit ihren, zu Embryoträgern gewordenen, massigen Vorkeimen. Vgr. 300.
21. Der junge Same, von welchem f. 18 ein vergrösserter Theil ist, im Längsschnitt. Noch ragt aus dem Eymund der Pollenschlauch hervor. Vgr. 20.
22. Embryo eines frischen reifen Samens, von vorn (S. 21). Vgr. 30.
22ª. Derselbe im Längsschnitt. Vgr. 30.
22ᵇ. Sein Wurzel-Ende, von vorn. Vgr. 60.
22ᶜ. Dasselbe, im Längsschnitt. Vgr. 120.
22ᵈ. Wurzel-Ende eines anderen, demselben Germen entnommenen Embryo, im Längsschnitt (S. 21). Man sieht noch die Reste des Vorkeims. Vgr. 300.
23. Jüngerer Embryo, von hinten. Vgr. 30.
23ᵇ. Derselbe, von der Seite. Vgr. 30.
23ᶜ. Die Spitze seines Cotyledon, im Längsschnitt. Vgr. 300.

Digitized by Google

Tafel IX.

f. 1. 2. *Gagea arvensis.*

1. Sehr junges Eychen, im Längsschnitt (S. 21). Vgr. 250.
2. Oberer Theil des Eykerns, 24 Stunden vor dem Aufblühen. Vgr. 120.
2b. Mikropyle-Ende des Embryosacks desselben Eychens mit den drei Keimbläschen. Vgr. 400.

f. 3—23. *Gagea silvestris.*

3. Eychen, zwei Tage vor dem Aufblühen, im Längsschnitt (S. 22). Vgr. 60.
3b. Embryosack desselben. Vgr. 300.
4. Eykern eines etwa 36 Stunden älteren Eychens. Zwei Keimbläschen sind entstanden.
5. Embryosack eines andern Eychens desselben Germens. Drei Keimbläschen; auch am Chalaza-Ende des Embryosacks ist eine Zelle entstanden (S. 22). Vgr. 300.
6. Kernwarze und Mikropyle-Ende des Embryosacks zu Ende der Blüthenzeit, doch noch vor der Befruchtung. Die zwei Keimbläschen haben an Grösse bedeutend zugenommen. Vgr. 400.
7. Pollenschlauch, Kernwarze und Mikropyle-Ende des Embryosacks unmittelbar vor der Befruchtung (S. 22). Der Pollenschlauch ist eben im Begriff, zwischen die Zellen der Kernwarze einzudringen. Die Zellen des angränzenden Theils des innern Integuments sind auf der Zeichnung angedeutet.
8. Mikropyle-Ende des Embryosacks und Kernwarze, vom Pollenschlauch durchbohrt, im Augenblicke der Befruchtung. Zwei Keimbläschen; das eine, grössere, dessen Kern sich verflüssigt hat, ist befruchtet; das andere kleinere schlägt fehl. Unterhalb der Keimbläschen zwei der in der Inhaltsflüssigkeit des Embryosacks freischwimmend entstandenen Zellenkerne; der eine derselben zeigt kein Kernkörperchen. Vgr. 300.
9. Dieselben Theile eines etwas weiter entwickelten Eychens. Vom Mikropyle-Ende des befruchteten Keimbläschens, in welchem ein neuer Zellenkern entstanden ist (S. 23), gehen Stränge körnigen Schleims aus. Vgr. 300.
10. Mikropyle-Ende des Embryosacks (zwei Keimbläschen umschliessend, von denen eines fehlschlägt) und das Ende des an denselben antretenden Pollenschlauchs, aus einem Eychen gleicher Entwickelungsstufe. Vgr. 300.
11. Dieselben Theile eines etwas weiter entwickelten Eychens, nach Bildung der zweiten Zelle des Vorkeims (S. 23). Vgr. 200.
12. Kernwarze und Mikropyle-Ende des Embryosacks eines Eychens gleicher Altersstufe. Vgr. 300.
13. Dieselben Theile eines etwas älteren Eychens.
14. Zweizelliger Vorkeim eines wenig weiter entwickelten Eychens. Das Ende des Pollenschlauchs ist mitgezeichnet. Vgr. 250.
15—17. Verschiedene Entwickelungsstufen des Vorkeims (S. 24). Vgr. 200.
18. Unteres Ende eines Vorkeims; Beginn der Bildung des Embryo. Vgr. 400.
19. Vorkeim, auf ähnlicher Stufe der Ausbildung (S. 24). Vgr. 200.
19b. Unteres Ende desselben; in jeder der Endzellen zwei Zellenkerne, zwischen ihnen eine plattenförmige Anhäufung von Körnern — Andeutung der beginnenden Theilung dieser Zellen. Vgr. 400.
20. Junger Same im Längsschnitt (S. 24). Vgr. 45.
20b. Embryokügelchen desselben, aus vier in einer Ebene liegenden Zellen bestehend, von denen drei sichtbar sind (S. 24). Zwei Zellen des zum Embryoträger werdenden Vorkeims sind mit gezeichnet.

Digitized by Google

21. Embryokügelchen sammt Träger eines halbreifen Samens. Die schlauchartige grosse oberste Zelle des Trägers, die erste des Vorkeims, ist bereits zerstört. Vgr. 250.
22. Embryokügelchen sammt Träger eines wenig jüngeren Samens (S. 24). Vgr. 250.
23. Oberer Theil eines frischen reifen Samens im Längsschnitt. Vgr. 18.
23b. Der Embryo desselben (S. 25). Vgr. 300.
23c. Eine aus demselben herausgepresste einzelne Zelle (S. 24). Vgr. 400.
23d. Embryo eines anderen reifen Samens, der eine seitliche Anschwellung zeigt (S. 24). Vgr. 60.

f. 24—35. *Daphne Laureola.*

24. Unbefruchtetes Eychen im Längsschnitt (S. 47). Vgr. 60.
25. Embryosack, Anfang März (S. 47). Vgr. 300.
26. – Mitte März (S. 47). Vgr. 300.
27. – Ende März (S. 48). Vgr. 200.
27b. Einige der in der Nähe des Chalaza-Endes desselben entstandenen freien Zellenkerne (S. 48). Vgr. 500.
28. Mikropyle-Ende eines unbefruchteten Eychens mit drei Keimbläschen, von denen zwei mit durchsichtigem, eines mit trübe-körnigem Inhalte. Vgr. 200.
29. Mikropyle-Ende eines anderen Embryosacks mit zwei Keimbläschen, deren eines im Absterben begriffen. Vgr. 200.
30. Kernwarze und Embryosack eines unbefruchteten Eychens, Anfang April. Vgr. 120.
30b. Mikropyle-Ende dieses Embryosacks. Unterhalb der beiden Keimbläschen sieht man einen sehr jungen freien Zellenkern. Vgr. 300.
31. Mikropyle-Ende eines Embryosacks mit dem antretenden Pollenschlauche im Augenblicke der Befruchtung, Mitte April (S. 48). Vgr. 200.
32. Dieselben Theile, etwas später (S. 48). Vgr. 200.
33—35. Verschiedene Entwickelungsstufen des Vorkeims. Vgr. 200.

f. 36—41. *Narcissus poëticus.*

36. Unbefruchtetes Eychen im Längsschnitt (S. 25). Vgr. 60.
37. Embryosack desselben. Vgr. 150.
37b. Dessen Mikropyle-Ende mit den drei Keimbläschen (S. 25). Vgr. 400.
38. Mikropyle-Ende des Embryosacks eines anderen Eychens. Zwei der Keimbläschen sind abgestorben. Vgr. 300.
39. Kernwarze und Mikropyle-Ende des Embryosacks während der Befruchtung (S. 25). Vgr. 300.
40. Dieselben Theile etwas später. Das Ende des Pollenschlauchs ist stark angeschwollen, sein oberer Theil aber ist verschrumpft. Vgr. 300.
41. Junger Vorkeim. Vgr. 300.
42. *Colchicum autumnale.* Befruchtetes Eychen (Ende April) im Längsschnitt. Der junge Vorkeim liegt sehr weit vom Ende des noch deutlich sichtbaren Pollenschlauches. Vgr. 30.
42b. Der Vorkeim und der ihm nächste Theil der Membran des Embryosacks aus demselben Eychen. Der Vorkeim liegt einer die Innenwand des Embryosacks vollständig auskleidenden Schicht körnigen Schleims und zahlreicher Zellenkerne eingebettet.

f. 43—51. *Prunus Cerasus.*

43. Unbefruchtetes Eychen im Längsschnitt (S. 48). Vgr. 30.
44. Embryosack desselben (S. 49). Vgr. 300.

Digitized by Google

45. Embryosack eines etwas älteren Eychens. Vgr. 300.
46. – 36 Stunden vor dem Aufblühen (S. 49). Vgr. 300.
47. – und angränzende Zellen des zur Chalaza führenden centralen Stranges, während des Aufblühens (S. 49). Vgr. 300.
48. Kernwarze und Mikropyle-Ende des Embryosacks während der Befruchtung (S. 49). Vgr. 300.
49. Eykern eines seit Kurzem befruchteten Eychens; der Embryosack hat sich bis zur Chalaza ausgedehnt. Vgr. 30.
49b. Kernwarze und Mikropyle-Ende des Embryosacks desselben Eychens. Vgr. 300.
50. Embryosack eines etwas weiter entwickelten Eychens. Vgr. 60.
51. Eykern eines jungen Samens. Die im Embryosack entstandenen anfangs freischwimmenden Zellen haben sich zu gedrängtem Gewebe zusammen geschlossen und füllen ihn zum grossen Theile aus. Vgr. 30.
51b. Embryokügelchen aus demselben Samen. Vgr. 120.

Tafel X.

f. 1—36. Arten der Gattung *Iris*.

1. *Iris pumila*. Nucleus eines sehr jungen Eychens im Längsschnitt (S. 26). Vgr. 300.
2. Junges Eychen im Längsschnitt. Vgr. 120.
2b. Embryosack desselben (S. 26). Vgr. 300.
3. Embryosack eines etwas weiter entwickelten Eychens (S. 26). Vgr. 300.
4. Kernwarze und Embryosack, 24 Stunden vor dem Aufblühen. Vgr. 300.
5. Mikropyle-Ende des Embryosacks während der Blüthezeit, doch vor der Befruchtung. — Zwei Keimbläschen. Vgr. 300.
5b. Eines der Keimbläschen, durch gelinden Druck nach der Mitte des Embryosacks getrieben, wo es die Kugelform annahm.
5c. Die dem Chalaza-Ende des Embryosacks eingepressten Zellen (aus demselben Eychen). Vgr. 300.
6. Endostom, Kernwarze und Mikropyle-Ende des Embryosacks beim beginnenden Verwelken des Perigons. Vgr. 300.
7. *I. biflora*. Pollenschlauch, Kernwarze und Mikropyle-Ende des Embryosacks, während der Befruchtung. Der Pollenschlauch hatte das Endostom so genau ausgefüllt, dass seine Membran die Spuren der Fugen zwischen den Zellen des Eymunds als vorspringende Kanten zeigt (S. 27). Vgr. 300.
8. Dieselben Theile eines andern Eychens. Vgr. 300.
9. *I. pumila*. Die nämlichen Theile, kurz nach dem Antritt des Pollenschlauchs an den Embryosack (S. 27). Vgr. 300.
10. *I. biflora*. Die gleichen Theile des befruchteten Eychens, wenig später (S. 27). Vgr. 300.

f. 11—19. *Iris pumila*.

11. Dieselben Theile, nach Bildung der zweiten Zelle des Vorkeims. Die Umrisse des Endostoms sind angedeutet. Wegen der Anschwellung des Pollenschlauchs ausserhalb desselben vergl. S. 28. Vgr. 600.
12. Endostom und Pollenschlauch
13. Dieselben Theile, nebst Kernwarze und Vorkeim } (S. 28). Vgr. 100.
14. Junger Vorkeim (S. 27). Vgr. 300.

Digitized by Google

15. Endostom, zwei Pollenschläuche, Kernwarze, Vorkeim und einige der in der Inhaltsflüssigkeit des Embryosacks neuentstandenen Zellenkerne (S. 27). Vgr. 300.

16—19. Verschiedene Entwickelungsstufen des Vorkeims und des Embryo (S. 27). Vgr. 300.

f. 20—26. *Iris sibirica*

20. Sehr junges Eychen im Längsschnitt (S. 26). Vgr. 30.

20b. Dessen Embryosack. Vgr. 300.

21. Embryosack eines etwas älteren Eychens. Vgr. 300.

22. Embryosack, 48 Stunden vor dem Aufblühen. Vgr. 300.

23. Oberer Theil des Eykerns, mit dem Embryosack, zu gleicher Zeit. Vgr. 300.

24. Embryosack, 24 Stunden vor dem Aufblühen. Die Bildung der Keimbläschen ist erfolgt. Vgr. 300.

25. Kernwarze und Mikropyle-Ende des Embryosacks während der Blüthezeit. Zwei der Keimbläschen sind abgestorben. Vgr. 300.

25b. Das lebenskräftige Keimbläschen der f. 25, isolirt.

26. Die f. 25 abgebildeten Theile während der Befruchtung (S. 27). Vgr. 300.

27. *Iris pumila.* Embryo eines frischen reifen Samens, im Längsschnitt. Vgr. 100.

f. 28—32. Zellenkerne und Zellen welche in der Inhaltsflüssigkeit des Embryosacks von *Asphodelus albus* nach der Befruchtung entstanden.

28. Zwei freie Zellenkerne, der eine ohne, der andere mit drei Kernkörperchen (S. 11). Vgr. 500.

29. Junge Zelle mit centralem Kern. Vgr. 500.

30. Zelle, deren Kern in der Auflösung begriffen (S. 11). Vgr. 500.

31. Mutterzelle mit zwei Tochterkernen. Vgr. 500.

32. - - vier dergleichen. Vgr. 500.

Tafel XI.

f. 1—20. *Zea Mays.*

1. Unbefruchtetes Eychen im Längsschnitt (S. 29). Vgr. 20.

1b. Der dem Eymunde nächste Theil desselben. Vgr. 120.

2. Der Embryosack desselben (S. 30). Vgr. 300.

3. 4. Embryosäcke unbefruchteter Eychen. In beiden sind je zwei der Keimbläschen bereits abgestorben. Vgr. 300.

5. Mikropyle-Ende des Embryosacks eines unbefruchteten Eychens.

6. Pollenschlauch, Eymund, Kernwarze und Embryosack unmittelbar vor der Befruchtung (S. 30). Vgr. 300.

7. Pollenschlauch, Kernwarze und Embryosack während der Befruchtung. Vgr. 300.

8. 9. Dieselben Theile, etwas später (S. 30). Vgr. 300.

10. Eykern (die Integumente sind entfernt) beiläufig vier Tage nach der Befruchtung. Der Embryosack ist bereits vom Endosperm völlig ausgefüllt (S. 31). Vgr. 15.

10a. Der junge Vorkeim; aus dem f. 10 abgebildeten Eychen. Vgr. 300.

10b. Eyweisskörper sammt Vorkeim und der Traube birnförmiger Zellen am Chalaza-Ende des Embryosacks, aus demselben Eychen (S. 31. 33). Vgr. 100.

11. Vorkeim eines wenig älteren Eychens. Vgr. 300.

12. Endostom und Vorkeim eines weiter entwickelten jungen Samens im Längsschnitt; die Bildung des Embryokügelchens beginnt (S. 31). Vgr. 200.

13. Embryo sammt seinem Träger, etwas später. Anfang der Bildung des Cotyledon. Vgr. 200.

Digitized by Google

14. 15. Dasselbe Organ, weiter vorgeschritten. Vgr. 100.
16. Junger Same gleichen Alters mit demjenigen, aus welchem der f. 15 dargestellte Embryo entnommen ist. Der Eyweisskörper ist schattirt. Vgr. 5.
17. Weiter entwickelter Embryo im Längsschnitt. Die punktirte Linie bezeichnet die Gränzen des Wurzelendes und die Endstelle des Embryoträgers. Vgr. 100.
18. Embryo gleichen Alters, von vorn. Vgr. 30.
19. Embryo späterer Entwickelungsstufe im Längsschnitt. Es zeigt sich bereits eine Nebenwurzel. Vgr. 50.
19b. Terminalknospe desselben Embryo. Vgr. 120.
20. Embryo ähnlicher Ausbildungsstufe, von vorn. Vgr. 30.

f. 21—36. *Sorghum bicolor.*

21. Unbefruchtetes Eychen im Längsschnitt (S. 30). Vgr. 120.
22. Kernwarze und Embryosack desselben Eychens. Vgr. 300.
23. Embryosack eines anderen unbefruchteten Eychens, einen Tag vor dem Auseinanderweichen der Spelzen. Vgr. 300.
24. Embryosack eines unbefruchteten Eychens während der Blüthezeit (S. 30). Vgr. 300.
25. Pollenschlauch, Kernwarze und Embryosack während der Befruchtung (S. 30). Vgr. 300.
25b. Der Embryosack (des f. 25 abgebildeten Eychens) frei präparirt. Seine unverletzt gebliebene Membran umschliesst vollkommen die Keimbläschen (S. 32). Vgr. 300.
26. Kernwarze, von zwei Pollenschläuchen durchwachsen, und Embryosack kurz nach der Befruchtung (S. 30). Vgr. 300.
26b. Die Kernwarze und der obere Theil des Embryosacks der vorigen Figur, aus einander gezogen. Die Primordialschläuche der beiden Zellen des jungen Vorkeims haben sich contrahirt. Vgr. 300.
27. Kernwarze, vom Pollenschlauche durchwachsen, und Mikropyle-Ende des Embryosacks eines Eychens ähnlicher Entwickelungsstufe. Vgr. 300.
28. Die nämlichen Theile eines etwas weiter entwickelten Eychens. Vgr. 300.
28b. Das f. 28 abgebildete Präparat: der Embryosack ist von den ihn umschliessenden Zellen der Kernwarze losgezogen.
29. Embryosack nebst der Gruppe birnförmiger Zellen an seinem Chalaza-Ende eines unbefruchteten Eychens. — Seiner Innenwand haben sich zwei Schichten von Endospermzellen angelagert. Vgr. 150.
30. Eymund und vom Eyweisskörper erfüllter Embryosack eines sehr jungen Samens. Im unteren Theile der Endosperm-Masse, von ihr dicht umschlossen, liegt der Vorkeim (S. 31). Vgr. 120.
31. Chalaza-Ende des in der Entwickelung begriffenen Eyweisskörpers (S. 30). Vgr. 300.
32. Vorkeim, an welchem die Bildung des Embryokügelchens eben beginnt (S. 32). Vgr. 300.
33. Embryokügelchen mit seinem Träger. Die erste Andeutung des Cotyledon wird sichtbar. Vgr. 80.
34. Ganz junger Embryo, etwas später. Der Cotyledon hat die Endknospe bereits ziemlich überzogen. Vgr. 80.
35. Junger Embryo, später. Das Auswachsen der Seiten des Cotyledon hat begonnen (S. 31). Vgr. 60.
36. Derselbe, wenig später, im Längsschnitt. Vgr. 60.

Tafel XII.

f. 1—16. *Monotropa Hypopitys.*

1. Unbefruchtetes Eychen, einer ungeöffneten Knospe entnommen. Der Embryosack hat noch nicht die Zellen der innern Zellschicht der Eyhaut zusammen gedrückt. Das Protoplasma des Embryo-

Digitized by Google

sacks ist an dessen Mikropyle-Ende besonders stark angehäuft; 4 Zellenkerne liegen in dieser Anhäufung körnigen Schleimes; 3 derselben enthalten noch keine Nucleoli, nur an dem einen, dem obersten, ist ein Kernkörperchen zu bemerken. Vgr. 400.

2. Embryosack eines etwas älteren Eychens. Um drei der eben erwähnten Zellenkerne hat dickflüssiges Protoplasma sich angesammelt; ihre Umrisse sind dadurch minder deutlich geworden. Jeder der Kerne enthält jetzt ein Kernkörperchen, mit Ausnahme des untersten. Eine Schicht feinkörnigen Protoplasmas bedeckt noch ziemlich gleichmässig die Innenwand des Embryosacks. Vgr. 400.
3. Embryosack. Vgr. 400.
4. Eychen aus einer eben sich öffnenden Knospe. Die Protoplasma-Massen, welche um die 3 dem Mikropyle-Ende des Embryosacks nächsten Zellenkerne sich angesammelt hatten, haben sich vergrössert, und jede mit einer Zellmembran bekleidet. Die 3 Keimbläschen sind somit fertig gebildet. Um den 4ten unteren Zellenkern bildete sich keine Zelle, dagegen sind die zahlreichen kleinen Körnchen seiner Inhaltsflüssigkeit verschwunden; ein grosses Kernkörperchen ist im Innern sichtbar. — Das Protoplasma des Embryosacks überzieht dessen Innenwand als zwar schon sehr dünne, aber doch noch gleichartige Schicht. Um den grossen freien Zellenkern ist ein ganzer Gürtel des körnigen Schleimes angehäuft.
5. 6. Etwas ältere Eychen, aus halbgeöffneten Blüthen, vor dem Verstäuben des Pollens genommen. Das Protoplasma ist jetzt in ein System von Schleimströmchen geordnet, das den freien Zellenkern zum Mittelpunkt hat. Bei f. 5 ist eines der Keimbläschen eben abgestorben; seine Reste erfüllen als formloser Schleim den, im Profil dreieckig erscheinenden Raum, welchen die beiden noch lebenskräftigen Keimbläschen zwischen sich lassen (S. 38). Bei fig. 6, welche ein etwas älteres Objekt darstellt als fig. 5, ist auch jede Spur des dritten Keimbläschens bereits verschwunden. — Die übrig gebliebenen 2 Keimbläschen haben an Grösse zugenommen, besonders stark das eine. — Die Zellenkerne, deren Grösse in den Keimbläschen verschiedener Eyer gar sehr variirt, sind hier auffallend klein. Vgr. 400.
7. Eychen, unmittelbar vor der Befruchtung. Der Pollenschlauch ist bereits am Eymund angelangt. Zwei Keimbläschen; das eine, kleinere schimmert durch das obere, grössere hindurch. Vgr. 500.
8. Eychen während der Befruchtung. Der Pollenschlauch hat den Embryosack erreicht und sich eine kleine Strecke zwischen Eyhaut und Wandung des Embryosacks gedrängt. (Da die Figur in der Ansicht von vorn gezeichnet ist, hat es den Anschein, als habe er den Embryosack eingestülpt, was aber nicht der Fall ist). Nur ein Keimbläschen ist noch vorhanden; selten finden sich zur Zeit der Befruchtung noch zwei, nie drei. Die beginnende Einwirkung des Pollenschlauchs macht sich am Keimbläschen bereits durch die Längsdehnung seiner der Chalaza zugewandten Seite bemerklich. — Der freie Kern des Embryosacks, so wie sein Kernkörperchen haben sich vergrössert, ihre Umrisse sind neblig und unbestimmt: Zeichen beginnender Auflösung. — Diese Abbildung entspricht ungefähr der fig. 23. Karl Müllers auf Taf. VII des 5. Jahrgangs 1847 der Berliner botanischen Zeitung. Vgr. 400.
9. Embryosack (die angränzenden Zellen des Integuments sind angedeutet) etwas später. Das Keimbläschen ist noch nicht wesentlich weiter verändert; es haben sich aber 2, den Embryosack gänzlich ausfüllende Zellen, die ersten des Endosperms, jede mit centralem Kern und Saftströmung, gebildet (S. 35). Vgr. 400.
10. Embryosack, etwas später. Die Längsdehnung des Keimbläschens ist weiter vorgeschritten. Vgr. 400.
11. Eychen im Längsschnitt. Die Zahl der Zellen des Endosperms ist durch wiederholte Theilung der unteren, der Mikropyle abgewandten derselben auf 5 gestiegen. Das Keimbläschen hat sich bedeutend in die Länge gestreckt und die Scheidewand der 2 obersten Endospermzellen einge-

Digitized by Google

stülpt. Sein Zellenkern ist verflüssigt (S. 36). Die Ueberreste des unbefruchteten Keimbläschen sind im Mikropyle-Ende des Embryosacks als formlose, körnig schleimige Masse zu bemerken. Vgr. 500.

12. Mikropyle-Ende des Eyweisskörpers, etwas später. Das Keimbläschen, jetzt sehr lang cylindrisch, ist bereits tief zwischen die 2 Zellen eingedrungen, welche sich durch Theilung der 2ten Zelle des Endosperms mittelst einer verticalen Scheidewand gebildet hatten. In dem, der Chalaza zugewandten, Ende des Keimbläschens hat sich ein linsenförmiger Kern mit 2 Kernkörperchen gebildet. Das unbefruchtete Keimbläschen ist noch vorhanden, und mit körnigem Schleime erfüllt. Vgr. 500.

13. Ein anderes Keimbläschen gleicher Altersstufe; hier ist der neu entstandene Kern kugelig und zeigt nur ein Kernkörperchen. Vgr. 500.

14. Mikropyle-Ende eines Eyweisskörpers, etwas später. Das halbkugelige Ende des langcylindrischen Keimbläschens erscheint durch eine horizontale Scheidewand von dessen übrigem Raume geschieden. Die erste Zelle des Embryo ist somit gebildet. Hier legte sich der Pollenschlauch dem Mikropyle-Ende in der von K. Müller bei allen seinen Figuren a. a. O. dargestellten Weise an. Vgr. 600.

15. Eyweisskörper kurz vor der Samenreife. Die Endospermzellen, mit Ausnahme der obersten und untersten, füllen sich mit zähe schleimigen (ob öligen?) und körnigen Stoffen. Der junge, noch einzellige Embryo hat jetzt auch die 2te Zelle des Endosperms durchwachsen, und ihre und der dritten Endospermzelle Scheidewand leicht eingestülpt. Ein Zellenkern ist in ihm nicht zu bemerken. Die Inhaltsflüssigkeit des langcylindrischen Embryoträgers ist völlig wasserhell. Vgr. 300.

16. Eyweisskörper, einem völlig reifen, ein Jahr alten Samen entnommen. Der Embryo besteht jetzt aus 2 Zellen; jede derselben zeigt einen kleinen Zellenkern. Sein Träger ist durch die Entwickelung der von ihm durchwachsenen, noch lebenskräftigen Endospermzellen zusammengedrückt und kaum mehr zu erkennen. Der Eyweisskörper zeigt oben und unten Anhängsel aus sprödem Membranenstoff: die Reste der Endospermzellen welche sich nicht mit assimilirten Stoffen füllten, und (was das obere der Anhängsel betrifft), das obere, vertrocknete Ende des Embryoträgers. — Diese Darstellung stimmt mit den fig. 32. 33. 34 K. Müllers a. a. O. genau überein; der Embryo ist von demselben in allen diesen Figuren gesehen und gezeichnet, aber falsch gedeutet. Vgr. 500.

16b. Eyweisskörper eines reifen, ein Jahr alten Samens. Durch Druck ist der Inhalt sämmtlicher Zellen ausgetrieben; die Gränzen der einzelnen Zellen erscheinen dadurch mit besonderer Deutlichkeit. Vgr. 500.

f. 17—25. *Polygonum orientale.*

17. Unbefruchtetes Eychen im Längsschnitt (S. 41). Vgr. 60.

18. Embryosack, einige Tage vor dem Aufblühen. Ueber den beiden kugeligen Keimbläschen liegt eine Wolke körnigen Schleims, wahrscheinlich ein Ueberbleibsel des fehlgeschlagenen 3ten Keimbläschens. Vgr. 300.

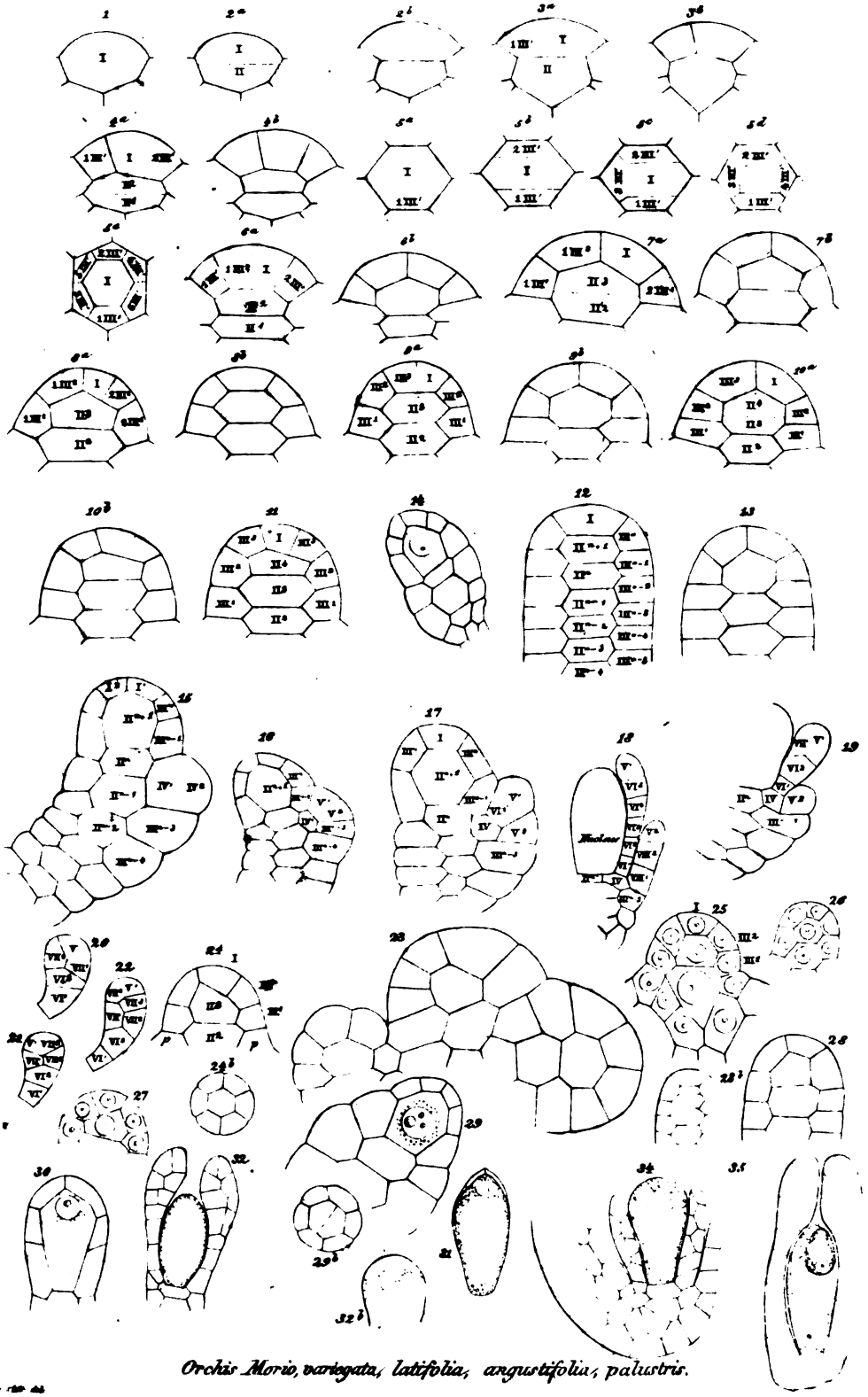
19. Oberer Theil des Eykerns, auf gleicher Stufe der Ausbildung. Das Verhältniss der den Embryosack bedeckenden Schicht langgestreckter Zellen zur Kernwarze ergiebt sich aus der Abbildung. Nur ein Keimbläschen ist vorhanden; ein einfacher Strang körnigen Schleims führt von dessen unterem Ende zum Knospengrunde (S. 42). Vgr. 300.

20. Mikropyle-Ende eines Embryosacks, unmittelbar vor der Befruchtung. Von den Kernen der Keimbläschen gehen schleimige Strömungsfäden strahlig aus. Vgr. 300.

Digitized by Google

Druck von Breitkopf und Härtel in Leipzig.

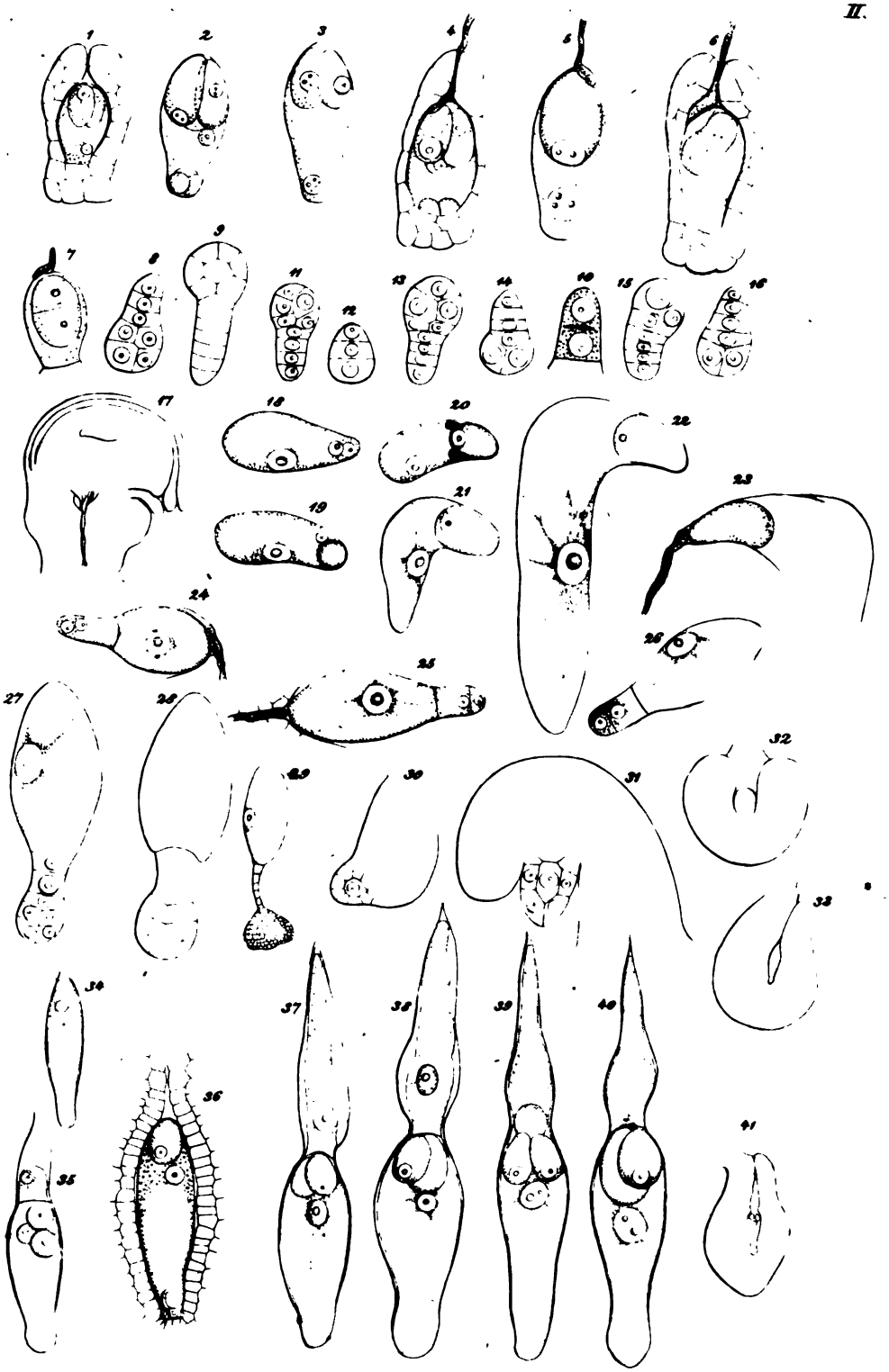
Digitized by Google



Orchis Morio, variegata, latifolia, angustifolia, palustris.

Digitized by Google

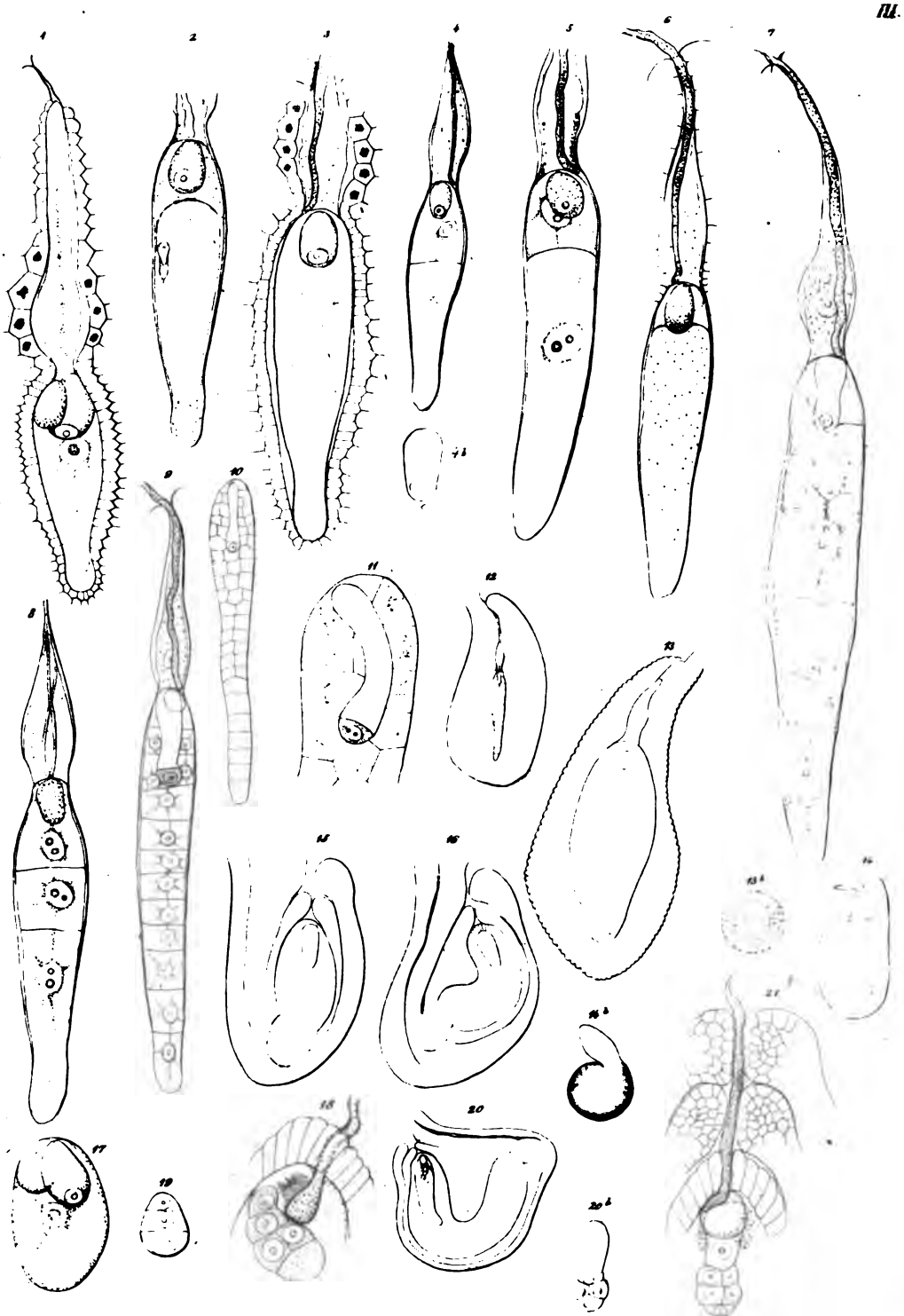
Digitized by Google



1 u. 4 Orchis militaris 2 3 5. 15 Orchis Morio und Gymnadenia odoratissima. 17–29 Agrostemma Githago. 30–41 Bartsia aurea.

Digitized by Google

Digitized by Google



1–14 Bartonia aurea. 15–21 Erodium Gruinum.

Digitized by Google

Digitized by Google

1–12 Canna Sellowii. 13–19 Crocus vernus.

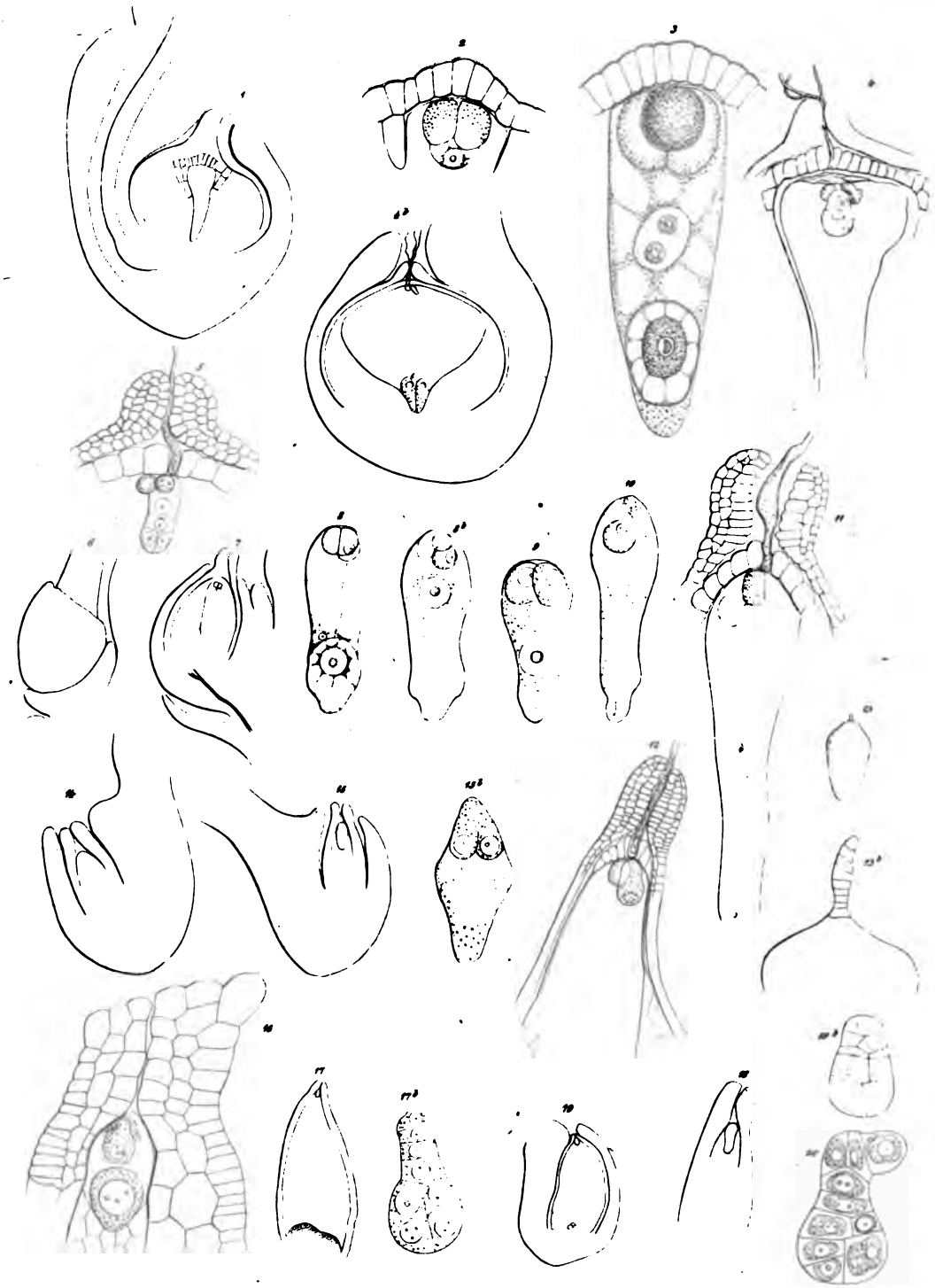
Digitized by Google

Digitized by Google

1. 2 *Crocus vernus*. 3–8 *Godetia rubicunda*. 9 *Begonia Drègei*. 10 *B. semperflorens*. 11. 12 *Archimenes sp.* 13 *Gloxinia superba*. 14 *Secale montanum*. 15 *Elymus arenarius*. 16–29 *Tropaeolum majus*. 30–33 *Sutherlandia frutescens*.

Digitized by Google

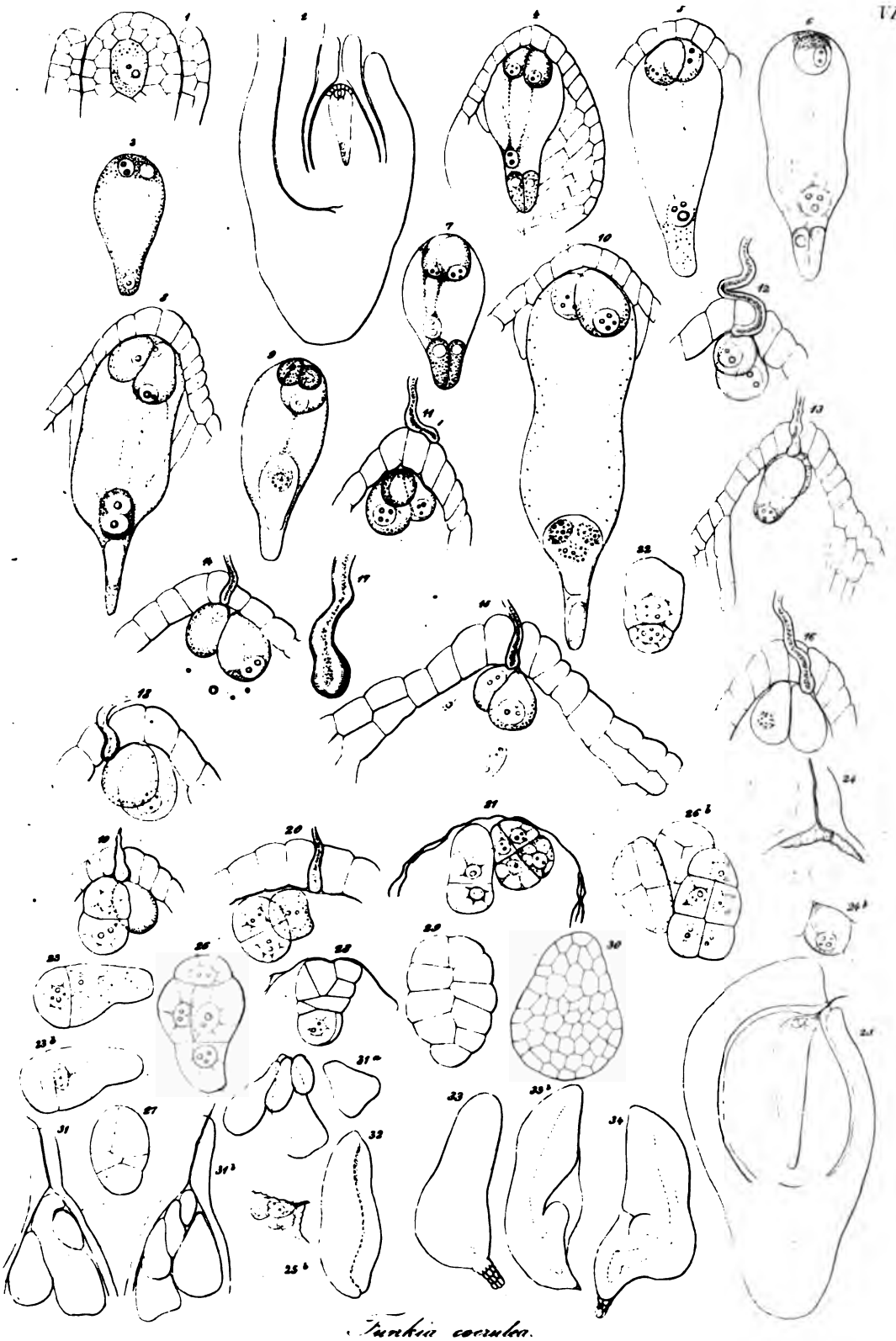
Digitized by Google



1–5, Hyacinthus orientalis. 6–12 Asphodelus luteus. 14–17, Hemerocallis lutea. 18, Hemerocallis fulva. 19, 20 Leucojum aestivum.

Digitized by Google

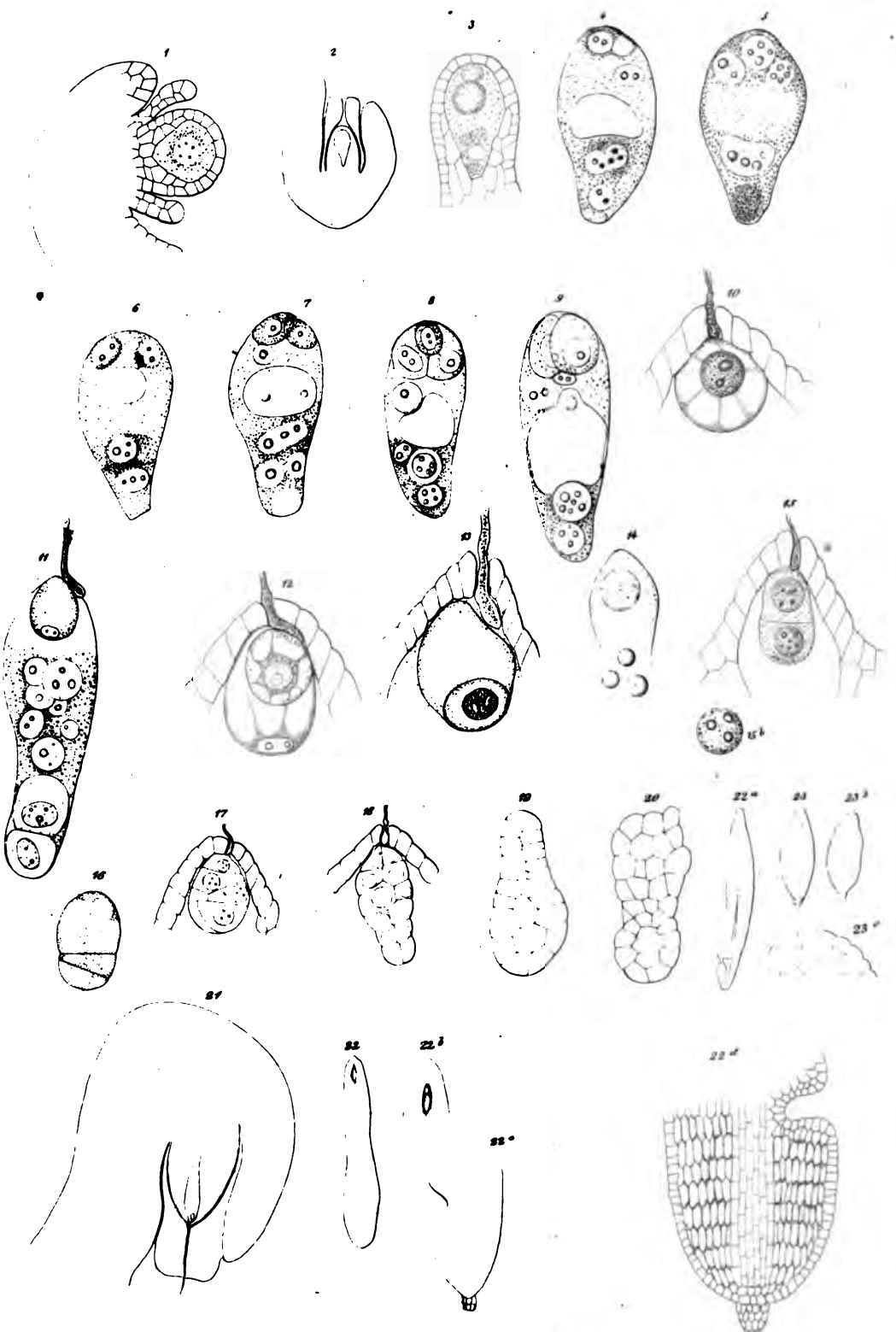
Digitized by Google



Funkia coerulea.

Digitized by Google

Digitized by Google



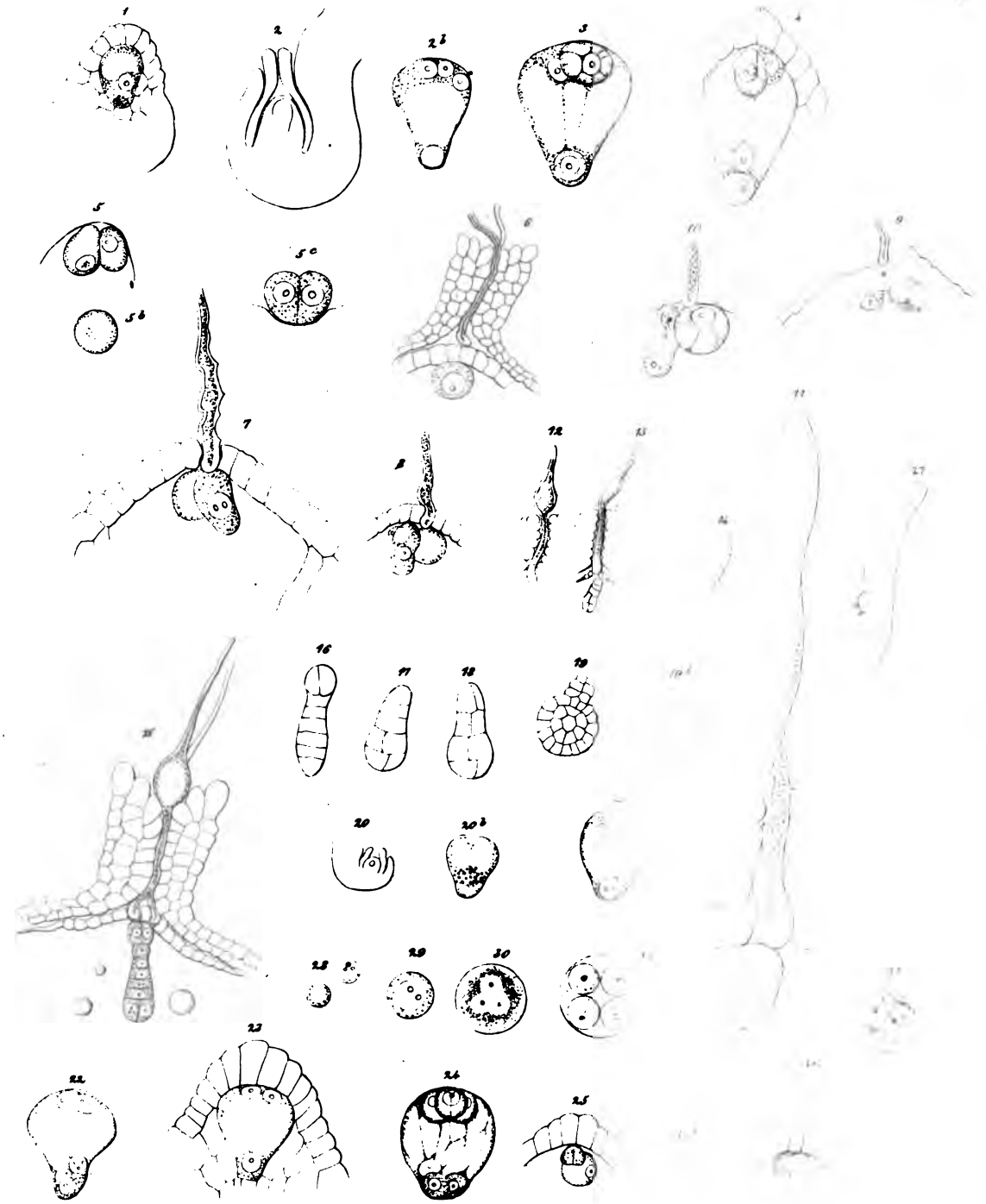
Fritillaria imperialis.

Digitized by Google

Digitized by Google

1. 2. Gagea arvensis 3. 23. Gagea sylvestris 24. 35 Daphne Laureola. 30. 41 Narcissus poeticus 42 Colchicum autumnale 43. 51. Prunus [illegible]

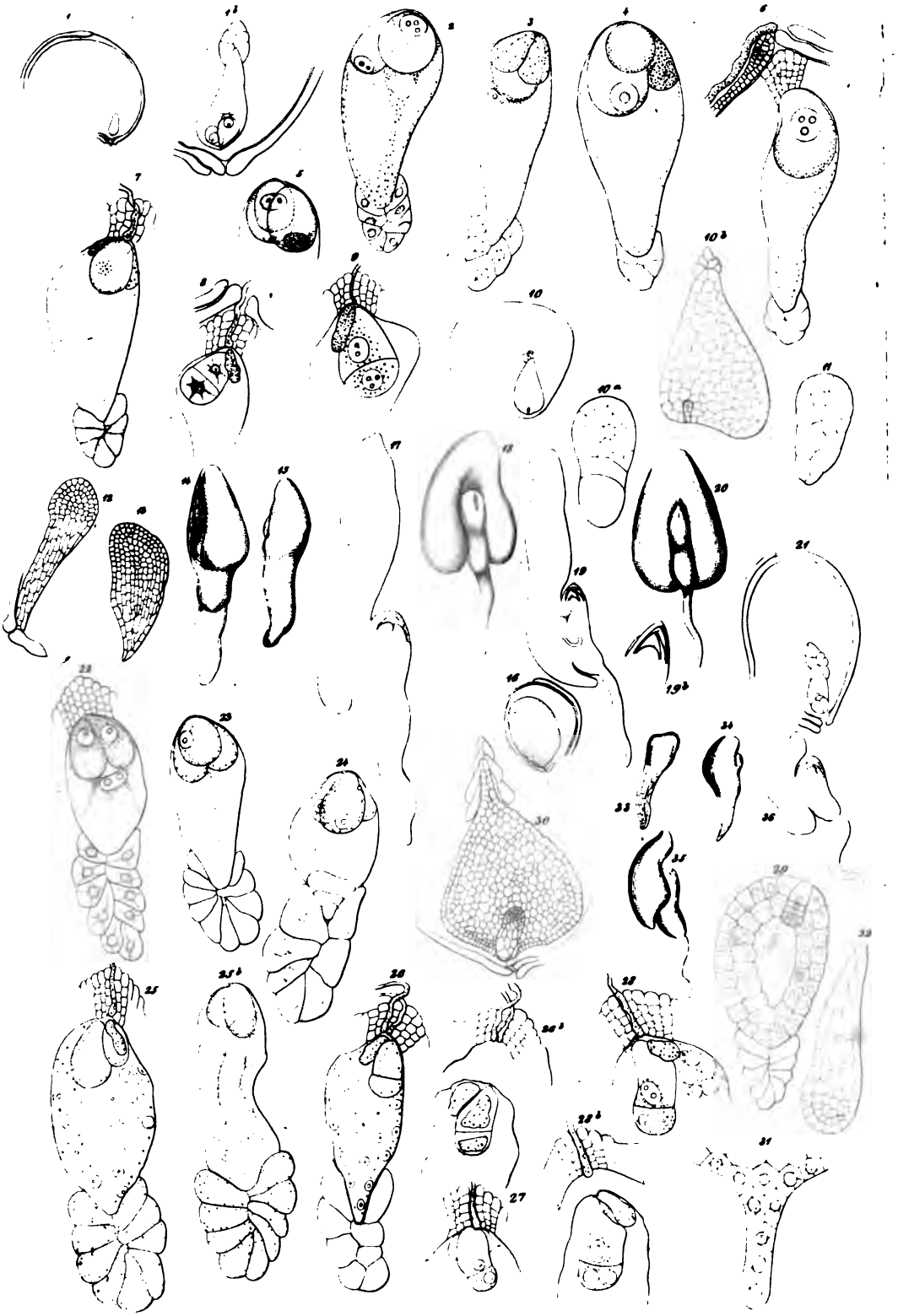
Digitized by Google



1_6.9. 11_19. 27 *Iris pumila.* 7. 8. 10 *I. biflora.* 20_26 *I. sibirica.* 24_

Digitized by Google

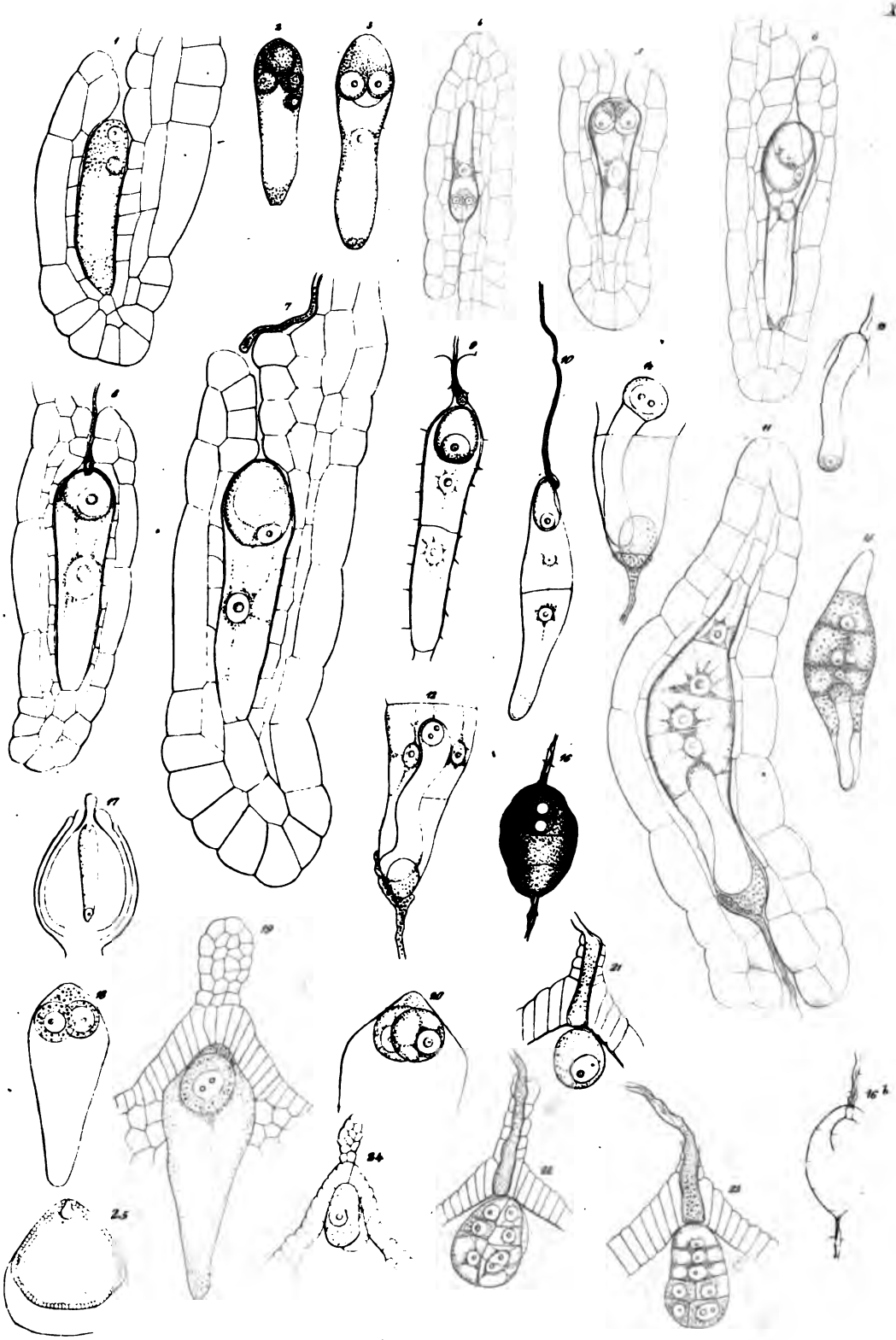
Digitized by Google



1–20 Zea Mays. 21–35 Sorghum bicolor.

Digitized by Google

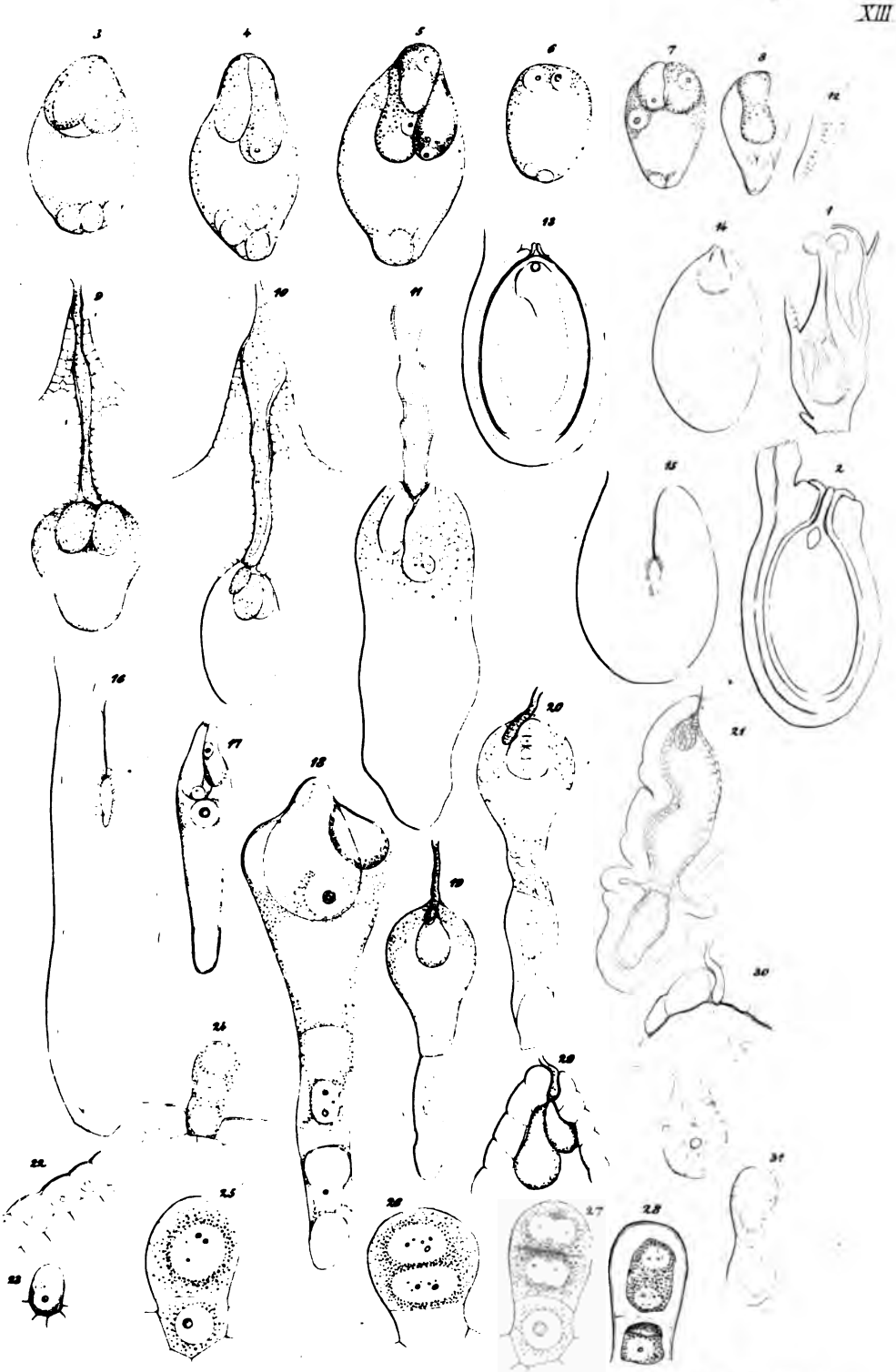
Digitized by Google



1–16 Monotropa Hypopitys fl. 25 Polygonum orientale.

Digitized by Google

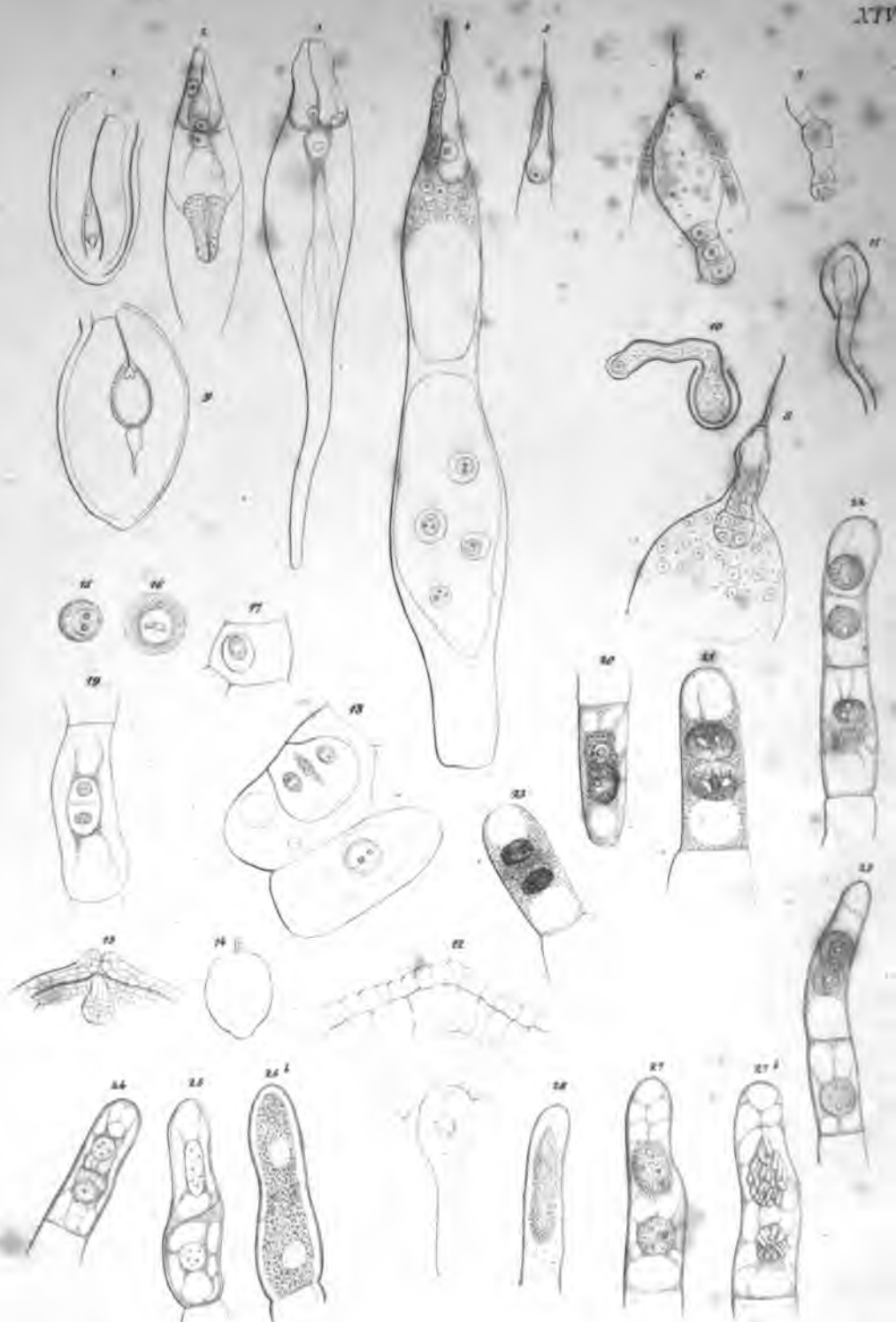
Digitized by Google



1–5 Sicyos angulatus. 6–14 Ecballium agreste. 15–21 Helianthus annuus. 22–28 Hibiscus Trionum.
29–31 Agapanthus umbellatus.

Digitized by Google

Digitized by Google



1–9 Linum perenne. 10.14 Hyacinthus orientalis. 15–19 Ornithogalum sulfureum. 20–28 Tradescantia virginica.

Digitized by Google

Digitized by Google

QK 665 .H62 C.1
Die Entstehung des Embryo der
Stanford University Libraries
3 6105 040 554 805

DATE DUE

STANFORD UNIVERSITY LIBRARIES
STANFORD, CALIFORNIA 94305-6004

Digitized by Google

Druck von Breitkopf und Härtel in Leipzig.

Digitized by Google