Ueber das Verhalten des Zellkerns in wachsenden Zellen.

Von

E. Zacharias.

Hierzu Tafel V, VI, VII.

Die Resultate der Arbeiten von Klebs, Gerassimoff u. A. weisen für bestimmte Fälle darauf hin, dass Beziehungen des Zellkerns zum Wachsthum der Zelle bestehen können. In der vorliegenden Arbeit soll nun untersucht werden, in wie weit auf Grund der vorhandenen Litteratur und eigener Untersuchungen ein Bestehen von Beziehungen zwischen etwaigen Veränderungen in der Beschaffenheit des Kernes wachsender Zellen und dem Zellenwachsthum erschlossen werden kann. Dabei sollen diejenigen Punkte besonders hervorgehoben werden, welche noch weiterer Untersuchung bedürfen, um die Lösung der behandelten Frage zu fördern.

In einer Mittheilung „Ueber Beziehungen des Zellenwachsthums zur Beschaffenheit des Zellkerns“ [1]) habe ich bereits darauf hingewiesen, dass schon Auerbach [2]) und Schwarz an den Kernen wachsender Zellen bestimmte Veränderungen erkannt haben, welche namentlich in einer Vergrösserung der Kerne und ihrer Nucleolen bestehen. Schwarz [3]) konnte bei der Untersuchung der Vegetationspunkte und der in Streckung begriffenen Theile von Wurzeln und Stengeln verschiedener Pflanzen feststellen, dass in allen Geweben das Volumen des Kernes der wachsenden Zellen anfangs zunimmt, um dann später wieder abzunehmen. „Im Allgemeinen (sagt Schwarz) fällt das Kernwachsthum bei klein bleibenden Zellen geringer aus als bei den grösseren. Ein bestimmtes Verhältniss zwischen Zellgrösse und Kerngrösse konnte ich nicht feststellen.“ [4]) Das Maximum der Kerngrösse fällt nicht mit bestimmten Stadien der Zellstreckung zusammen. In den Wurzeln von Oncidium suave z. B. ist „die wachsende Zone nur 2 mm lang, und doch trat das Maximum des Kernvolumens hier erst später auf“. Der Nucleolus der Kerne wachsender Zellen wächst zunächst ziemlich rasch, um zuerst schneller, dann langsamer an Grösse abzunehmen. Die Nucleolen wachsen rascher als der Kern, um dann

1) Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft, 1894, Bd. XII, Heft 5.

2) Organologische Studien 1. Heft, Breslau 1874. Zur Charakteristik und Lebensgeschichte der Zellkerne.

3) Beitrag zur Entwickelungsgeschichte des pflanzlichen Zellkerns nach der Theilung. (Beitr. z. Biologie der Pfl., herausg. von F. Cohn. 4. Bd. 1. Heft 1884.)

4) Vgl. auch Hertwig, Die Zelle u. die Gewebe p. 33.

Universitätsbibliothek Regensburg urn:nbn:de:bvb:355-ubr05161-0221-5

auch rascher wieder abzunehmen. Das Maximum des Nucleolarvolumens liegt meist vor der Zone, in welcher der Kern sein Maximum erreicht. Die Vergrösserung der Nucleolen erfolgt nicht durch Wasseraufnahme, sondern durch Aufnahme anderer Stoffe. Hinsichtlich des Verhaltens von Chromatin und Grundsubstanz bei der Volumänderung der Kerne bemerkt Schwarz: „Grösse und Menge der Chromatinsubstanz nehmen in älteren Stadien ab." p. 92 heisst es dann: „Ich zeigte, dass der Chromatingehalt und die Tinctionsfähigkeit n jüngeren Kernen grösser ist als in den älteren. Die Tinctionsfähigkeit nimmt jedoch erst später ab, und zwar erst in Stadien, wo der Kern sein grösstes Volumen schon erreicht hat, und beginnt kleiner zu werden. Bei der Vergrösserung des Zellkerns handelt es sich demnach nicht bloss um eine Vergrösserung durch Wasseraufnahme, es werden vielmehr direct Stoffe im Kern aufgespeichert." In einer späteren Publication von Schwarz[1]) findet sich folgende Ausführung: „Die Volumenzunahme des Kernes ist nicht durch die Vermehrung des Chromatins bedingt, dessen Menge, so viel man bei der verschiedenartigen Vertheilung beurtheilen kann, anfangs unverändert bleibt, später jedoch entschieden abnimmt. Dagegen vermehrt sich die Gerüst- und Zwischensubstanz nach der Theilung sehr bedeutend."

Von den durch Schwarz untersuchten Objecten unterwarf ich die Kerne der zu Gefässgliedern sich entwickelnden Zellen bei Keimlingen von Zea einer genaueren Prüfung. In Fig. 1 u. 2 sind Kerne aus Gefässzellen des Hypocotyls ruhender Samen nach längerer Behandlung mit einem Gemisch von Alkohol und Aether, in Alkohol liegend, abgebildet worden. Die Kerne enthalten ein dichtes, glänzendes Gerüst. In Fig. 2 erscheint der Kern fast homogen. Fig. 3 stellt einen wie die vorstehend beschriebenen Kerne behandelten Kern aus einer weiten Gefässzelle eines Keimlings dar. Der Nucleolus ist glänzend, scharf umschrieben, von fast homogenem Aussehen. Einer Gefässzelle des Hypocotyls eines gleich alten und gleichartig behandelten Keimlings entstammt der Kern der Fig. 4. Er hat ein dunkles Aussehen, als ob auch die Räume zwischen den Gerüstbalken geronnene Substanz enthielten. Der Vergleich der vergrösserten Kerne aus den grossen Gefässzellen der Keimlinge mit den Kernen aus den relativ kleinen Gefässzellen der ruhenden Samen bestätigt die Angabe von Schwarz, dass die Vergrösserung der Kerne und ihrer Nucleolen in den wachsenden Zellen nicht auf Wasseraufnahme

1) Die morphologische und chemische Zusammensetzung des Protoplasma (Beiträge zur Biologie der Pflanzen, herausgeg. von F. Cohn. V. Bd. 1. Heft 1887).

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05161-0222-0

beruht. Wenigstens erwecken die vorliegenden Bilder den Eindruck, dass, falls bei der Vergrösserung des Kernes Wasser aufgenommen wird, jedenfalls auch eine beträchtliche Aufnahme sonstiger Stoffe erfolgt.

Die Figuren 1a, 2a, 3a zeigen das Aussehen der in den Figuren 1, 2, 3 abgebildeten Kerne nach 24stündiger Behandlung mit künstlichem Magensaft, Fig. 2b dasjenige des in Fig. 2 abgebildeten Kernes nach 24stündiger Magensaft- und nachfolgender Alkohol-Behandlung. In allen Fällen ist der Nucleolus blass und substanzarm geworden und hat mehr oder weniger an Umfang verloren. Es ist ihm durch die Verdauungsflüssigkeit ein wesentlicher Theil seiner Substanz entzogen worden. Auch die sonstige Substanz des Kernes hat durch die Magensaftbehandlung überall erheblich an Masse verloren, der zurückbleibende Rest derselben zeigt das charakteristische, glänzende Aussehen nucleinhaltiger Körper. Nach Färbung mit Essigkarmin lassen sich in den Gerüstbalken kleine, intensiv gefärbte Körnchen erkennen.

Ob die procentische Zusammensetzung der untersuchten Kerne während ihres Wachsthums einer Aenderung unterworfen war oder nicht, ist nicht ermittelt worden.

Aus den Figuren 5, 6, 7 sind weitere Veränderungen der Kerne in der Ausbildung begriffener Gefässglieder zu ersehen. Die Figuren sind nach Präparaten aus Alkoholmaterial gezeichnet, welche mit Alauncarmin gefärbt und in Canadabalsam eingeschlossen worden sind. In sämmtlichen Kernen ist ein zartes, sehr hell gefärbtes Gerüst zu erkennen, welchem dunkler gefärbte Körnchen von ungleicher Grösse eingebettet sind. Die ungleiche Grösse der Körnchen ist namentlich in Fig. 7 auffallend. Der Kern Fig. 5 liegt in einer Gefässzelle, deren Wandung noch keine Tüpfelung erkennen lässt, während die Kerne Fig. 6 u. 7 Zellen mit getüpfelter Wand angehören. Die Wandverdickung im Gefässgliede des Kernes Fig. 7 ist anscheinend vollendet. Letzteres Gefässglied entstammt einem Keimling, welcher 10 Tage älter war als derjenige, welchem der Kern Fig. 5 angehörte, während der Kern Fig. 6 einem Keimling entnommen worden ist, welcher nur vier Tage älter war als der Keimling, welcher den Kern Fig. 5 enthielt. Der Vergleich der Kerne zeigt eine Abnahme der Nucleolarmasse bei weiterer Ausbildung der Gefässglieder. Verschiedene Stadien von Einschnürung[1]) der Kerne sind in Fig. 6 und 7 zu bemerken.

In Fig. 8 ist der Kern aus dem protoplasmatischen Wandbeleg eines Tüpfelgefässgliedes abgebildet, dessen Wandverdickung an-

1) Es ist hier darauf hinzuweisen, dass es Ziegler's Angaben zufolge (Die biologische Bedeutung der amitolischen [directen] Kerntheilung im Thierreich,

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05161-0223-6

scheinend vollendet ist. Die Perforation der Querwände fehlt noch. Fig. 8a stellt den Kern nach der Untersuchung in Alkohol dar. Der Nucleolus ist homogen, die Maschen des Kerngerüstes erscheinen leer, nicht von geronnener, granulirter Substanz erfüllt wie in Fig. 4. Nach 24stündiger Einwirkung von künstlichem Magensaft (Fig. 8b) hat das Gerüst ein glänzendes Aussehen erhalten, der Nucleolus hingegen ist sehr blass geworden, ohne jeden Glanz, nicht homogen. Das Volumen des Kernes hat sich nicht wesentlich verändert. Hier war verdauliche Substanz ausserhalb des Nucleolus nicht in nachweisbarer Menge vorhanden, eine Substanzverminderung durch die Verdauung nicht in der Weise erkennbar, wie solches bei den jüngeren Kernen der Fig. 3 u. 4 der Fall war, wo, abgesehen von der Verkleinerung des Kernes, durch die Verdauung auch der verkleinerte Rest procentisch ärmer an fester Substanz war als der nicht mit Magensaft behandelte Kern.

Die Veränderungen, welche die Zellkerne bei der Entwickelung der Gefässe einerseits, derjenigen der Siebröhren andererseits erfahren, wurden bei Cucurbita vergleichend untersucht.

Die Zellkerne von Cucurbita Pepo zeigen bei der Untersuchung in Alkohol eine gerüstartige Grundmasse, welcher ein Nucleolus und eine grössere Anzahl kleiner den „Nebennucleolen" oder „Pseudonucleolen" mancher Autoren[1]) entsprechender Körperchen eingebettet sind (Fig. 9). Diese letzteren können, wo das Gerüst sehr dicht ist, zuweilen nur undeutlich oder gar nicht erkannt werden. In manchen Fällen war festzustellen, dass sie ausschliesslich in der Peripherie des

Biolog. Centralblatt Bd. XI, Nr. 12, 13, 1891) „nach allen vorliegenden Beobachtungen feststeht, dass die Kerne, welche sich amitotisch theilen, stets durch besondere Grösse ausgezeichnet sind." Solche Kerne „haben eine beschränkte Theilungsfähigkeit und gehen stets nach einiger Zeit zu Grunde". — In seiner Arbeit über „Die Entstehung des Blutes bei Knochenfischembryonen" (Archiv f. Mikr. Anat. 30. Bd. 1887) bemerkt Ziegler: „Es würde passend erscheinen, wenn man den Ausdruck Fragmentation im Thierreich (und zwar zunächst nur bei Metazoen) für die morphologisch und physiologisch zusammengehörigen Fälle gebrauchen würde, welche in folgender Weise charakterisirt sind: Die Kerne sind beträchtlich grösser als gewöhnliche Kerne desselben Thieres und zeigen anormale Armuth an Chromatin, oder anormale Vertheilung desselben. Die Kerne vermehren sich durch directe Kerntheilung; häufig wird die Theilung nicht bis zur Trennung der Theilstücke durchgeführt, so dass die Kerne knospenähnliche Fortsätze und unregelmässige Ausläufer zeigen, oder dass sie durch Einschnürungen zertheilt erscheinen. Die Fragmentation kommt vor in Zellen, welche sich nicht mehr theilen" u. s. w.

1) Peters, Untersuchungen über den Zellkern in den Samen. Diss. Rostock 1891, p. 27. Rosen, Beitr. z. Kenntn. d. Pflanzenzellen. (Beitr. zur Biologie d. Pfl., herausgeg. von F. Cohn, Bd. V, 1892.)

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05161-0224-2

Kernes lagen. (Fig. 10.) In Alkohol untersucht wurden die Kerne von jungen Siebröhrengliedern, Geleit- und Rindenparenchymzellen, jungen Gefässgliedern und Meristemzellen der Wurzelspitze. Im Leben liessen sich die „Pseudonucleolen" in den Kernen von Haarzellen erkennen. Durch eine Mischung von Jodgrün und Diamantfuchsin[1]) lassen sich die Nucleolen intensiv roth, die „Pseudonucleolen" grün bis violett oder blau färben, während sich das Gerüst nur sehr schwach in violetten bis rothen Tönen färbt. Durch Färbung mit der genannten Mischung wurden die Pseudonucleolen auch in den Cambialzellen nachgewiesen, wo sie von ausserordentlicher Kleinheit sind, desgleichen in den Meristemzellen der Wurzelspitze. Die grösseren Pseudonucleolen grösserer Kerne schienen zum Theil durch Fortsätze in das Gerüst überzugehen.

Nach Einwirkung einer Mischung von Fuchsin-S. und Methylenblau auf Schnitte, welche nach Extraction mit Alkohol 24 Stunden mit künstlichem Magensaft behandelt worden waren, um darauf wieder in Alkohol zu gelangen, färbten sich Plasma- und Nucleolarreste sofort im Ton der Mischung, während die Pseudonucleolen zunächst farblos blieben. Sodann färbten sich die letzteren und die Nucleolarreste ziemlich gleichzeitig intensiv blau, während sich der Farbenton des Zellplasma gleichzeitig nicht änderte.

In Präparaten, welche aus Alkoholmaterial nach 24stündiger Einwirkung von 0,3proc. Salzsäure, durch Färbung mit Fuchsin-S. Methylenblau, successiver Behandlung mit Wasser, Alkohol, Xylol und Einschluss in Canadabalsam gewonnen worden waren, hatte sich überall das Zellplasma roth gefärbt. Die Pseudonucleolen waren entweder gar nicht zu erkennen, oder sie traten farblos, hellblau oder intensivblau gefärbt hervor. In letzterem Falle war der Nucleolus blauroth, sonst rein roth gefärbt. Das Kerngerüst erschien stets roth. Bei directer Beobachtung der Einwirkung des Farbstoffes färbten sich Zellplasma, Kerngerüst und Nucleolen sofort rein roth, während die Pseudonucleolen zunächst als farblose Körper kenntlich blieben oder durch das intensiv gefärbte Gerüst verdeckt wurden. Die Pseudonucleolen zeigten hier demnach gegen die Farbstoffmischung das Verhalten nucleinhaltiger Körper.[2]) Auch sonstigen Reagentien[3]) gegen-

1) Vgl. E. Zacharias, Erwiderung, Bot. Ztg. 1888, p. 91.

2) Vgl. E. Zacharias, Ueber Chromatophilie (Berichte der Deutschen Bot. Gesellsch. 1893, Bd. XI, Heft 3) und Anm. 1.

3) Künstlicher Magensaft, Salzsäure von der Concentration 4 vol. reine conc. Salzsäure auf 3 vol. Wasser, 10proc. Kochsalzlösung, 1proc. Sodalösung.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05161-0225-8

über erweisen sich die Pseudonucleolen als nucleinhaltig, während an den Nucleolen die üblichen Reactionen dieser Körper zu beobachten sind. Nach 24stündiger Behandlung des Kernes eines jungen Siebröhrengliedes, z. B. mit künstlichem Magensaft, traten die Pseudonucleolen sehr scharf als glänzende Körper hervor, der grosse Nucleolus erschien sehr blass und gequollen, das Gerüst war nicht mehr zu erkennen.

In den jungen Kernen des Wurzelvegetationspunktes und des Stammcambiums sind die Nucleinkörper ausserordentlich klein. Fig. 11 stellt zwei Zellen, von welcher die eine in Theilung begriffen ist,[1]) aus der Wurzelspitze nach dem Erwärmen in Essigcarmin dar. Der Nucleolus ist gequollen, während die Nucleinkörper ungemein scharf hervortreten. Fig. 12 zeigt eine Zelle des Wurzelmeristems aus einem Präparat, welches aus Alkoholmaterial durch Färbung mit Diamantfuchsin und Jodgrün hergestellt worden ist. Zellplasma und Nucleolus sind roth gefärbt, die Nucleinkörper sehr dunkel violett, während das Kerngerüst fast gar keinen Farbstoff aufgenommen hat. Der geringe Nucleingehalt der Kerne ist auffallend, desgleichen in den Kernen des Stammcambiums. In Fig. 13 sind Kerne des Stammcambiums aus einem Schnitt abgebildet, der aus Alkoholmaterial stammt, 24 Stunden mit Magensaft behandelt wurde und darauf in Alkohol gelangte, um schliesslich nach der Färbung durch Essigcarmin in Canadabalsam eingeschlossen zu werden. Die Nucleolarreste erscheinen blass und zart, während die sehr kleinen Nucleinkörper äusserst scharf hervortreten. An Schnitten aus dem Stammcambium (Alkoholmaterial), welche direct in Alkohol untersucht wurden, waren die Nucleinkörper nicht zu erkennen (Fig. 14).

Mit dem Wachsthum der Zellen vergrössern sich die Kerne, dabei nehmen, soweit untersucht, in allen wachsenden Zellen Nucleolen, Nucleinkörper und Gerüst an Masse zunächst zu. (Vergl. die Kerne junger Siebröhrenglieder in den Fig. 9, 10, 16, 17 mit Cambial- oder Meristemkernen.) Ob dabei das procentische Verhältniss der genannten Kernbestandtheile zu einander eine Aenderung erfährt oder nicht, hat nicht sicher ermittelt werden können. Besonders grosse Nucleinkörper kommen namentlich in Kernen von Geleitzellen zur Beobachtung (Fig. 18, 19), doch wurden auch in anderen Kernen Nucleinkörper von gleicher Grösse aufgefunden. Bemerkenswerth ist die Angabe Lecomte's[2]), dass in den Geleitzellen „toujours le noyau se montre

1) Anm. 2.

2) Contribution à l'étude du Liber des Angiospermes. (Ann. des Scienc. nat. 7. Série, Bot. T. 10, p. 292, 1889.)

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05161-0226-4

plus volumineux et mieux caractérisé que dans toutes les autres cellules de parenchyme, bien que les cellules-compagnes soient habituellement les plus petits de ces éléments." [1])

Unter sich gleichartig scheinen sich die Kerne der Siebröhren- und Gefässglieder (Fig. 20, 21) zu verhalten. Haben diese Kerne eine gewisse, für verschiedene Zellen differente Grösse erreicht, so nehmen die Nucleolen an Masse absolut mehr und mehr ab. Vom Gerüst lässt sich dasselbe nicht mit Sicherheit allgemein behaupten. Jedenfalls ist, nachdem die Kerne ein gewisses Grössenmaass erreicht haben, eine procentische Abnahme des Volumens an Gerüstmasse dem Kernvolumen gegenüber festzustellen. Das bezügliche Verhalten der Nucleinkörper steht nicht fest, doch scheint eine absolute Abnahme der Masse der einzelnen Körper zu erfolgen.

Die Abnahme der Nucleolarmasse in den Siebröhrenkernen scheint sehr rasch in dem Stadium der Siebröhrenentwickelung stattzufinden, welches dem Stadium mit isolirt im Wandbeleg des jungen Siebröhrengliedes auftretenden Schleimtropfen nachfolgt.[2]) Noch in dem Stadium mit Schleimtropfen wurden Kerne, wie sie die Fig. 9 u. 22 zeigen, beobachtet. Diese Figuren sind nach Schnitten aus Alkoholmaterial, welche in Alkohol liegend untersucht wurden, gezeichnet. In dem Kern der Fig. 22 war das Gerüst so dicht, dass die Nucleinkörper in dem Alkoholpräparat ohne Weiteres nicht zu erkennen waren. In späteren Stadien der Siebröhrenentwickelung gelingt es überhaupt nicht oft, etwas vom Kern zu sehen. Stets erscheint dann der Kern in allen Theilen sehr substanzarm. In Fig. 22, 23 sind Kerne aus einander benachbarten Siebröhrengliedern in Alkohol liegend bei gleicher Vergrösserung abgebildet. Während der Kern Fig. 22 einem im „Schleimtropfenstadium" befindlichen Siebröhrengliede angehörte, lag der Kern Fig. 23 in einem älteren Siebröhrengliede mit deutlicher Siebplatte. Hier befand sich der Kern in der feinkörnigen, contrahirten Inhaltsmasse. Ein kleiner Nucleolus und Nucleinkörper traten hervor, ein Gerüst war jedoch nicht zu erkennen. Dass letzteres, wenn auch sehr substanzarm, in entsprechenden Stadien der Siebröhrenentwickelung dem Kern dennoch zukommt, zeigen andere bei stärkerer Vergrösserung und nach abweichend behandelten Präparaten gezeichnete Figuren (Fig. 24, 25).

1) Vgl. auch Strasburger, Ueber den Bau und die Verrichtung der Leitungsbahnen in den Pflanzen, Jena 1891, p. 60, 62, 91, 101, 103, 137, 243, 297.

2) Wilhelm, Beiträge zur Kenntniss des Siebröhrenapparates dicotyledoner Pflanzen, Leipzig 1880.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05161-0227-9

Die Abnahme der Nucleolarmasse in einem bestimmten Stadium der Siebröhrenausbildung ist aus einem Vergleich der Figuren 17 und 17a deutlich zu ersehen. Die Figuren stellen Kerne einander benachbarter Siebröhrenglieder in Alkohol liegend dar. Der Kern Fig. 17 lag in einem Siebröhrengliede, welches noch keine Schleimtropfen enthielt, während der Kern Fig. 17a aus einer im Uebergang vom Schleimtropfenstadium zum Stadium vollständiger Ausbildung begriffenen Siebröhre stammte. Fig. 18 ist nach Behandlung eines Schnittes aus Alkoholmaterial mit künstlichem Magensaft und nachfolgender Färbung mit Essigcarmin gezeichnet worden. Der Kern des Siebröhrengliedes, an welchem eine Siebplatte sich erkennen liess, enthielt wenig Nucleinkörper, hier und da schwache Andeutungen eines Gerüstes; der Nucleolarrest war bis auf eine stärker gefärbte Randzone sehr blass. Der Kern der zugehörigen Geleitzelle hingegen enthielt in einem hell gefärbten, undeutlichen Gerüst verhältnissmässig grosse, intensiv gefärbte Nucleinkörper. Der Nucleolarrest erschien gequollen und ungefärbt.

Das Gerüst[1]) erscheint im Allgemeinen sowohl bei der Untersuchung in Alkohol als auch nach der Färbung mit Diamantfuchsin-Jodgrün zur Zeit des Schleimtropfenstadiums der Siebröhrenglieder schon substanzärmer als in früheren Stadien. An den Siebröhrengliedern mit den zuletzt geschilderten substanzarmen Kernen wurden Siebplatten erkannt, ob dieselben aber Perforationen besassen oder nicht, blieb zweifelhaft. Wo sich Perforationen mit Sicherheit beobachten liessen, wurden keine Kerne aufgefunden, auch nicht in Material, welches nach Fischer[2]) durch Abkochen ganzer, unverletzter Pflanzen, welche darauf in absoluten Alkohol gelangten, gewonnen worden war. Auch andere Autoren haben bekanntlich an den ausgebildeten Siebröhren die Kerne vermisst. Indessen finden sich doch in der einschlägigen Litteratur einzelne Angaben über das Vorkommen von Kernen in entwickelten Siebröhren. Guignard[3]) bemerkt hinsichtlich der Siebröhren des Weinstocks und der Cucurbitaceen: „Quand le cal, qui se forme en hiver, n'a pas fermé les pores le protoplasma s'accumule à la partie supérieure de la cellule,

1) Unter „Gerüst" ist hier überall die gesammte durch Alkohol „fixirte" Kernmasse abzüglich der Nucleolen und Nucleinkörper zu verstehen.

2) Ueber den Inhalt der Siebröhren in der unverletzten Pflanze. (Berichte der Deutschen Botan. Gesellsch. Bd. III. 1885.)

3) Note sur les noyaux des cellules des tissus sécréteurs. (Bull. de la Soc. Bot. de France, T. XXVIII, 1881, Séance du 9. Dec.)

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05161-0228-5

sous le grillage, et fait même saillie à travers les perforations, dans la cellule superposée; le noyau est entraîné par lui et se trouve tantôt contre la paroi latérale, vers le haut, tantôt au contact du grillage." Lecomte[1]) hat für einzelne Fälle in vollständig entwickelten Siebröhren einen Kern nachweisen können. Auch Fischer[2]) hat in den Siebröhren von Urtica dioica einen Körper gefunden, von dem er vermuthet, er sei ein Rest des Zellkernes. Ich halte das nicht für wahrscheinlich. Die Zellkerne von Urtica ähneln im Bau sehr jenen von Cucurbita. Nach Färbung mit Diamantfuchsin-Jodgrün zeigen sie rothe Nucleolen und kleine blaue oder violette Nucleinkörper, welche einem rothen Gerüst eingebettet sind. Die Körper in den Siebröhren hingegen, welche nach Fischer's Vermuthung Kernreste sein sollen, färben sich roth, wie die Inhalte der Siebröhren, und lassen keinerlei an einen Kern erinnernde Structuren erkennen. Nach Erwärmen von Alkoholmaterial in Essigcarmin treten in den Zellkernen die Nucleinkörper sehr scharf hervor, während in den fraglichen Gebilden der Siebröhren ein bräunlich-roth gefärbter homogener Inhalt von einer farblosen, doppeltcontourirten Wandung unterschieden werden kann (Fig. 26). Die Siebröhrenkörper Fischer's besitzen somit nicht die mindeste Aehnlichkeit mit den Zellkernen von Urtica. Dass sie dennoch aus solchen hervorgehen können, ist möglich, wenn auch nicht wahrscheinlich. Uebrigens ist es sehr wohl möglich, dass die Siebröhrenkerne trotz der gegentheiligen Angaben der meisten Autoren allgemein erhalten bleiben. Kerne mit sehr zartem Gerüst, bis zum Verschwinden verkleinertem Nucleolus und winzigen, weit auseinander liegenden Nucleinkörpern, wie ich sie bei Siebröhrengliedern in fortgeschrittenen Stadien der Entwickelung vorfand, werden sich in den ausgebildeten Siebröhren der Wahrnehmung entziehen können.

Für weitere Untersuchungen über die Veränderungen, welche die Kerne der Siebröhren erfahren, dürfte die Berücksichtigung einer Arbeit von G. Arnheim[3]) über Coagulationsnekrose und Kernschwund von Wichtigkeit sein.

Wie in den Siebröhrengliedern, so erreichen auch in den wachsenden Gefässgliedern die Kerne eine beträchtliche Grösse, die Nucleolarmasse vermehrt sich. Fig. 20 zeigt den Kern eines weiten Gefässgliedes ohne erkennbare Membranverdickung aus einem Stammknoten

1) l. c. p. 278, 279, 284.

2) Neue Beiträge zur Kenntniss der Siebröhren, Leipzig 1886, p. 15.

3) Virchow's Archiv für pathologische Anatomie und Physiologie und für klinische Medicin, 120. Bd., 1890.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05161-0229-3

nach Alkoholbehandlung. Durch Diamantfuchsin-Jodgrün konnte der Nucleolus rein roth gefärbt werden, während die Nucleinkörper eine intensiv blaue Färbung annahmen, das massig entwickelte Gerüst sich roth bis violett färbte. Fig. 21 stellt den Kern eines breiten Tüpfelgefässgliedes, dessen Wandverdickungen angelegt sind, nach Alkoholbehandlung dar. Nucleinkörper liegen nur in geringer Zahl an der Peripherie des Kernes. Wie in den nahezu ausgebildeten Siebröhren findet man auch in den Gefässgliedern, deren Wandverdickung fast vollendet ist, sehr substanzarme Kerne mit kleinen Nucleolen. Fig. 27 (Schnitt aus Alkoholmaterial, in Alkohol untersucht) gibt einen solchen Kern wieder. Die Nucleinkörper sind relativ gross, vom Gerüst ist mit Sicherheit nichts zu erkennen. Bis zur Ausbildung der Wandverdickungen findet man einen Zellkern und reichliches Protoplasma in den Gefässgliedern. Der (übrigens auch unter Berücksichtigung allgemeiner Ueberlegungen an sich sehr unwahrscheinlichen) Behauptung von Schmitz und Strasburger, das Protoplasma der Gefässzellen werde zur Bildung der Wandverdickungen „verbraucht", ist schon Lange[1]) auf Grund seiner Beobachtungen entgegengetreten. Das gleichartige Verhalten der Kerne bei der Ausbildung von Siebröhren und Gefässen gestattet den Schluss, dass nicht das Vorhandensein solcher Stoffe, welche man als „Nahrungsstoffe" anzusehen gewöhnt ist, in der unmittelbaren Umgebung des Kernes allein ausschlaggebend ist für den Gehalt des Zellkernes an Eiweiss, Nuclein und Plastin. Besonders mag betont werden, dass obwohl in den Siebröhren dem Zellkern in seiner unmittelbaren Umgebung grosse Mengen von Eiweiss zur Verfügung stehen, die Nucleolen erheblich an Masse verlieren, ebenso wie in den weit eiweissärmeren Gefässgliedern.

Aehnlich wie bei der Entwickelung von Gefässgliedern scheint sich in mancher Hinsicht nach Cavara[2]) der Kern während der Ausbildung der Idioblasten der Camelliaceen zu verhalten. In den Anfangsstadien des Wachsthums der Idioblasten scheint der Kern beträchtlich zu wachsen. Wenigstens ist derselbe in jungen Idio-

1) Beiträge zur Kenntniss der Entwickelung der Gefässe und Tracheiden. Diss., Marburg 1891. Vgl. auch die Angaben über das Verhalten des Zellkerns bei der Ausbildung der Gefässglieder p. 33. Desgleichen: Kallen, Das Verhalten des Protoplasma in den Geweben von Urtica urens, entwickelungsgeschichtlich dargestellt. Diss., Bonn 1882, p. 29.

2) Contributo alla morfologia ed allo Sviluppo degli idioblasti delle Camellice (Estratto dagli atti de R. istituto botanico dell' Università di Pavia. Serie II vol. IV).

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05161-0230-5

blasten nach Cavara sehr viel grösser als in den umgebenden kleineren Zellen. „Riguardo alla grandezza si può dire che fino a quando la membrana dell' idioblasta è suscettibile di distensione il nucleo conserva pressochè invariate la sue dimensioni, ma dal momento che, fissatasi la forma dell' idioblasta, la membrana va via via ingrossandosi fino a raggiungere lo spessore definitivo, il nucleo diminuisce gradatamente fino a non essere più percettibile negli idioblasti appieno evoluti." Auch der Nucleolus, der in den Anfangsstadien des Wachsthums der Idioblasten sehr beträchtliche Grösse zeigt, beginnt mit der Dickenzunahme der Membran sich zu verkleinern. Cavara hält allerdings den „Nucleolus" hier nicht für ein gewöhnliches Kernkörperchen, ist vielmehr auf Grund des Ergebnisses verschiedener Färbungsversuche der Meinung, dass hier ein Chromatinkörper vorläge, obwohl derselbe „si lascia appena intaccare da questi reattivi che il suddeto autore (F. Schwarz) da per solventi della cromatina."[1])

Für die Beurtheilung der hier in Betracht kommenden Fragen ist die Untersuchung der Zellkerne in den Endospermen keimender Samen von Interesse, insbesondere die Vergleichung der Kerne bei der Keimung wachsender Endosperme mit den Kernen solcher Endosperme, welche bei der Keimung nicht wachsen.

In einer Rostocker Dissertation von Peters[2]) und in einer Jenenser Dissertation von Koeppen[3]) finden sich Angaben über die Veränderungen der Kerne in den Endospermen von in der Ausbildung begriffenen und keimenden Samen. Hier ist besonders auffallend das durchaus verschiedenartige Verhalten von Ricinus communis und Pinus Larix einerseits, Carex, Zea, Sparganium, Typha, Phytolaccaceen (Perisperm) andererseits. Bei Ricinus findet während der Keimung eine „ungeheure Vergrösserung der Kerne und Nucleolen des Endosperms statt". Ebenso sind „die Kerne und besonders die Nucleolen in den Endospermzellen von Pinus Larix im keimenden Samen bedeutend grösser als im ruhenden". Bei Zea und Carex hingegen erfolgt keine Veränderung der Endospermkerne während der Keimung. Bei Carex erscheinen dieselben im reifen Samen schon „degenerirt", in Form zarter, unbestimmt contourirter Körperchen. Auch die Perispermkerne keimender Samen von Phytolacca bleiben unverändert. In den stärkehaltigen Zellen des reifenden Samens von Rivina tritt ein Zerfall

1) Vgl. Anm. 1.

2) Untersuchungen über den Zellkern in den Samen während ihrer Entwickelung, Ruhe und Keimung. 1891.

3) Ueber das Verhalten des Zellkerns im ruhenden Samen. 1887.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05161-0231-0

des Zellkerns ein „und bei völliger Reife findet in den meisten Zellen ein gänzliches Verschwinden desselben statt." In den stärkehaltigen Zellen der Samen von Petiveria ist „nach verschiedenartigster Behandlungsweise" kein Kern beobachtet worden. Die Endosperme der reifen Samen von Sparganium und Typha enthalten keine Kerne.

Das Verhalten der Kerne keimender Samen von Ricinus und Pinus Larix habe ich einer näheren Untersuchung unterzogen und gefunden, dass während der Auflösung der Reservestoffe der Nucleolus von Ricinus seinen Durchmesser um das Zwei- bis Dreifache vergrössern kann, während der Gesammtkern sein Volumen mindestens um das Dreifache zu vergrössern scheint. Wegen der sehr unregelmässigen Gestalt des Kernes im ruhenden Samen ist hier eine sichere Schätzung nicht möglich (Fig. 28a Kerne aus dem Endosperm des ruhenden Samens; 28b Kerne aus dem Endosperm eines keimenden Samens, dessen Reservestoffe schon merklich abgenommen haben; vgl. die Figurenerklärung). Aus einer vergleichenden Untersuchung von Alkoholmaterial ergab sich, dass die Vergrösserung des Nucleolus nicht etwa auf einer Vermehrung seines Wassergehaltes, sondern auf einer Zunahme seiner „Substanz" beruht. Nach Behandlung mit künstlichem Magensaft erscheint der stark vergrösserte Nucleolus sehr zart, blass und substanzarm, wie man das überhaupt bei Nucleolen zu finden pflegt (Fig. 29, das Kerngerüst ist sehr zart und substanzarm). Der vergrösserte Gesammtkern besteht zu einem wesentlichen Theil seines Volumens aus Stoffen, welche durch Alkohol nicht niedergeschlagen oder „gehärtet" werden (Fig. 30, 31). Die Figuren 32, 31, 30 stellen Kerne aus Schnitten dar, welche mit Alkohol und Aether behandelten Endospermen entstammen und in Alkohol liegend gezeichnet worden sind. Der Kern Fig. 32 gehörte dem Endosperm eines ruhenden Samens an, derjenige Fig. 31 einem Samen, dessen Keimung begonnen hatte, ohne dass eine Abnahme der Reservestoffe im Endosperm schon deutlich hervortrat. Einem in der Keimung vorgeschritteneren Samen entstammt der Kern Fig. 30. Der in Fig. 32 abgebildete Kern erschien als glänzende, ziemlich homogene Masse; procentisch ärmer an Substanzen, welche in Alkohol und Aether unlöslich sind als letzterer, sind (abgesehen vom Nucleolus) die während der Keimung vergrösserten Kerne Fig. 30, 31.

Den Gehalt der Endospermkerne an Stoffen, welche in künstlichem Magensaft unlöslich sind, zeigen die Figuren 33 (ruhender Same), 29, 34 (keimende Samen, Reservestoffe haben merklich abgenommen). Die Figuren sind nach Präparaten gezeichnet worden, welche aus

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05161-0232-6

Alkohol-Aethermaterial hergestellt und darauf 2—3 Tage lang mit künstlichem Magensaft behandelt worden waren. Ueber das procentische Verhältniss von Nuclein und Plastin in den kleinen Endospermkernen des ruhenden Samens habe ich ein sicheres Urtheil nicht gewonnen. In den vergrösserten Kernen keimender Samen findet sich das Nuclein wie bei Cucurbita lediglich an kleine Kügelchen gebunden (Fig. 28 b), welche in beträchtlichen Abständen von einander namentlich in der Peripherie der Kerne angeordnet sind. Nach dem Erwärmen von Schnitten aus Alkoholmaterial unter Deckglas in Essigsäure (1 vol. conc. Essigsäure + 1 vol. destillirten Wassers) traten die kleinen Nucleinkörper sehr scharf hervor, während die Nucleolen quollen. Die vergrösserten Endospermkerne keimender Samen sind als procentisch sehr nucleinarm zu bezeichnen.

Bei Pinus Larix sind nach Peters in keimenden Samen die Kerne und besonders die Nucleolen der Endospermzellen bedeutend grösser als in ruhenden Samen. In den Endospermzellen der ruhenden Samen fand ich zwei bis mehrere Zellkerne[1]) von sehr unregelmässiger Gestalt. Nach den erhaltenen Bildern zu urtheilen, ist es nicht ausgeschlossen, dass bei der Keimung eine Fragmentation dieser Kerne stattfindet, welche mit einer Vermehrung der Kernsubstanzen verbunden sein könnte (Zustände, welche auf ein Vorkommen von Zelltheilungen im Endosperm während der Keimung schliessen lassen würden, kamen nicht zur Beobachtung). Davon, dass die einzelnen vorhandenen Kerne im keimenden Samen grösser sind als im ruhenden, habe ich mich nicht überzeugen können. Es wurden stets Samen in den ersten Keimungsstadien untersucht, in welche die Vergrösserung des Endosperms fällt, welche weiter unten des Näheren erörtert werden soll. Möglicherweise hängt die Verschiedenheit meiner Resultate und derjenigen von Peters damit zusammen, dass letzterer stärker vergrösserte Endosperme untersuchte als ich. In meinen Aussaaten kamen nicht unerhebliche Verschiedenheiten hinsichtlich der von den Endospermen erreichten Grössen vor. Selbstverständlich untersuchte ich auch die am stärksten vergrösserten Exemplare. Allgemein unterscheiden sich die Endospermkerne der ruhenden und keimenden Samen dadurch, dass erstere von sehr unregelmässig eckiger Gestalt sind, während letztere mehr abgerundet erscheinen. Ob Grössenunterschiede zwischen ihnen obwalten oder nicht, konnte namentlich desshalb nicht

1) Vgl. Koeppen p. 12. „In den Endospermzellen der Coniferensamen traten fast immer mehrere Kerne auf, welche, wie die Entwickelungsgeschichte von Sequoia zeigte, durch Theilung eines einzigen grossen Zellkerns entstanden sind.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05161-0233-2

sicher ermittelt werden, weil die zwischen den Reservestoffen eingeklemmten Kerne der ruhenden Samen äusserst unregelmässige Gestalt besitzen. Die Grösse der Nucleolen zeigte sowohl in ruhenden als in keimenden Samen beträchtliche Verschiedenheiten. Eine allgemeine Vergrösserung der Nucleolen während der Keimung war nicht festzustellen. Am besten erkennt man die Nucleolen in Präparaten aus Alkoholmaterial, welche mit Methylenblau gefärbt und in Canadabalsam eingeschlossen worden sind.

Im inneren Bau der Kerne ruhender und keimender Samen wurden einige Differenzen beobachtet: Fig. 35 zeigt Endospermkerne ruhender Samen nach der Färbung mit einer Mischung von Diamantfuchsin und Jodgrün. Der Nucleolus erscheint homogen, roth gefärbt, übrigens ist der Kern von dunkelvioletten Granulationen erfüllt. Die Kerne keimender Samen bieten nach gleichartiger Behandlung ein abweichendes Bild (Fig. 36): der roth gefärbte Nucleolus liegt in einem hellgrün gefärbten Gerüst, welchem kleine rothe Körperchen von verschiedener Grösse eingebettet sind. Es kamen auch Präparate zur Beobachtung, in welchen diese Körperchen violett oder auch sehr dunkel gefärbt waren, so dass nicht zu entscheiden war, ob intensives Violett oder Roth vorlag. Die Körperchen scheinen den Nucleinkörpern von Cucurbita und Ricinus zu entsprechen. Auch Schnitte aus Alkoholmaterial, welche mit Methylenblau gefärbt und in Canadabalsam eingeschlossen worden waren, zeigten Verschiedenheiten im Bau der Kerne ruhender und keimender Samen. Im ruhenden Samen waren die Nucleolen intensiv gefärbt, der sonstige Kern heller, ohne deutlich erkennbare Structuren. In den Kernen der keimenden Samen waren hingegen undeutliche blaue Gerüste sichtbar, welche kleine dunkelblaue Kügelchen enthielten.

Während demnach in den Endospermen keimender Samen bei Ricinus starke Vergrösserung der Kerne und Nucleolen, sowie Veränderungen bestimmter Art in den ausserhalb des Nucleolus belegenen Theilen der Kerne erfolgen, bei Pinus Larix nach meinen Befunden nur letztere Veränderungen sichergestellt werden konnten, nach Peters aber auch Wachsthum der Kerne und Nucleolen stattfindet, konnte ich in den Endospermen keimender Samen von Zea Mays [1]) und Hyacinthus candicans keinerlei Veränderungen der Kerne beobachten. Fig. 37 zeigt einen Theil einer Amylum-erfüllten Endo-

1) Vgl. Koeppen l. c. p. 29. Raciborski, Zur Morphologie des Zellkerns der keimenden Samen. (Anzeiger der Akad. d. Wiss. in Krakau, März 1893.) Derselbe, Ueber die Chromatophilie der Embryosackkerne (ebenda, Juli 1893).

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05161-0234-8

spermzelle von Zea aus einem ruhenden Samen (Alkohol-Aether-Material, Essigcarmin, Canadabalsam). Das Zellplasma ist hell, der sehr unregelmässig gestaltete Kern intensiv gefärbt, jedoch ohne erkennbare Gerüste und Nucleolen. Das Scutellargewebe enthält normale Kerne, wie sie in den Figuren 38, 39 aus ruhenden Samen dargestellt sind (Alkohol-Aether-Material, Essigcarmin, Canadabalsam). In den abgebildeten Kernen des Scutellargewebes (Fig. 38, 39 a) sind die Nucleolen schwach gefärbt, verschwommen, die Gerüste treten intensiv gefärbt, scharf hervor; sie sind auf die Peripherie des Kernes beschränkt, während das Innere desselben von einer schwach gefärbten, verschwommenen Masse erfüllt wird. Die Kerne des Scutellarepithels zeigen eine abweichende Anordnung des Gerüstes (Fig. 39 b).

Bei der Keimung der Samen tritt während der Auflösung der Reservestoffe eine nachweisbare Veränderung der Kerne in den Endospermzellen von Zea nicht ein. Fig. 40 gibt den Kern einer Endospermzelle wieder, deren Amylum gelöst worden ist (Alkohol-Aether-Material, Essigcarmin, Canadabalsam). In den Endospermkernen keimender Samen von Hyacinthus candicans findet eine wahrnehmbare Veränderung während der Auflösung der Reservestoffe ebenfalls nicht statt. Weder der Nucleolus noch das Kerngerüst lässt eine Veränderung erkennen. Insbesondere erscheint der Nucleingehalt von Kernen ruhender Samen, von Samen, deren Reservestoffe in der Auflösung begriffen und von solchen, deren Reservestoffe fast vollständig geschwunden sind, gleich. Der Nucleolus vergrössert sich während der Keimung nicht. Ob eine Vergrösserung des Gesammtkernes stattfindet oder nicht, war wegen der unregelmässigen Gestalt der Kerne im ruhenden Samen nicht sicher zu ermitteln. Es schien nicht der Fall zu sein, jedenfalls ist die Volumveränderung, wenn vorhanden, nicht in die Augen fallend.

Es liegt nahe das verschiedenartige Verhalten der Kerne in den Endospermen von Ricinus und Pinus Larix einerseits, von Zea Hyacinthus, Carex etc. andererseits zu dem differenten Verhalten in Beziehung zu setzen, welches diese Endospermen selbst zeigen. Wie schon Mohl[1]) und van Tieghem[2]) gefunden haben, wächst das Endosperm von Ricinus bei der Keimung beträchtlich.[3]) Die Endosperme von Zea und Hyacinthus lassen hingegen kein Wachs-

1) Bot. Ztg. 1861 Nr. 36.

2) Sur la digestion de l'albumen. Ann. Sc. nat. 1876, 6. Sér. T. IV.

3) Hinsichtlich der Endosperme, welche bei der Keimung wachsen, vgl. Klebs, Beiträge zur Morphologie und Biologie der Keimung, S.-A. p. 550.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05161-0235-3

thum während der Keimung erkennen. Nach Mohl hatte das Endosperm eines ruhenden Samens von Ricinus die Länge von 9,6, die Breite von 6,5 mm. Das Endosperm eines gekeimten Samens, dessen Radicula 4 Zoll lang war, hatte dagegen eine Länge von 16 und eine Breite von 12,5 mm. In absoluten Alkohol gelegt, zog es sich nur um 0,5 mm der Länge nach zusammen. Die Messung anderer gekeimter Samen ergab ähnliche Zahlen. Ein dünner Längsschnitt des oben erwähnten Endosperms eines ruhenden Samens dehnte sich in Wasser auf nur 10 mm aus. Ein zweites, halbirtes Endosperm von gleicher Länge hatte nach 5 Stunden in Wasser seine Länge auf 11 mm, seine Breite auf 8 mm vergrössert, welche Dimensionen nach längerem Aufenthalt in Wasser stationär blieben. Aus diesen Beobachtungen schliesst Mohl, dass die Vergrösserung des Endosperms bei der Keimung „nicht auf hygroskopischer Anschwellung seiner Zellen, sondern auf einem wirklichen Wachsthum beruht".

Im keimenden Endosperm von Ricinus fand Mohl eine Bildung von Amylum, welche an demjenigen Ende des Samens begann, gegen welches das Würzelchen gerichtet war. Später war hier „eine grosse Zahl verhältnissmässig grosser Amylumkörner vorhanden, während im übrigen Albumen sich dieselben nur in den äussersten Zellschichten, aber nicht in seiner Mitte und in dem an den Cotyledonen anliegenden Theile entwickelten". Da die Bildung von Amylum keine nothwendige Uebergangsstufe von fettem Oel zu Zucker darstellt, hält Mohl es für möglich, dass die Bildung von Amylum bei Ricinus mit dem Wachsthum in Verbindung steht. Van Tieghem beobachtete, dass Endosperme, welche von den Embryonen getrennt, unter günstige Keimungsbedingungen gebracht wurden, sich erheblich vergrösserten. Endosperme von 12 mm Länge und 8 mm Breite erreichten in einem Monat 22 mm Länge, 16 mm Breite und wurden auch etwas dicker. Das Endosperm ganzer Samen von 12 mm Länge und 8 mm Breite erreicht bei der Keimung 30 mm Länge und 20 mm Breite. Die Vergrösserung ist nach van Tieghem zuzuschreiben „surtont à l'agrandissement des cellules et au développement des méats aérifères qui les séparent".

Unter normalen Verhältnissen bildet sich während der Keimung nach van Tieghem entweder kein Amylum, oder dasselbe tritt nur hie und da in einigen peripheren Zellen auf. Hier wurde durch von Gris[1]) die Bildung von Amylum beobachtet. Dem gegenüber kann ich die weiter oben mitgetheilten Angaben von Mohl bestätigen. — Messungen

1) Recherches sur la germination. Ann. Sc. nat. V. Sér. II, p. 54, 1864.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05161-0236-9

keimender Endosperme ergaben ähnliche Resultate wie die von Mohl und van Tieghem erzielten. Drei von der Samenschale befreite, zum Keimen ausgelegte Endosperme zeigten zur Zeit der Aussaat und 6 Tage später folgende Maasse:

	Zur Zeit der Aussaat			6 Tage nach der Aussaat			
	Länge	Breite	Dicke	Länge	Breite	Dicke	Länge der aus dem Endosperm ausgetretenen Theile des Keimlings
1.	10,5	7,5	5	17,5	13,5	5	30,5
2.	11,0	7	5	19	13	5	20
3.	10,0	6,5	5	17	13	5	20

Eine stärkere Vergrösserung des Endosperms als in den vorstehend mitgetheilten Fällen wurde auch bei weiteren Keimungsversuchen mit ganzen Samen von längerer Dauer, bis zur völligen Entleerung der Endosperme, nicht beobachtet, wohl aber, als das Endosperm Nr. 3 der vorstehenden Tabelle sechs Tage nach der Aussaat parallel zur Fläche der Cotyledonen halbirt und nun eine Endospermhälfte für sich weiter cultivirt wurde. Dieselbe erreichte nach zwei Tagen eine Länge von 22 mm, begann aber dann zu faulen.

Das Endosperm Nr. 1 der vorstehenden Tabelle gelangte sechs Tage nach der Aussaat gleichzeitig mit einem ruhenden, von der Samenschale befreiten Endosperm in absoluten Alkohol. Das ruhende Endosperm besass vor dem Einlegen in Alkohol folgende Maasse: Länge 10,5, Breite 7, Dicke 5. Nach 14 Tagen hatte sich an diesen Maassen nichts geändert, während das gekeimte Endosperm eine geringfügige Verkleinerung erfahren hatte. Es maass in der Länge 16, Breite 12,5, Dicke 5. Da das Gleichbleiben der Dicke auch bei einer Schrumpfung des Endosperms möglich gewesen wäre, wenn sich der die Cotyledonen enthaltende Raum im Innern gleichzeitig vergrössert haben würde, so wurde auch der Querschnitt einer Hälfte von Endosperm Nr. 3 gemessen. Das Endosperm wurde zunächst parallel zur Fläche der Cotyledonen halbirt, dann wurde die eine Hälfte senkrecht zur Fläche der Cotyledonen quer durchschnitten und gemessen. Sie besass in ihrer Mitte eine Dicke von 2,5, nach 14tägigem Verweilen in absolutem Alkohol betrug die Dicke 2,25, es war also nur eine sehr geringe Schrumpfung eingetreten.

Die Angabe van Tieghem's, dass die Vergrösserung des Endosperms einer Vergrösserung der Zellen und einer Ausbildung

Universitätsbibliothek Regensburg urn:nbn:de:bvb:355-ubr05161-0237-5

der Intercellularräume[1]) zuzuschreiben sei, kann ich bestätigen. Die Zellwände sind in den keimenden Endospermen im Allgemeinen dicker als in den ruhenden. Das zeigte sich sowohl bei der Untersuchung von Schnitten in Alkohol als auch in Wasser.

Aus der Gesammtheit der vorstehenden Angaben ergibt sich, dass das Endosperm von Ricinus bei der Keimung erheblich wächst, und zwar unter Vermehrung der Wandsubstanz seiner Zellen.

Wie bei Ricinus, so finden auch bei Pinus Larix und anderen Coniferen ein Wachsthum des Endosperms bei der Keimung statt. Schon Mohl beobachtete (l. c.), dass bei der Keimung von Pinus Pinea die Samenschale in zwei Klappen zersprengt wird, welche in Folge weiterer Vergrösserung des Endosperms weit auseinander getrieben werden. Zur Sprengung der Samenschale reicht nach Mohl „die hygroskopische Anschwellung des Kernes hin, was daraus erhellt, dass einzelne Samen, deren Embryo unentwickelt blieb, die Samenhaut soweit zersprengten, dass ein feiner Riss dieselbe in zwei Klappen theilte". Von der weiteren Vergrösserung des Endosperms, durch welche die Klappen der Samenschale weit auseinander getrieben werden, meint Mohl, sie könne die Folge eines wirklichen Wachsthums sein, „allein sie spricht, da sie nicht sehr bedeutend ist, nicht nothwendiger Weise für ein solches, sondern sie könnte auch Folge einer mechanischen Ausdehnung sein, welche das Albumen durch den in seinem Innern sich vergrössernden Embryo erleidet". Sicher nachgewiesen wurde ein Wachsthum des Endosperms keimender Coniferensamen durch Tscherning.[2]) Die Sprengung der Samenschale bei Taxus baccata und das darauffolgende Hervortreten des Endosperms beruht nach Tscherning auf einem Wachsthum des letzteren. Das lässt sich, wie Tscherning ausführt, „wenigstens was das Wachsthum in der Breite anbelangt, am klarsten nachweisen, wenn man Querschnitte von keimenden und mit absolutem Alkohol entwässerten Samen mit solchen von ruhenden vergleicht. Es zeigt sich dann alsbald, dass der Scheibenring des Eiweisskörpers, welcher den centralen Kreis des Embryo umgibt, bei ersteren eine grössere

1) Die Frage, ob etwa schon im ruhenden Samen sehr kleine Intercellularräume vorhanden sind oder nicht, habe ich nicht untersucht (nach Gris l. c. p. 34 fehlen sie). Abbildungen der Endospermzellen aus den ruhenden und keimenden Samen finden sich bei Gris l. c. T. 1 Fig. 1 und T. 2 Fig. 7.

2) F. A. Tscherning, Untersuchungen über die Entwickelung einiger Embryonen bei der Keimung. Diss., Tübingen 1872.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05161-0238-1

Breite erlangt hat als bei letzteren. In Folge der Keimung hat sich der den Embryo bergende Raum erweitert, auch sind in Folge eben derselben die innersten Schichten des Eiweisskörpers corrodirt worden. Wenn nun nach Obigem dessenungeachtet nicht eine Verschmälerung, sondern eine Erbreiterung des Eiweissringes sich herausstellt, die nach vergleichenden Messungen durchschnittlich immerhin 1 mm erreicht, so folgt hieraus, dass das Wachsthum des Eiweisskörpers sogar ein nicht unbeträchtliches ist. Weniger genau ist das Längenwachsthum nachzuweisen, weil an der Stelle, wo der Embryo hervortritt, ein Theil des Eiweisskörpers corrodirt wird". In allen Zellen des Eiweisskörpers bildet sich im Verlaufe der Keimung Stärke.

Auftreten von Stärke im Endosperm und Wachsthum desselben wurde von Tscherning, wie derselbe am Schlusse seiner Arbeit in Kürze bemerkt, des Weiteren bei Thuja orientalis, occidentalis, Pinus Pinea, sylvestris, Larix, Picea, Abies beobachtet.

Die Vergrösserung des Endosperms fällt bei Keimlingen derselben Aussaat von Larix sehr verschieden aus. Vielfach ist dieselbe nur geringfügig, es werden die zunächst durch einen feinen Riss getrennten Hälften der Samenschale nicht weiter auseinander getrieben, obwohl der Keimling sich normal entwickelt, während in anderen Fällen die Hälften der Samenschale in der von Mohl für die Pinie beschriebenen Weise durch das sich vergrössernde Endosperm weit auseinander getrieben werden (Fig. 41). Nach dem Austreten der Radicula aus dem Endosperm scheint eine weitere Vergrösserung desselben nicht mehr zu erfolgen.

Nicht mehr haltbar ist unseren heutigen Kenntnissen zufolge die Meinung Mohl's, dass die hygroskopische Anschwellung des Endosperms genügen muss, um die Samenschale zu sprengen, weil auch bei solchen Samen (der Pinie) die Schale gesprengt werden kann, deren Embryo sich nicht weiter entwickelt. Es könnte hier ja ein von der Entwickelung des Embryo unabhängiges Wachsthum des Endosperms wie bei Ricinus vorliegen. Dass bei Larix die Vergrösserung des Endosperms nicht die Folge einer mechanischen Ausdehnung durch den wachsenden Embryo ist, sondern auf Wachsthum beruht, konnte ich folgendermaassen nachweisen: Mit einem starken Messer wurde am breiten Ende einiger Samen durch einen queren Schnitt ein Stück abgetragen, so dass der obere, die Cotyledonen enthaltende Theil der Embryonalhöhle geöffnet wurde. Dann wurden die Samen unter günstige Keimungsbedingungen gebracht. Einige Samen gingen durch Fäulniss zu Grunde, andere keimten, wie Fig. 42

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05161-0239-9

zeigt. Die Samenschale wurde nicht gesprengt, sondern der Keimling trat mit seinen Cotyledonen aus der durch den Schnitt gebildeten Oeffnung hervor. Das Endosperm, dessen oberer Theil durch den Schnitt abgetrennt worden war, und welches vor der Aussaat die Samenschale nicht überragte, wuchs bei der Keimung um 1 mm aus derselben hervor. Ein Längsschnitt (Fig. 43) zeigte, dass das Endosperm bis in die äusserste Spitze des Schalenhohlraumes reichte, was bei ruhendem Samen nicht der Fall zu sein pflegt (Fig. 44). Der Keimling reichte mit der Spitze der Radicula nicht bis in den unteren Theil des Embryonalhohlraumes hinab. Nach fünftägigem Verweilen in absolutem Alkohol konnte nur eine äusserst geringfügige Verkürzung des Endosperms festgestellt werden. Die bei der Keimung entstandene Verlängerung blieb fast unvermindert bestehen. Dass die Verlängerung, welche hier das Endosperm erfahren hat, nicht auf eine mechanische Ausdehnung durch den wachsenden Embryo zurückgeführt werden kann, liegt auf der Hand. Fig. 45 zeigt ein Endosperm mit Keimling nebst zugehöriger Samenschalenhälfte. Wäre die Vergrösserung dieses Endosperms, welche sich aus einem Vergleich desselben mit der zugehörigen Schalenhälfte ergibt, lediglich durch mechanische Ausdehnung erfolgt, so müsste der Mantel, den dasselbe um den Keimling bildet, dünner sein als im ruhenden Samen. Vergleichende Messungen ergaben jedoch, dass letzteres nicht der Fall sei. Das Endosperm von Larix kann demnach bei der Keimung wachsen.

Die Intercellularräume in den Endospermen der keimenden Samen schienen nicht grösser, die Zellwände nicht dünner zu sein als in denjenigen der ruhenden Samen.

Bei Zea Mays findet während der Keimung ein wahrnehmbares Wachsthum des Endosperms nicht statt. Die Gestalt der zur Messung verwendeten Maiskörner ergibt sich aus der Betrachtung der Figuren 46, 47, 48. Der schattirte Theil entspricht überall dem Endosperm, der nicht schattirte dem Embryo. Die Messungen wurden mit einem Zirkel bei a b, c d, e f, i k, g h ausgeführt. Dabei wurden Körner ausgewählt, deren Embryo sich bei e nicht vor das Endosperm schob. i k und g h wurden gemessen, um einen etwaigen Antheil des Embryo an einer Vergrösserung des Kornes zu ermitteln.

Einige Messungsresultate, aus welchen hervorgeht, dass bei Zea ein Wachsthum des Endosperms während der Keimung, wie es für Ricinus und Larix festgestellt worden ist, nicht vorkommt, mögen hier mitgetheilt werden.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05161-0240-0

Jede Tabelle bezieht sich auf je ein in verschiedenen Zuständen gemessenes Korn.

	Ruhendes Korn	24 Stunden nach Aussaat Keimling noch nicht ausgetreten	Radicula 33 mm Spross 11 mm	Radicula 80 mm Spross 28 mm
a b	10,5	11,25	11,25	11,25
c d	7,0	7,0	7,0	7,0
e f	4,0	5,0	5,0	5,0
g h	4,0	4,5	4,75	5,5
i k	4,5	5,0	6,0	6,0

	Ruhendes Korn	Radicula 24 mm Spross 12 mm	Nach 2monatl. Verweilen in absol. Alkohol
a b	10,0	11,0	10,5
c d	7,0	8,0	7,75
e f	3,5	4,0	3,5
g h	3,5	5,0	4,5
i k	4,5	6,0	5,5

	Ruhendes Korn	Radicula 23 mm Spross 10 mm	Zwei Tage bei Zimmertemperatur getrocknet	Mehrere weitere Tage bei Zimmertemp. getr.
a b	9,5	10,5	10,0	10,0
c d	6,5	7,0	7,0	7,0
e f	4,5	5,0	4,75	4,5
g h	4,0	5,0	4,0	4,0
i k	4,5	5,5	5,0	5,0

	Ruhendes Korn	24 St. nach Aussaat Keiml. noch nicht ausgetreten	Radicula 20 mm Spross 7 mm	Zwei Tage bei Zimmertemp. getrocknet	Mehrere weitere Tage bei Zimmertemp. getr.
a b	10,0	11,0	11,0	10,25	10,0
c d	6,5	7,5	7,5	7,0	6,5
e f	4,5	5,5	5,5	4,75	4,5
g h	4,0	4,5	4,5	4,5	4,0
i k	5,0	5,5	5,5	5,5	5,0

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05161-0241-6

	Ruhendes Korn	Radicula 22 mm Spross 8 mm	Radicula 100 mm Spross 37 mm	Nach 2monatl. Verweilen in absolutem Alkohol
a b	11,0	12,25	12,25	11,5
c d	7,0	7,5	7,5	7,5
e f	3,75	4,5	4,5	3,75
g h	4,5	4,5	5,5	
i k	5,0	6,5	6,5	

Auch bei Hyacinthus candicans findet ein Wachsthum des Endosperms während der Keimung nicht in nachweisbarer Art statt. Die Samenschale wird nicht gesprengt. Genauere Untersuchungen fehlen, da sich der genaueren Messung der Endosperme hier besondere technische Schwierigkeiten entgegenstellen.

In den nicht nachweisbar wachsenden Endospermen von Zea und Hyacinthus findet bei der Auflösung der Reservestoffe während der Keimung, wie weiter oben ausgeführt worden ist, keine erkennbare Veränderung des Zellkerns statt. Bei Zea liegt ein eigenthümlich veränderter Kern vor. Es ist möglich, dass diese veränderte Beschaffenheit ihn unfähig macht, bei der Keimung zu wachsen, obwohl „Nahrungsstoffe“ in seiner Umgebung reichlich vorhanden sind. Dass die Kerne in den Endospermen ruhender Samen vollständig zu Grunde gegangen sein können, beweisen die Angaben von Peters und Köppen über Carex, Rivina, Petiveria, Sparganium und Typha[1]). Bei Hyacinthus candicans hingegen sind die Kerne im reifen Endosperm anscheinend wohl erhalten, und dennoch findet bei der Keimung kein nachweisbares Wachsen von Kern und Nucleolus, keine sonstige erkennbare Veränderung der Kernstructur statt. Da also einerseits die Auflösung der Reservestoffe ohne Kern vor sich gehen kann, und andererseits, wenn ein Kern vorhanden ist, an diesem durch den Auflösungsvorgang der Reservestoffe an sich noch keine nachweisbaren Veränderungen herbeigeführt zu werden brauchen, so liegt die Vermuthung nahe, dass die starke Vergrösserung der Kerne, das Wachsthum der Nucleolen bei Ricinus nicht mit der Auflösung der Reservestoffe in Verbindung steht, sondern mit dem erheblichen Wachsthum, durch welches sich das Endosperm von Ricinus während der Keimung vor den Endospermen von Zea und Hyacinthus auszeichnet. Bei Pinus Larix sind die von mir am Kern beobachteten Veränderungen viel geringeren Grades als bei Ricinus, während Peters am keimenden

1) Anm. 3.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05161-0242-2

Samen von Pinus Larix bedeutende Vergrösserung der Kerne und besonders der Nucleolen beobachtete. Eine Erklärung dieser Beobachtungsdifferenz wurde weiter oben versucht.

Für ein vergleichendes Studium der Kernveränderungen in Zellen, welche sich hinsichtlich ihres Wachsthums verschieden verhalten, erwiesen sich die Epidermen der Blätter von Galanthus nivalis und Hyacinthus orientalis als geeignet.

Die Epidermis von Galanthus gelangte nach Behandlung mit Alkohol und Färbung in einem Gemisch von Diamantfuchsin und Jodgrün zur Untersuchung. In den erzielten Präparaten hatten die nucleinhaltigen Theile der Kerne blaue bis violette, die Nucleolen rothe Färbung angenommen. Die Hyacinthenepidermis wurde entweder nach Behandlung mit Alkohol oder frisch mit Essigcarmin gefärbt. Nach dieser Behandlungsweise färben sich bekanntlich nur die nucleinhaltigen Theile des Kernes intensiv und erscheinen ungequollen, scharf begrenzt, während die Nucleolen quellen und sich wenig oder gar nicht färben.[1])

Wie aus Figur 49 zu ersehen ist, zeigen die Kerne der Spaltöffnungsmutterzelle und ihrer Schwesterzelle bei Hyacinthus, schon bevor sie die Form ruhender Kerne angenommen haben, eine verschiedenartige Gestaltung ihrer nucleinhaltigen Theile. Die Spaltöffnungsmutterzelle vergrössert sich nur wenig, während ihre Schwesterzelle stark wächst. Dementsprechend verändert sich die Gestalt der Kerne. Während ihrer Gestaltsveränderung scheint eine sehr wesentliche Verschiedenheit im procentischen Nucleingehalt zwischen dem Kerne der Spaltöffnungsmutterzelle und demjenigen der Schwesterzelle zu entstehen, wie das die Figuren 50—53 erkennen lassen. Im Stadium der Fig. 53 ist der Gegensatz zwischen dem Kern der Spaltöffnungsmutterzelle und demjenigen der Schwesterzelle sehr auffallend. Der erstere scheint der nucleinreichere zu sein. Wenn später auch die Spaltöffnungsmutterzelle und ihr Kern mehr herangewachsen sind, scheinen sich die Kerne in ihrem Nucleingehalt einander mehr zu nähern (Fig. 54). Dann aber erfolgt unmittelbar vor der Theilung der Spaltöffnungsmutterzelle eine beträchtliche procentische und absolute Steigerung im Nucleingehalt des Kernes dieser Zelle (Fig. 55). Fig. 56 zeigt die jungen Schliesszellen und den Kern aus der Schwesterzelle ihrer Mutterzelle. Die kleinen Schliesszellenkerne scheinen durch hohen Nucleingehalt ausgezeichnet zu sein. Mit dem Wachsthum der Schliess-

1) Vgl. E. Zacharias, Ueber den Nucleolus, Bot. Ztg. 1885, p. 264, und Beiträge etc., Bot. Ztg. 1887, p. 285.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05161-0243-8

zellen und ihrer Kerne scheint der procentische Nucleingehalt der letzteren zu sinken.

Ein sicheres Urtheil über die thatsächlich vorhandenen Differenzen im procentischen Nucleingehalt der in Rede stehenden Kerne wird dadurch erschwert, dass der Durchmesser senkrecht zur Fläche der Epidermis bei den Kernen der Spaltöffnungsmutterzellen und Schliesszellen grösser ist, als bei den übrigen Epidermiszellkernen. Epidermisstücke, welche 24 Stunden in Alkohol gelegen hatten und darauf kurze Zeit schwach in 0,3 procentiger Salzsäure erwärmt worden waren, besassen gequollenes Zellplasma, während die nucleinhaltigen Theile der Kerne sehr scharf und glänzend hervortraten. In Bezug auf den procentischen Gehalt der Kerne an Nuclein ergab die Untersuchung der mit Salzsäure behandelten Präparate dasselbe Resultat wie diejenige der mit Essigcarmin gefärbten.

Zur Feststellung des Verhaltens der Nucleolen ist die Epidermis der Blätter von Galanthus nivalis besser geeignet als diejenige der Blätter von Hyacinthus, da bei Galanthus die Kerne je einen Nucleolus, bei Hyacinthus aber mehrere Nucleolen besitzen.

Die Kerne der kleinen Spaltöffnungsmutterzellen von Galanthus zeigen in den Figuren 57, 58, 59 kleinere Nucleolen als die Kerne der stärker herangewachsenen Schwesterzellen. Weit beträchtlicher ist noch die Grössendifferenz zwischen den Nucleolen der jungen Schliesszellenkerne und der Kerne der benachbarten, grossen, noch in weiterem Wachsthum begriffenen Epidermiszellen. [Fig. 60 [1]), 61, 62.] In manchen Fällen sind die Nucleolen der Schliesszellenkerne durch die intensiv gefärbten, dichten Nucleingerüste derartig verdeckt, dass ihre Wiedergabe mit Hülfe des Zeichenapparates nicht gelingt. In Fig. 60 sind sie jedoch bei S zu erkennen, ebenso in Fig. 62a. Bezüglich des Nucleingehaltes der Kerne sind die Figuren zu vergleichen. In Fig. 63 ist ein älterer Zustand dargestellt. Die Schliesszellen sind gewachsen, die Kerne scheinen im Vergleich mit jüngeren Stadien nucleinärmer geworden zu sein. Man erkennt in der Mitte der Kerne eine punktförmige helle Stelle, an welcher bei stärkerer

1) Die Kerntheilungsfigur in der Fig. 60 ist in der Zelle nicht derartig angeordnet, dass die Linie, welche die Kernpole verbindet, wie das sonst meist der Fall ist, senkrecht zur später auftretenden Scheidewand verläuft. Eine ähnliche Lage nimmt die Kerntheilungsfigur bei den Theilungen ein, die zur Bildung der Spermatozoidmutterzellen von Chara führen (Schottländer, Beitr. z. Kenntn. d. Zellkerns u. d. Sexualz. bei Kryptogamen; F. Cohn, Beitr. z. Biologie d. Pfl. Bd. VI, Taf. V Fig. 39—41; Belajeff, Ueber Bau und Entwickelung der Spermatozoiden der Pflanzen, Flora, Ergänzungsbd. 1894, Taf. I Fig. 4—6).

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05161-0244-3

Vergrösserung ein sehr kleiner Nucleolus beobachtet werden kann. Die Nucleolen (auch diejenigen der benachbarten Epidermiszellen) haben sich im Stadium der Fig. 63 demjenigen der Fig. 62 gegenüber verkleinert. Dass eine „Abnahme der Nucleolarsubstanz mit zunehmendem Alter der Kerne eine sehr verbreitete Erscheinung zu sein scheine", habe ich im Anschluss an eine Untersuchung der Blätter von Galanthus schon in meiner Arbeit über den Nucleolus (Bot. Ztg. 1885 p. 292) hervorgehoben.

Messungen in den Schwesterzellen der Spaltöffnungsmutterzellen und den sonstigen Epidermiszellen ergaben, dass das Volumen des Nucleolus der wachsenden Zellen zunächst wächst, um dann, während die Zelle sich noch weiter vergrössert, eine Zeit lang constant zu bleiben. Schliesslich erfolgt eine Abnahme des Nucleolarvolumens. In den Spaltöffnungsmutterzellen, die sehr viel langsamer wachsen, als ihre Schwesterzellen, ist auch die Vergrösserung der Nucleolen eine geringere. Die Vergrösserung der Nucleolen beruht nicht, oder doch jedenfalls im Wesentlichen nicht auf Wasseraufnahme, wie die vergleichende Untersuchung von Alkoholmaterial zeigt. Auch nach Behandlung mit Alkohol sind die Grössendifferenzen vorhanden, und die grossen Nucleolen erscheinen nicht minder dicht als die kleinen.

Sehr geeignet, den Nucleingehalt der Kerne scharf hervortreten zu lassen, ist ein schwaches Erwärmen der Schnitte aus Alkoholmaterial unter Deckglas in verdünnter Essigsäure (1 vol. concentr. Essigsre. + 1 vol. Wasser)[1]). Die nucleinhaltigen Theile des Kernes nehmen dann ein ausserordentlich scharf contourirtes und glänzendes Aussehen an, während die Nucleolen und das Zellprotoplasma stark quellen. Diese Verschiedenheit zwischen den Nucleinkörpern und dem sonstigen protoplasmatischen Zellinhalt tritt nicht in der Weise hervor, wenn das Alkoholmaterial zunächst mit künstlichem Magensaft, dann wieder mit Alkohol behandelt, und dann erst dem Erwärmen in verdünnter Essigsäure unterworfen wird. Nach dieser Behandlungsweise bleibt die Quellung des Zellplasmarestes aus, oder erreicht doch nur einen verhältnissmässig geringen Grad. Die Untersuchung der mit Alkohol behandelten Epidermis von Galanthus nach

1) Eingehendere Untersuchungen über das Verhalten des Zellkerns gegen Essigsäure sind schon von Auerbach angestellt worden (Organologische Studien Heft 1 p. 39, 1874; ausführliches Citat bei E. Zacharias, Ueber den Zellkern, Bot. Ztg. 1882, p. 632). Weitere Angaben finden sich bei F. Schwarz (Die morpholog. und chem. Zusammensetzung des Protoplasmas, Beitr. zur Biologie der Pflanzen, herausgeg. von F. Cohn, V. Bd. 1. Heft, 1887, p. 109).

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05161-0245-9

schwachem Erwärmen in verdünnter Essigsäure ergab bezüglich des Nucleingehaltes der Kerne dieselben Resultate wie die Doppelfärbungen. Die glänzende Substanz entsprach in Menge und Vertheilung durchaus der violettgefärbten in den Figuren 57, 58, 60, 63. Auch Färbung mit Essigcarmin führte zu gleichartigen Ergebnissen.

Es scheinen stets die schwächer wachsenden Zellen viel reicher an Nuclein zu sein als die stärker wachsenden. Indessen ist bei der Beurtheilung der erhaltenen Bilder dem Umstande Rechnung zu tragen, dass, wie Schwarz[1]) festgestellt hat, die Zellkerne während ihrer Vergrösserung flacher werden.

Entsprechend dem geschilderten Verhalten der stärker wachsenden Schwesterzelle zur Spaltöffnungsmutterzelle bei Galanthus und Hyacinthus scheint sich nach Bühler[2]) dasjenige der jungen Eizelle zu ihrer Schwesterzelle beim Kaninchen zu gestalten. Bühler hat beim Kaninchen gefunden, dass sich durch indirecte Theilung einer Keimepithelzelle zwei übereinanderliegende gleich grosse Zellen bilden, deren Kerne, nach den Abbildungen zu schliessen, gleichartig sind. Die dem Stroma aufliegende Zelle bildet sich zur Eizelle aus. Sie wächst stärker als ihre Schwesterzelle, so dass sie in einem bestimmten Stadium die letztere wohl um das fünffache an Grösse übertrifft. Aus den Abbildungen folgt, dass Kern und Nucleolus sehr viel grösser werden als die gleichen Organe der Schwesterzelle, auch scheint gleichzeitig mit dem stärkeren Wachsthum der Kern der Eizelle procentisch chromatinärmer zu werden, als sein Schwesterkern.

Eine Reihe weiterer in der Litteratur zerstreuter Angaben über die Beschaffenheit der Kerne wachsender Zellen mag hier angeschlossen werden:

Lavdowsky[3]) untersuchte wachsende Wurzeln von Vicia Faba. Der in Fig. 33, Taf. XXVIII, XXIX dargestellte Längsschnitt zeigt bei B nahe der Wurzelspitze kleinere Zellen, welche nach A hin in grössere, der Wurzelbasis mehr genäherte Zellen übergehen. Mit der Vergrösserung der Zellen geht auch eine Vergrösserung der Kerne und Nucleolen Hand in Hand, während eine procentische Abnahme der nucleinhaltigen Theile der Kerne eintreten zu können scheint. Ueber das

1) Beitr. zur Entwickelungsgeschichte des pflanzlichen Zellkerns nach der Theilung, l. c. p. 81.

2) Beiträge zur Kenntniss der Eibildung beim Kaninchen (Zeitschr. f. wiss. Zoologie, Bd. 58, 1894).

3) Von der Entstehung der chromatischen und achromatischen Substanzen in den thierischen und pflanzlichen Zellen (Anatom. Hefte, herausgeg. von Merkel und Bonnet 1894). — Vgl. Anm. 4.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05161-0246-5

Verhalten der nucleinhaltigen Theile lässt sich jedoch auf Grund der Abbildung Fig. 33 kein sicheres Urtheil gewinnen.

Fig. 67, Taf. XXX, XXXI, stellt einen Querschnitt aus dem jungen Fruchtknoten von Lilium Martagon dar. Der grosse, mit grossem Nucleolus versehene Kern des noch nicht ausgewachsenen Embryosackes ist procentisch sehr viel ärmer an nucleinhaltiger Substanz als der Kern der relativ kleinen umgebenden Zellen. Schon früher hat Rosen[1]) einen entsprechenden Zustand von Tulipa abgebildet. Der Abbildung, welche Lavdowsky für den Wurzelvegetationspunkt von Vicia Faba mitgetheilt hat, ist Ziegler's und vom Rath's[2]) Abbildung des blinden Endes des Leberschlauches eines erwachsenen Astacus fluviatilis an die Seite zu stellen. „Man sieht den Regenerationsherd, welcher den obersten Theil des Schlauches einnimmt und in welchem die Kerne einen jugendlichen Charakter haben; zahlreiche Mitosen findet man hier vor; unterhalb des Regenerationsherdes nehmen die Kerne bedeutend an Grösse zu, die Zellen vergrössern sich und der Durchmesser des Schlauches wächst." Die Abbildung berechtigt zu der Annahme, dass mit der Vergrösserung der Kerne eine Vergrösserung der Nucleolen und eine procentische Abnahme der färbbaren Gerüstsubstanz verbunden ist.

Wie Raciborski[3]) mittheilt, vergrössern sich bei Cabomba nach der Befruchtung die Zellen des Nucellus sehr bedeutend, ihre Kerne wachsen stark, verändern amöbenartig ihre Gestalt, bilden in ihrem Innern grössere Vacuolen und theilen sich in zahlreichen Zellen direct durch Fragmentation. Dabei scheint in diesen Kernen kein Nucleinzuwachs zu erfolgen, das Chromatingerüst ist locker und weitmaschig.

Dangeard[4]) fand bei Synchytrium Taraxaci, dass die Zoospore, nachdem sie im Gewebe des Wirthes angelangt ist und ihre Cilien verloren hat, sich abrundet und sehr rasch an Volumen zunimmt „le

1) Ueber tinctionelle Unterscheidung verschiedener Kernbestandtheile und der Sexualkerne (F. Cohn, Beiträge zur Biologie der Pflanzen, Bd. V, Taf. 16, Fig. 14). Hinsichtlich neuerer Mittheilungen von Rosen vgl. E. Zacharias, Ueber Beziehungen des Zellenwachsthums zur Beschaffenheit des Zellkerns (Berichte der Deutschen Bot. Gesellsch. 1894, Heft 5). Die thatsächlichen Befunde von Rosen scheinen mit den von mir entwickelten Vorstellungen nicht unvereinbar zu sein.

2) Ziegler und vom Rath, Amitotische Kerntheilung bei den Arthropoden (Biolog. Centralbl. Bd. XI, Nr. 24, 1891).

3) Morphologie der Cabombeen und Nymphaeaceen (Flora 1894, Heft 3, S.-A. p. 10).

4) Étude du noyau dans quelques groupes inférieurs de végétaux; note préliminaire (Le Botaniste 1. Sér., 1. Sept. 1889, p. 209).

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05161-0247-1

noyau augmente lui-même dans des proportions très grandes". Wenn die Zelle einen Durchmesser von 94 μ erreicht hat, beträgt der Durchmesser des Kernes 14 μ, derjenige des Nucleolus 8 μ. In den Zellen, welche bei Exoascus deformans zu Ascis werden, finden sich nach Dangeard[1]) zwei Kerne. Diese verschmelzen zu einem Kern, welcher dann gleichzeitig mit der Zelle an Volumen zunimmt. Dass auch ein beträchtliches Wachsthum des Nucleoles stattfindet, ist aus Fig. 4 zu ersehen.

Nach Francé[2]) ist bei den Polytomeen die Grösse des Zellkerns ziemlich variabel und steht mit der Körpergrösse im engsten Zusammenhang. Bei den jüngsten Individuen, deren Länge kaum 9 μ erreicht, ist der Durchmesser des Kernes nur 2 μ, bei den meisten mittelgrossen und ausgewachsenen Exemplaren dagegen 3 μ, ja in einzelnen grossen Dauercysten erreicht er sogar den ansehnlichen Durchmesser von 6 μ.

Starkes Wachsthum der Kerne unter Aufnahme von „Substanz" in den ersten Bildungsphasen thierischer Eier, Verkleinerung der Kerne in späteren Entwickelungsphasen konnten Korschelt[3]) und andere Autoren nachweisen. Bei Dytiscus marginalis fällt nach Korschelt der grösste Umfang des Kernes in die Zeit des energischsten Wachsthums der Eizelle. In den jungen Eikernen der Insecten finden sich grosse, massige Nucleolen, die später zum Theil verschwinden. In wie weit übrigens die Abnahme des Kernvolums in bestimmten Entwickelungsphasen thierischer Eier der Abnahme des Kernvolumens in späteren Entwickelungsstadien von Pflanzenzellen an die Seite zu stellen ist, bleibt zweifelhaft.

Dangeard[4]) beobachtete in Kernen der Plasmodien von Spumaria alba mit zunehmender Entfernung der Kerne vom Vorderrande („du côté où il progresse") des Plasmodiums eine Abnahme der Nucleolarmasse. „Un cas extrême est celui, où le protoplasme se raréfiant beaucoup arrive à ne plus former qu'un réseau de mailles excessivement fines, les noyaux sont presque complètement dépourvus de chromatine; le nucléole est réduit à un point, parfois il paraît creux; par contre la membrane nucléaire est fort nette. On dirait que ce sont des

1) La reproduction sexuelle des Ascomycètes (Le Botaniste 4. Sér., 1. u. 2. Fasc., Juli 1894, p. 33).

2) Die Polytomeen (Pringsheim's Jahrb. Bd. XXVII, 1894).

3) Beiträge zur Morphologie und Physiologie des Zellkerns (Zoolog. Jahrb. Abth. für Anat. und Ontogenie d. Thiere, herausgeg. von Spengel, Bd. IV, 1889, S.-A. p. 53, 92, 113). — Vgl. auch Hertwig, Die Zelle und die Gewebe p. 33.

4) Recherches histologiques sur les champignons (Le Botaniste, 2. Sér. 1890—91, p. 72).

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05161-0248-6

noyaux épuisés, s'opposant par la constitution de cette membrane à la perte totale de leur substance." Es würde von Interesse sein, zu untersuchen, ob vielleicht in ähnlicher Weise wie in den Vegetationspunkten der Wurzeln und Stengel auch an dem Vorderrande der Plasmodien eine Zunahme der Nucleolarmasse der Abnahme vorausgeht.

Aus der Gesammtheit der mitgetheilten Beobachtungen ergibt sich, dass in den Kernen wachsender Zellen bestimmte Veränderungen eine verbreitete Erscheinung darstellen. Zu diesen Veränderungen gehört insbesondere Vergrösserung der Kerne und Massenzunahme der Nucleolen in den ersten Stadien des Zellenwachsthums. Auch sonstige Veränderungen in der Beschaffenheit der Zellkerne wachsender Zellen liessen sich feststellen. Namentlich machten die mikroskopischen Bilder in mehr oder minder bestimmter Weise den Eindruck, als ob mit der Vergrösserung der Kerne eine procentische Abnahme des Nucleingehaltes verbunden sei.

Klebs u. A.[1]) haben bekanntlich für bestimmte Fälle nachgewiesen, dass die Anwesenheit eines Zellkerns für das Zustandekommen des Zellenwachsthums erforderlich ist, während Palla[2]) beobachten konnte, dass kernlose Plasmamassen, welche sich nach dem Austreten aus geplatzten Pollenschläuchen mit Membran umgeben hatten, z. Thl. „in lange Schläuche ausliefen". Palla meint, dass hier ein Wachsthum stattgefunden habe, betont jedoch, dass Einwände gegen seine Auffassung zulässig seien, da er das Wachsthum nicht direct verfolgt habe.

Acqua[3]) konnte feststellen, dass die mit Zellhaut umkleideten, aus geplatzten Pollenschläuchen ausgetretenen kernlosen Plasmamassen mit dem Plasma des Pollenschlauches durch eine feine Oeffnung in den Membranen verbunden bleiben können und dann also dem eventuellen Einfluss der Pollenschlauchkerne nicht entzogen sind. („Dunque le bolle non sono libere e indipendenti ma collegate con il plasma del budello pollinico.") Solche Plasmamassen können nach Acqua,

1) Auf eine ausführliche Zusammenstellung der einschlägigen Litteratur kann hier füglich verzichtet werden, da dieselbe schon a. a. O. mehrfach erfolgt ist, so z. B. bei Zimmermann, Die Function des Kernes und Experimentelles. Sammelreferate aus dem Gesammtgebiet der Zellenlehre, Bot. Centralbl., Beihefte, Bd. IV, Heft 2, 1894. Verworn, Die physiolog. Bedeutg. d. Zellkerns. (Pflügers Archiv Bd. 41 p. 1—118, 1891.)

2) Beobachtungen über Zellhautbildung an des Zellkerns beraubten Protoplasten. Flora 1890.

3) Contribuzione alla conoscenza della cellula vegetale. Malpighia, vol. V 1891.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05161-0249-5

während sie mit dem Pollenschlauch in Verbindung bleiben, wachsen und dann durch abermaliges Platzen des Pollenschlauches von diesem getrennt werden (p. 29). Derartige Fälle, aus welchen selbstverständlich die Möglichkeit des Wachsthums ohne Kern nicht erschlossen werden kann, könnten Palla vorgelegen haben. Ein Wachsthum isolirter, nicht mit dem Pollenschlauch verbundener Plasmamassen konnte von Acqua nicht mit Sicherheit beobachtet werden. „Le osservazione da me compiute non possono avere adunque altro valore che quello di stabilire una probabilità che senza la presenza del nucleo possa parimenti aver luogo l'accrescimento, ma non sono atte a risolvere definitivamente la questione." Aus der Gesammtheit der bekannten Thatsachen ist zu entnehmen, dass unter bestimmten Verhältnissen Wachsthum kernloser Protoplasmamassen möglicher Weise stattfinden kann, in anderen Fällen sicher nicht statt hat. Selbstverständlich können die Beziehungen des Kernes zum Zellenleben in verschiedenen Zellen und unter verschiedenartigen Verhältnissen verschieden sein. Auch ist es möglich, dass sichtbare Veränderungen in der Beschaffenheit des Kernes zu verschiedenartigen Vorgängen in einer und derselben Zelle in Beziehung stehen können [1]), indessen ist doch die Vermuthung nicht von der Hand zu weisen, dass die in den wachsenden Zellen beobachteten Kernveränderungen durch eine Betheiligung des Kernes am Wachsthumsvorgang selbst bedingt werden. Allerdings soll nach Strasburger[2]) die Ernährung (d. h. der grössere oder geringere Gehalt an „Nahrungsmaterial" der Zellen, welchen die Kerne angehören) von ausschlaggebender Bedeutung für Veränderungen in der Beschaffenheit ruhender (nicht in Theilung begriffener) Zellkerne sein. Die besondere Beschaffenheit des generativen Zellkerns im Pollenkorn der Angiospermen führt Strasburger z. B. darauf zurück, dass dieser sich unter Bedingungen befindet, welche eine Substanzaufnahme aus der Umgebung einschränken oder ganz ausschliessen, während der vegetative Kern seine Beschaffenheit der „relativ reichlichen Menge von Cytoplasma" verdanken soll, in welcher er sich befindet.

Dass der Zustand, welchen ein Zellkern zu einer bestimmten Zeit erreicht hat, zum Theil bedingt sein kann durch die Beschaffenheit

1) Anm. 5.

2) Ueber das Verhalten des Pollens und die Befruchtungsvorgänge bei den Gymnospermen. Histolog. Beiträge Heft IV, 1892, p. 38, 39. Hinsichtlich des Einflusses, welchen der Ernährungszustand der Zellen auf den Nucleingehalt der Kerne auszuüben vermag, vgl. E. Zacharias, Beiträge z. Kenntn. d. Zellkerns u. der Sexualz. l. c. p. 350.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05161-0250-6

und Menge der Stoffe, welche ihn seit seiner Entstehung durch Theilung eines Mutterkernes umgeben [1]) haben, durch die Ernährung [2]), welche ihm zu Theil geworden ist, ist selbstverständlich; desgleichen aber auch, dass dieser Zustand abhängig sein muss von den Eigenschaften, welche dem Kern bei seiner Entstehung aus dem Mutterkern zugetheilt wurden. Die Resultate der vorstehenden Untersuchungen über Endosperme keimender Samen zeigen, dass das Vorhandensein von Stoffen, welche man als geeignetes Nahrungsmaterial pflanzlicher Zellen anzusehen pflegt, in der Umgebung der Zellkerne noch nicht hinzureisen braucht, um deren Wachsthum, die Vergrösserung ihrer Nucleolen zu bewirken. An Siebröhrenkernen konnte sogar trotz reichlich vorhandener „Nahrung" eine Verkleinerung der Nucleolen bis fast zum Verschwinden festgestellt werden.

Die Zurückführung des verschiedenartigen Verhaltens des generativen und vegetativen Kernes im Pollenkorn der Angiospermen auf verschiedenartige Ernährung ermangelt durchaus der Begründung. Es liegt kein Grund vor anzunehmen, dass Nahrungsstoffe den generativen Kern, wie Strasburger meint, nicht erreichen. Es ist nicht erwiesen, dass das den Kern einschliessende Zellprotoplasma der generativen Zelle ein Hinderniss für die Ernährung des Kernes durch Substanzen, welche im Pollenkorn vorhanden sind, bildet. Andrerseits schliessen die vorliegenden morphologischen Beobachtungen die Möglichkeit nicht aus, dass bei dem Theilungsschritt, welcher den generativen und den vegetativen Kern liefert, diese Kerne schon ungleich werden. Diese Möglichkeit ist bisher in Folge von Befangensein in einseitigen theoretischen Vorstellungen meist nicht hinreichend berücksichtigt worden. Für thierische Kerne hat jedoch Hansemann [3]) das Vorkommen karyokinetischer Theilungen beschrieben, durch welche dem einen Tochterkern mehr Chromosomen zugeführt werden als dem anderen („asymmetrische Karyokinese"). Allerdings sind von Stroebe [4]) Einwände gegen die Schlüsse erhoben worden, welche Hansemann aus seinen Beobachtungen gezogen hat. „Indessen (sagt Stroebe)

1) Anm. 6.

2) Vgl. Stock, Ein Beitrag zur Kenntniss der Proteinkrystalloide. Diss., Tübingen 1892.

3) Ueber asymmetrische Theilungen in Epithelkrebsen und deren biologische Bedeutung (Virchow's Archiv Bd. CXIX, 1890). Ueber pathologische Mitosen (ebenda, Bd. CXXIII, 1891).

4) Zur Kenntn. verschiedener cellulärer Vorgänge und Erscheinungen in Geschwülsten (Beitr. zur patholog. Anat. u. zur allgemeinen Pathologie, redigirt von Ziegler, 11. Bd., 1892).

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05161-0251-2

möchte ich doch glauben, dass wir dem Vorgange der asymmetrischen Karyokinese, nachdem ich bei Anwendung der denkbar grössten Vorsicht zur Vermeidung von Täuschungen doch eine nicht geringe Anzahl auf ihn hindeutender Bilder beobachten konnte, nicht jede Realität absprechen, freilich aber auch nicht die von Hansemann ihm zuerkannte Häufigkeit und Bedeutung zutheilen dürfen." In einer späteren Mittheilung [1]), welche sich auf verletzte, in der Heilung begriffene Corneae von Kaninchen bezieht, berichtet Stroebe, er habe unter Berücksichtigung aller zur Vermeidung von Täuschungen erforderlichen Vorsichtsmaassregeln Bilder von asymmetrischer Karyokinese beobachtet.

Aber auch dort, wo die Chromosomenzahl gleich ist, könnten die Tochterkerne ungleich werden, weil ihre Chromosomen oder ihre sonstigen Bestandtheile differente Eigenschaften aus dem Mutterkern mitgebracht haben. Mit dieser Möglichkeit lassen sich die folgenden Beobachtungen in Verbindung bringen. An jungen Pollenkörnern von Tradescantia subaspera, welche frisch in verdünnter Essigsäure (ein Vol. Eisessig auf ein Vol. Wasser) schwach erwärmt worden waren, fand ich Zustände, in welchen der generative und vegetative Kern die Beschaffenheit ruhender Kerne noch nicht erreicht hatten und doch schon wesentliche Verschiedenheiten darboten. Der generative Kern stellte sich als compacte, glänzende, fast homogene Masse dar, während im vegetativen Kern Chromosomen mit sehr feinen, glänzenden Körnchen hervortraten. Der vegetative Kern war grösser und procentisch viel nucleinärmer als der generative.

Dass diese frühzeitig erkennbaren Verschiedenheiten lediglich durch etwa vorhandene Verschiedenheiten in den an beide Kerne unmittelbar angrenzenden Plasmabezirken bedingt werden, ist nicht wahrscheinlich. Die Vermuthung hat eine gewisse Berechtigung, dass diese Kerne bei ihrer Entstehung ungleiche Eigenschaften von ihrem Mutterkern erhalten. In wie weit die Entwickelung des vegetativen Kerns zu einem Wachsthum des Pollenkorns in Beziehung gesetzt werden kann, bleibt zu untersuchen.

Von Wichtigkeit für die in Rede stehenden Fragen sind die Angaben von Klebahn [2]) über das verschiedenartige Verhalten der Kerne des Oogons und seiner Schwesterzelle bei Oedogonium. Die Kerne der Oogone haben Durchmesser von 9—11 μ und sind mit

1) Vorkommen und Bedeutung der asymmetrischen Karyokinese, l. c. Bd. 14, 1. Heft, 1893.

2) Studien über Zygoten II., Pringsh. Jahrb. Bd. XXIV, Heft 2.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05161-0252-7

grossen Nucleolen versehen, ihre unteren Schwesterzellen besitzen hingegen Kerne von 6—7 μ Durchmesser ohne Nucleolen. „Ihr Aussehen ist ein stark und dicht, aber gleichmässig körniges, indem die tingirbare Substanz in ziemlich groben Körnern in ihnen vertheilt ist.“ In den Abbildungen der Oogonkerne treten die chromatischen Massen sehr viel weniger hervor, die Körner sind sehr viel kleiner. „Dieser eigenthümliche Unterschied in der Beschaffenheit der weiblichen Sexualzellen und ihrer unteren Schwestern tritt sofort nach der Beendigung der Karyokinese in die Erscheinung. Ich beobachte u. a. einen Fall, in welchem der Oogoniumkern, der die Dimensionen 9 : 12 μ hatte, eben in den Zustand der Ruhe eingetreten war, während der nur 4 μ breite und 7 μ lange Stützzellenkern sich fast noch im Knäuelzustande befand. Beide Kerne lagen unmittelbar neben einander; von der zwischen ihnen zur Ausbildung gelangenden Scheidewand war noch nichts zu sehen.“ „Durch Fälle, wie der vorliegende, wird die Frage nach einer bereits in der Mitose wahrnehmbaren Verschiedenheit der Tochterkerne sehr nahe gelegt.“ Die Oogonschwesterzelle und ihr Kern sind keiner weiteren Entwickelung mehr fähig.

Auch bei der Keimung der Zygoten von Closterium und Cosmarium können, wie Klebahn[1]) fand, zwei Schwesterkerne (Grosskern und Kleinkern) innerhalb derselben Zelle sehr verschiedenartige Beschaffenheit erreichen. „Der Grosskern ist (z. B. bei Cosmarium) feinkörnig und enthält einen mässig grossen, mitunter auch noch einen kleineren Nucleolus; der Kleinkern erscheint sehr dicht und fast homogen.“ Ein Nucleolus ist auf den beigegebenen Figuren im Kleinkern nicht zu bemerken.

Verschiedenartige Beschaffenheit erreichen ferner in derselben Zelle die aus der Theilung des Embryosackkernes der Angiospermen hervorgehenden Schwesterkerne nach den Beobachtungen Guignard's[2]): „Quand les deux noyaux s'éloignent du centre du sac embryonnaire en se dirigeant vers ses deux extrémités, l'inférieur commence à l'emporter par son volume et sa masse chromatique sur le supérieur.“[3]) Den vorstehenden Darlegungen zufolge scheinen bestimmte Beobachtungen dafür zu sprechen, dass die durch mitotische Theilung aus einem Kern

1) Studien über Zygoten I. Pringsh. Jahrb. Bd. XXII, Heft 3.

2) Nouvelles études sur la fécondation 1891 p. 187. — Vgl. auch: Recherches sur le noyau cellulaire (Ann. Sc. nat. 6. Sér. Bot. T. XX. p. 332. 1885).

3) Das von Raciborski (Ueber die Chromatophilie der Embryosackkerne l. c.) beschriebene Verhalten der Antipodenkerne gegen Farbstoffe hängt möglicher Weise mit der frühzeitigen Desorganisation dieser Kerne zusammen. — Vgl. Guignard, Nouvelles études sur la fécondation p. 189.

Universitätsbibliothek Regensburg urn:nbn:de:bvb:355-ubr05161-0253-3

hervorgehenden Tochterkerne von ihrer Entstehung an unter sich ungleich sein können. Es ist denkbar, dass diese Kerne dann auch in verschiedenartiger Weise das Verhalten ihrer Zellen beeinflussen. Abgesehen von äusseren Einflüssen wird das Wachsthum der Zelle sowohl von der Beschaffenheit des Kernes als auch von derjenigen des Zellprotoplasmas abhängen können. Wächst die eine von zwei Schwesterzellen schwach oder gar nicht, die andere unter gleichartigen äusseren Bedingungen stark, so kann die Ursache dieses ungleichartigen Verhaltens sowohl im Kern, als im Plasma, als in beiden liegen.

Steht der Kern in Beziehung zum Zellenwachsthum,[1]) so ist es möglich, dass im Kern bestimmte für das Wachsthum erforderliche Stoffe gebildet werden. Von der Intensität der Bildung und des Verbrauches dieser Stoffe wird es dann abhängen, ob eine Zunahme, ein Gleichbleiben oder eine Abnahme dieser Stoffe (etwa Substanz des Nucleolus[2]) etc.) im Kern während bestimmter Wachsthumsphasen eintreten wird.

Die Frage nach der Art der etwaigen Beziehungen des Kernes zum Zellenwachsthum lässt sich in bestimmterer Weise noch nicht beantworten, doch ist hier der Umstand zu berücksichtigen, dass im Kern bis jetzt lediglich Stoffe aus den Gruppen der Eiweissstoffe, Nucleine und Plastine in allgemeiner Verbreitung nachgewiesen worden sind, während hinsichtlich des Vorkommens anderer, im sonstigen Zellinhalt vielfach verbreiteter Substanzen, wie z. B. Kohlehydrate, Fette[3]) im Kern nur vereinzelte Angaben vorliegen[4]). Weder im ruhenden Kern, noch dann, wenn der Kern in bestimmten Theilungsstadien

1) Da erfahrungsgemäss manche Autoren infolge von unachtsamem Lesen fremder Arbeiten nicht selten dahin gelangen, Vermuthungen für Behauptungen zu halten, welche sich dann auch gegebenen Falls bequemer bekämpfen lassen als erstere, so sei hier ausdrücklich betont, dass die Meinungen hinsichtlich etwaiger Beziehungen des Zellenwachsthums zu Veränderungen in der Beschaffenheit des Zellkerns, welche in der vorliegenden Arbeit auf Grundlagen der zur Zeit bekannten Thatsachen vorgebracht werden, lediglich als Vermuthungen anzusehen sind, welche Fragstellungen für weitere Untersuchungen enthalten.

2) Vgl. Strasburger, Ueber Kern- und Zelltheilung im Pflanzenreich Histolog. Beitr. Heft 1, 1888, p. 190. Dass übrigens, wie Strasburger will, die Substanz des Nucleolus zur Bildung der Membran verbraucht werde, folgt aus seinen Beobachtungen nicht. (E. Zacharias, Ueber Strasburger's Schrift etc. Bot. Ztg. 1888.)

3) Vgl. E. Zacharias, Ueber den Nucleolus. Bot. Ztg. 1885, p. 263, Anm. Für weitere eingehendere Untersuchungen über das Verhalten der Fette in pflanzlichen Zellen sind die Kapitel über Fettumsetzung und Secretion in Altmann's Buch über die Elementarorganismen, 2. Aufl. 1894, u. a. zu berücksichtigen.

4) Anm. 7.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05161-0254-9

seine membranartige Abgrenzung verliert, konnte ich in näher untersuchten Fällen „Fetttröpfchen" im Kernraum nachweisen, während solche im umgebenden Protoplasma reichlich vorhanden waren. Untersucht wurden: Pollenmutterzellen von Lilium tigrinum, Funkia lancifolia, Tradescantia pilosa, Haare von Cucurbita spec., und zwar die Pollenmutterzellen frisch in der Antherenflüssigkeit, in Hühnereiweiss oder Wasser, die Cucurbita-Haare lebend in Wasser. Ob alle wie Fetttröpfchen aussehenden Gebilde, welche hier in Betracht kommen, thatsächlich aus Fett bestehen, ist übrigens nicht sicher. Bei Lilium tigrinum sind sie in Wasser unlöslich, in Alkohol und Aether löslich. Nach mehrtägigem Liegen der Pollenmutterzellen in Alkohol sind bei der Untersuchung in Wasser keine Tröpfchen mehr wahrzunehmen. Eisessig (Spec. Gew. 1,057) veränderte bei kurze Zeit andauernder Einwirkung auf frische Pollenmutterzellen unter Deckglas die Tröpfchen nicht. Wurde aber frisches Material auf 24 Stunden in ein Gefäss mit Eisessig eingelegt und dann untersucht, so traten in den Kernen die Nucleinkörper sehr scharf und glänzend hervor, während im stark gequollenen Zellplasma keine Spur von Tröpfchen zu erkennen war. Bei dem Auswaschen des Präparates mit Wasser ging die Quellung des Zellplasma zurück, zahlreiche „Vacuolen" wurden in demselben sichtbar, welche nach Grösse und Anordnung für die früher von den Tröpfchen eingenommenen Räume angesehen werden konnten. Während der Kern sich im Spindelstadium befand, beobachtete ich die Tröpfchen nicht mehr wie im Zustande der Kernruhe einzeln dem Zellplasma eingelagert, sondern zu einer grösseren Anzahl von unregelmässig gestalteten Tröpfchenaggregaten vereinigt. Durch Erwärmen in Wasser unter Deckglas konnte ein Verschmelzen der Tröpfchen jedes Aggregates zu einem grösseren Tropfen herbeigeführt werden. Bei Tradescantia pilosa finden sich im Plasma der Pollenmutterzellen Amylumkörner. Ausserdem ist das Plasma von äusserst feinen Granulationen durchsäet, welche im Kernraum vollständig, auch während aller Stadien der Theilung, fehlen.

In den Pollenmutterzellen von Funkia lancifolia ist das Zellplasma dicht erfüllt von sehr kleinen glänzenden Körperchen und etwas grösseren, von blasserem Aussehen. Der Kernraum grenzt sich in allen Stadien der Theilung durch das Fehlen dieser Körper scharf gegen das umgebende Zellplasma ab[1]), wie das in ähnlicher Weise

1) Ueber Lageveränderungen der Plasmaeinschlüsse während der Kerntheilung, sowie über Beziehungen dieser Einschlüsse zur Bildung der Zellplatte und Zellwand soll demnächst a. a. O. berichtet werden. Vgl. E. Zacharias, Ueber Kern

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05161-0255-5

auch schon aus den Abbildungen hervorgeht, welche Treub[1]) nach lebenden, in Theilung begriffenen Zellen entworfen hat. Leider haben spätere Autoren vielfach das Studium lebender Objecte vernachlässigt und sich ausschliesslich der Untersuchung gehärteter und gefärbter Präparate gewidmet, obwohl es auf der Hand liegt, dass nur eine richtige Combination der an lebenden und mit Reagentien behandelten Zellen gewonnenen Beobachtungsresultate zutreffende Vorstellungen von den in der Zelle sich abspielenden Vorgängen herbeizuführen vermag.

Der Kern bleibt auch während der Theilung ein vom Zellprotoplasma seiner stofflichen Zusammensetzung nach verschiedenes Gebilde. Flemming bemerkt neuerdings[2]) in Betreff der Ableitung der Spindelfasern: „Nach alledem möchte ich glauben, dass meine früher geäusserte Meinung über die Frage: ‚es sei principiell gar nicht so wichtig, ob die Substanz, aus der die Spindel gebildet wird, vorher dem Kernraum oder dem Zellenleib angehört habe', heute fast noch mehr als vor zwei Jahren motivirt ist". Diesem Ausspruch gegenüber möchte ich daran erinnern, dass es sich bei den Discussionen, welche Flemming hier berührt, nicht nur um den Ursprung der Fasern gehandelt hat, sondern auch darum, ob der Kern als besonderes Gebilde innerhalb der Zelle während der Theilung aufhört zu existiren oder nicht. Strasburger hatte bekanntlich behauptet, dass in einer bestimmten Theilungsphase ein abgegrenzter Kern nicht mehr vorhanden sei, die Chromosomen vielmehr frei im Zellplasma lägen.[3]) Dem gegenüber habe ich festgestellt, dass die Abgrenzung[4]) des während der Theilung sich vergrössernden

und Zelltheilung (Bot. Ztg. 1888, S.-A. p. 4); Flemming, Zellsubstanz, Kern- und Zellthlg. p. 200, Fig. H. J. Nusbaum, Ueber die Vertheilung der Pigmentkörnchen bei der Karyokinese (Anatom. Anzeiger. 1893. Nr. 20). Es scheint sich hier um ganz allgemeine Erscheinungen zu handeln.

1) Quelques recherches sur le Rôle du noyau dans la division des cellules végétales. Publié par l'acad. Royale Néerlandaise des sciences, Amsterdam 1878, pl. I. Fig. 2a—f.

2) Zelle p. 104 (Ergebnisse der Anat. und Entwickelungsgeschichte. Herausgeg. von Merkel und Bonnet. III. Bd).

3) Vgl. E. Zacharias, Ueber Strasburger's Schrift etc. (Bot. Ztg. 1888). E. Zacharias, Einige Bemerkungen zu Farmer's Untersuchungen über Zell- und Kerntheilung (Bot. Ztg. 1894). — In eine Discussion der Ausführungen Belajeff's (zur Kenntniss der Karyokinese bei den Pflanzen. Flora Ergänzungsband 1894) möchte ich vor dem Erscheinen seiner in Aussicht gestellten ausführlicheren Publication nicht eintreten.

4) Anm. 8.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05161-0256-1

Kerns gegen das Zellplasma erhalten bleibt, dass eine Einwanderung von Zellprotoplasma als solchem in den Kern sich nicht hat beobachten lassen, dass jedenfalls die stoffliche Beschaffenheit des Kernes, auch wenn man von seinem Gehalt an Nucleinkörpern absieht, dauernd (auch während der Theilung) von derjenigen des Zellprotoplasma verschieden bleibt. Das sind Ergebnisse, welche selbstverständlich bei weiteren Untersuchungen auf dem Gebiete der Zellphysiologie berücksichtigt werden müssen.

Schon in früheren Mittheilungen [1]) habe ich darauf hingewiesen, dass die Verschiedenheiten im Bau der Kerne der männlichen und weiblichen Sexualzellen [2]) vielleicht zu dem verschiedenartigen Wachsthum dieser Zellen in Beziehung stehen könnten. Die Kerne der Zellen, welche sich zu männlichen Sexualzellen entwickeln, verhalten sich bei Algen, Moosen, Gefässkryptogamen [3]) und Angiospermen [4]), wie die Kerne anderer nicht oder wenig wachsender Zellen. Sie erhalten sehr kleine Nucleolen, welche auch fehlen können, sie sind procentisch reich an nucleinhaltiger Substanz. Während der Ausbildung der männlichen Sexualzellen können dann die Nucleolen, wo sie vorhanden sind, völlig schwinden. Ob eine Zunahme des Nucleingehaltes erfolgt oder nicht, ist unbekannt.

Die Kerne im Pollenschlauch der Gymnospermen hatte ich [5]) früher bei Thujopsis dolabrata untersucht. Ich konnte feststellen,

---

1) Ueber Chromathophilie. (Berichte der Deutschen Botan. Gesellsch. 1893. Heft 3.) Ueber Beziehungen des Zellenwachsthums zur Beschaffenheit des Zellkerns (Berichte 1894. Heft 5).

2) Beitr. z. Kennt. des Zellkerns und der Sexualzellen (l. c.).

3) Vgl. E. Zacharias, Ueber die Spermatozoiden (Bot. Ztg. 1881). Ueber den Nucleolus (Bot. Ztg. 1885. p. 289), Beiträge etc. (Bot. Ztg. 1887). — Guignard, Développement et Constitution des Anthérozoides und die hier citirte Litteratur (Revue générale de Botanique T. I. 1889). — Douglas Houghton Campbell, The Development of Pilularia globulifera L. (Ann. of Bot. Vol. II Nr. VII. 1888). — Schottländer, Beiträge zur Kenntniss des Zellkerns und der Sexualzellen bei Kryptogamen (F. Cohn, Beitr. zur Biologie der Pflanzen Bd. VI). — Klebahn, Studien über Zygoten II. (l. c.). — Belajeff, Ueber Bau und Entwickelung der Spermatozoiden der Pflanzen (Flora, Ergänzungsband 1894). Die Angaben Belajeff's über den Bau der Spermatozoiden stimmen in den wesentlichen Punkten mit meinen früheren Angaben überein. — Overton, Beitrag zur Kenntniss der Gattung Volvox. Bot. Centralblatt. Bd. XXXIX. 1889.

4) Vgl. E. Zacharias, Beiträge etc. p. 366, 367. — Guignard, Nouvelles études sur la fécondation (Ann. des sc. nat. Bot. T. XIV. 1891) und die an diesen Orten citirte Litteratur.

5) Beiträge (l. c. p. 365).

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05161-0257-6

dass die kleinen Kerne in der Nähe der Pollenschlauchspitze, welche nach Strasburger die männlichen Sexualkerne sein sollten, nucleinreich seien, dass hingegen der grosse, weiter rückwärts gelegene Kern, welcher nach Strasburger sich nicht an der Befruchtung betheiligen sollte, durch Nucleinarmuth und grosse Nucleolen ausgezeichnet sei. Neuere Untersuchungen von Belajeff[1]) und Strasburger[2]) haben nun aber gezeigt, dass nicht die kleinen nucleinreichen Kerne die männlichen Sexualkerne der Cupressineen sind, sondern dass der grosse rückwärts gelegene Kern einer Zelle angehört, aus deren Theilung die Sexualzellen hervorgehen. Letztere besitzen nach den Abbildungen Strasburger's relativ grosse Kerne mit gut entwickelten Nucleolen. Ueber den Nucleingehalt liegen keine Angaben vor. Nach Strasburger's Abbildungen erscheint es als möglich, dass den männlichen Sexualzellen nach ihrer Entstehung ein beträchtliches Wachsthum zukommt. Hier wie bei anderen Gymnospermen sind weitere Untersuchungen erforderlich.

Die weiblichen Sexualzellen unterscheiden sich in einer Reihe von näher untersuchten Fällen durch sehr viel beträchtlichere Grösse ihres Plasmaleibes, sowie ihres Kernes von den männlichen Zellen, ebenso durch bedeutendere Grösse der Nucleolen und durch geringeren procentischen Nucleingehalt der Kerne.[3])

An den Eierstockseiern von Unio und Rana konnte ich feststellen, dass mit der Grössenzunahme des Eies, Wachsthum des Kernes, Vermehrung der Nucleolarmasse (Rana) und Abnahme im procentischen Nucleingehalt verbunden ist.[4]) Dass entsprechende Vorgänge, insbesondere Wachsthum des Kernes, Zunahme der Nucleolarmasse während der ersten Stadien des Wachsthums thierischer Eizellen eine verbreitete Erscheinung darstellen, ist aus zahlreichen einschlägigen Arbeiten zu

1) Zur Lehre von dem Pollenschlauche der Gymnospermen. (Berichte der Deutschen Botan. Gesellsch. 1891, 93.)

2) Ueber das Verhalten des Pollens und die Befruchtungsvorgänge bei den Gymnospermen. (Histol. Beitr. Heft IV, 1892.)

3) E. Zacharias, Beiträge l. c. p. 370. Vgl. ferner die Untersuchungen von Schottländer, Rosen, Klebahn u. A.

4) Die Verwerthung der Beobachtungen von Häcker (Das Keimbläschen, seine Elemente und Lagenveränderungen. Arch. f. Mikr. Anat. XXXXI, XXXXII) für die in Rede stehenden Fragen setzt eine eingehendere chemische Untersuchung, namentlich der von H. beschriebenen Nebennucleolen, sowie auch eine Vervollständigung der Angaben über die Wachsthumsverhältnisse der untersuchten Zellen, Kerne und Nucleolen voraus. Auch Korschelt's (l. c.) Angaben hinsichtlich der stofflichen Veränderungen der Keimbläschen lassen sich hier, da hinreichende chemische Untersuchungen fehlen, nicht verwerthen.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05161-0258-2

ersehen.[1]) Die Frage jedoch, ob allgemein die Eier der Thiere nach Abgliederung der Richtungskörper, diejenigen der Archegoniaten nach Bildung der Bauchkanalzellen, sowie diejenigen der Angiospermen nach ihrer Abgrenzung ein Wachsthum erfahren, zu welchem die Beschaffenheit der Kerne der befruchtungsreifen Eier in Beziehung gesetzt werden könnte, bedarf noch der Untersuchung.

Strasburger[2]) betont neuerdings wieder mehrfach, es sei kein Grund vorhanden, eine Verschiedenheit in der Menge „activer" Kernsubstanz zwischen Eikern und Spermakern anzunehmen. Als active Substanz bezeichnet Strasburger auf Grund speculativer Erwägungen die Kernfadensubstanz. Dem gegenüber möchte ich, obwohl das schon mehrfach geschehen ist, nochmals darauf hinweisen, dass von meiner Seite nicht das Vorhandensein absoluter Differenzen im Nucleingehalt der Kerne der männlichen und weiblichen Sexualzellen vor deren Vereinigung, sondern dasjenige procentischer Verschiedenheiten nachgewiesen worden ist. „Unmittelbar vor der Vereinigung der Sexualzellen (so habe ich[3]) mich, um der unrichtigen Auffassung meiner Publicationen durch Strasburger und Guignard zu begegnen, ausgedrückt) ist der Spermakern procentisch erheblich reicher an Nuclein als der Eikern, während letzterer an sonstigen Kernbestandtheilen der reichere ist. Hinsichtlich des absoluten Nucleingehaltes beider Kerne zur angegebenen Zeit gestattet die mikroskopische Vergleichung kein Urtheil, diesbezügliche Angaben sind von mir auch nicht gemacht worden, nur von der procentischen Zusammensetzung der Sexualzellen habe ich gesprochen. Guignard hingegen hat die Ermittelung des absoluten Chromatingehaltes der beiden Geschlechtskerne im Auge, er hat feststellen können, dass dieser zur Zeit ihrer Vereinigung gleich war, dass er auch gleich war, als der Spermakern im Begriff war in das Ei einzudringen, ist jedoch nicht sicher festgestellt worden. Der Spermakern erleidet im Ei vor seiner Vereinigung mit dem Eikern tiefgreifende Veränderungen, es ist möglich, dass dabei eine Vermehrung[4]) oder

1) Vgl. namentlich Born, Die Structur des Keimbläschens im Ovarialei von Triton taeniatus. (Arch. f. Mikr. Anat. 43. Bd. 1894.)

2) Ueber das Verhalten des Pollens und die Befruchtungsvorgänge bei den Gymnospermen (Histol. Beitr. Heft IV).

3) Bot. Ztg. 1890 p. 467.

4) Nach Henking (Untersuchungen über die ersten Entwickelungsvorgänge in den Eiern der Insecten. I. Das Ei von Pieris brassicae. Zeitschr. für wiss. Zool. Bd. 49, 1890) erfolgt vor der Vereinigung der Geschlechtskerne eine Vermehrung der chromatischen Substanz in beiden.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05161-0259-0

Verminderung des Chromatins statthat. Der Beweis ist nicht erbracht, dass die gleichen Mengen von Chromatin, welche schliesslich zur Vereinigung kommen, zu gleichen Theilen von der männlichen und weiblichen Sexualzelle herbeigebracht worden sind. Es wird dies nur bis zu einem gewissen Grade wahrscheinlich, wenn man bedenkt, dass aus den beiden Kernen im Ei doppelt so viel Fadensegmente entstehen, als bei der Bildung eines jeden der Kerne verwendet wurden; freilich ist es nicht sicher, ob die Fadensegmente, aus denen sich beide Kerne aufbauten, an Masse gleich waren, und ob die Kerngerüste beider Kerne nach ihrer Entstehung und vor ihrer Vereinigung keine Veränderungen durchmachten. Sicher ist es jedoch, dass die procentische Zusammensetzung und der morphologische Bau der beiden Sexualkerne zur Zeit des Eintrittes des Spermakernes in das Ei sehr erhebliche Verschiedenheiten zeigen". Ob diese Verschiedenheiten für den Erfolg der Befruchtung von Bedeutung sind oder nicht, das ist unbekannt.

In geringerem Grade als in anderen untersuchten Fällen treten diese Verschiedenheiten nach den Untersuchungen Belajeff's und Strasburger's bei Gymnospermen hervor. Raciborski[1]) konnte Verschiedenheiten der beiden Sexualkerne bei Biota orientalis überhaupt nicht beobachten. Nach Belajeff's[2]) Abbildungen hingegen ist z. B. der männliche Kern von Taxus kleiner als der weibliche, seine Nucleolarmasse ist geringer, hingegen ist er procentisch reicher an Gerüstmasse.

Ueber den Nucleingehalt der Kerne liegen keine Angaben vor. Nach Strasburger[3]) (l. c. p. 16) liegt hier kein Grund vor, eine Verschiedenheit in der Menge „activer" Kernsubstanz zwischen Eikern und Spermakern anzunehmen, ja das Gegentheil soll anzunehmen sein, weil es sich bei den Theilungen des Keimkernes zeigt, „wie gering im Verhältniss zur Grösse der Zellkerne die Substanz der Chromosomen hier ist". Diese Begründung ist nicht verständlich. (Vgl. auch Strasburger l. c. p. 21.)

An anderer Stelle (p. 33) führt Strasburger aus, dass sich besonders die Eikerne der Gymnospermen durch ihren Gehalt an Reservestoffen[4]) auszeichnen. „Das bringt es mit sich, dass der Spermakern bei der Copulation kleiner erscheint als der Eikern, dass

1) Ueber die Chromatophilie der Embryosackkerne. (Anzeiger der Acad. d. Wiss. in Krakau, Juli 1893, p. 253.)

2) Zur Lehre von dem Pollenschlauche der Gymnospermen (Berichte der Deutschen Botan. Gesellsch. 1891).

3) Histologische Beitr. Heft IV. 1892.

4) So bezeichnet Strasburger auf Grund seiner Hypothesen die nicht dem Kernfaden angehörigen Stoffe des Zellkerns.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05161-0260-2

die aktive Kernsubstanz im Spermakern derjenigen im Eikern an Menge nachstehe, lässt sich nicht annehmen". Ist die Kernfadensubstanz im Eikern und Spermakern aber, wie Strasburger meint, absolut gleich, der Gehalt an sonstigen Stoffen im grösseren Eikern grösser als im kleineren Spermakern, so ist letzterer procentisch reicher an Kernfadensubstanz als ersterer. Strasburger schliesst sich also thatsächlich meinen früheren Ausführungen an, ist jedoch der Ansicht, dass die thatsächlich vorhandene Differenz der Sexualkerne sicher ohne Bedeutung für den Effect der Befruchtung sei, während nach meiner Meinung die vorhandenen Kenntnisse hinsichtlich der in Rede stehenden Frage überhaupt noch keine Schlüsse zulassen.

Eine weitere Differenz zwischen Strasburger und mir besteht hinsichtlich der Frage, in welchem Zustande oder wann die Sexualkerne zu untersuchen seien, um eventuelle Verschiedenheiten, welche für den Effect der Befruchtung von Bedeutung sein könnten, festzulegen. Dass über diese Frage überhaupt Meinungsverschiedenheiten bestehen können, dürfte jeden nicht in bestimmten theoretischen Anschauungen Befangenen befremden. Meiner Meinung nach kann ausschliesslich die Untersuchung vor der Vereinigung der Sexualzellen zum Ziele führen, während für Strasburger die Untersuchung der Kerne nach der Vereinigung der Zellen und unmittelbar vor der Vereinigung der Kerne maassgebend ist. „Denn (p. 37) es leuchtet ohne Weiteres ein, dass wenn diese Zellkerne verschieden wären,[1]) dieses sich auch im Augenblick ihrer Vereinigung noch zeigen müsste". Begründet wird diese Behauptung nicht. Eine stichhaltige Begründung derselben ist aber auch unmöglich, da nach dem Eindringen der männlichen Zelle in das Ei Wechselwirkungen zwischen beiden Zellen stattfinden können, welche zu Veränderungen der Kerne zu führen vermögen, so dass die Untersuchung der Kerne unmittelbar vor ihrer Vereinigung im Ei keinen Aufschluss mehr darüber zu bieten vermag, welche Substanzen das Sperma, welche das Ei vor der Vereinigung dieser beiden Zellen enthielt. Uebrigens bewahrt der Spermakern in manchen näher untersuchten Fällen auch bis zu seiner Vereinigung mit dem Eikern seinen von der Beschaffenheit des letzteren abweichenden Charakter.[2])

1) Das soll wohl heissen „Verschiedenheiten besässen, welche für den Erfolg der Befruchtung wesentlich sind", denn dass die Kerne vor der Vereinigung der Sexualzellen verschieden sind, erkennt ja auch Strasburger an.

2) Vgl. Klebahn, Studien über Zygoten II. (Pringsh. Jahrb. Bd. XXIV, Heft 2.) — Campbell, The development of Pilularia Globulifera (Ann. of. Bot. Vol. II, p. XIII, Fig. 38, 39). — Flemming, Beitr. zur Kennt. der Zelle und ihrer Lebenserscheinungen. III. Thl. 1. Abschn. Die Befruchtung und Theilung des Eies bei Echinodermen. S.-A. p. 20, 21, Tafel II. (Arch. f. Mikr. Anat. Bd. XIX, 1881).

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05161-0261-7

Von verschiedenen Seiten ist das Verhalten der Conjugaten herangezogen worden, um ein Verständniss für das Wesen der Befruchtung anzubahnen. Handelt es sich darum, die Entstehung des Befruchtungsvorganges der höheren Organismen phylogenetisch zu erklären, so ist selbstverständlich dagegen nichts einzuwenden. Ein Verständniss für die Physiologie des Befruchtungsvorganges, wie er gegenwärtig den höheren Organismen eigen ist, lässt sich aber auf diesem Wege nicht erreichen. Das zu betonen erscheint nothwendig, da nicht selten die Untersuchung physiologischer Fragen durch deren Vermengung mit phylogenetischen Erwägungen behindert wird.

Klebs[1]) theilt neuerdings mit, es sei ihm gelungen „die Vereinigung der beiden Geschlechtszellen bei Cosmarium und Closterium, d. h. der zusammengezogenen, einander sich nähernden Zellinhalte, zu verhindern, und jeden für sich zur Entwickelung zu bringen. Jeder der beiden bildete für sich eine vollkommen gleich beschaffene Zelle, die dem sonstigen Produkt ihrer Vereinigung, der sog. Zygospore entsprach, nur dass sie um die Hälfte kleiner war. Der Versuch beweist die vollkommene Gleichheit[2]) beider Geschlechtszellen, resp. ihrer Vererbungssubstanzen. Da nun die geschlechtliche Befruchtung im ganzen Reiche der Organismen in übereinstimmender Weise erfolgt, so wird man auch zu der Annahme genöthigt, dass sie überall ihrem Wesen und ihrer Bedeutung nach gleich sei. Von diesem neugewonnenen Standpunkt aus können wir sagen, dass die geschlechtliche Fortpflanzung in der Vermischung zweier, der Art und Bedeutung nach gleicher, nur individuell verschiedener Vererbungssubstanzen besteht, wodurch eine neue, eigenartige Individualität ins Leben gerufen wird".

Diese Ausführungen berücksichtigen nicht hinlänglich die Gesammtheit der bekannten Thatsachen. Es ist wohl denkbar, dass sich die sexuelle Fortpflanzung der höheren Organismen von der Conjugation ableiten lässt. Gegenwärtig sind beide Vorgänge aber wesentlich von einander verschieden, wie das u. a. aus der oben angeführten, interessanten, von Klebs mitgetheilten Thatsache hervorgeht. Bei den höheren Organismen vermögen sich die beiden Sexualzellen nicht weiter zu entwickeln, wenn ihre Vereinigung verhindert wird, bei den Conjugaten ist das nach Klebs möglich.

1) Ueber das Verhältniss des männlichen und weiblichen Geschlechts in der Natur. Jena 1894.

2) Die vollkommene Gleichheit beider Geschlechtszellen scheint mir durch diesen Versuch nicht bewiesen zu werden. Vgl. Nägeli, Mechanisch-Physiologische Theorie der Abstammungslehre p. 386.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05161-0262-3

In Uebereinstimmung mit manchen anderen Autoren hat Klebs bei der Beurtheilung der Befruchtungsvorgänge die Erscheinung der Vererbung derartig in den Vordergrund gestellt, dass er es unterlassen hat der Thatsache hinlänglich Rechnung zu tragen, dass die isolirten Sexualzellen sich bei den höheren Organismen nicht weiter zu entwickeln vermögen. Es ist ja möglich, wenngleich nicht bewiesen, dass die Vererbung mit der Vereinigung gleicher Mengen bestimmter, gleichartiger Substanzen der Sexualzellen zusammenhängt (diese etwaigen Vererbungssubstanzen ausschliesslich im Zellkern zu suchen, ist wie Klebs p. 28 mit Recht betont, nicht begründet), dann ist aber doch die Annahme irgend welcher Verschiedenheiten zwischen den die gleichartigen Vererbungsmassen enthaltenden Sexualzellen erforderlich, wenn man erklären will, wesshalb sich die Eizelle ohne Vereinigung mit dem Sperma nicht weiter zu entwickeln vermag.[1]) In seiner neuesten Publication hat Strasburger[2]) den Versuch gemacht dieser Forderung gerecht zu werden, indem er ausspricht, seine Ansicht gehe dahin, „dass bei der Vereinigung von Spermatozoiden und Eiern im Vorgang der Befruchtung das Spermatozoid dem Ei das mangelnde Kinoplasma zuführt, selbst aber im Ei das ihm fehlende Trophoplasma vorfindet". Ob es berechtigt ist, die Gebilde, welchen Strasburger den Namen Kinoplasma gegeben hat, unter einem Namen zusammenzufassen, ist sehr fraglich,[3]) der Hypothese, welche in den mitgetheilten Satze Strasburgers enthalten ist, fehlen die thatsächlichen Grundlagen.

Sicher ist nur, dass in den genauer untersuchten Fällen bei Organismen, deren weibliche Sexualzellen sich ohne Befruchtung nicht weiter zu entwickeln vermögen, durch die Befruchtung das procentische Verhältniss von Nuclein zu sonstigen Inhaltsbestandtheilen des Eies zu Gunsten des Nucleins geändert wird. Das gilt auch für Biota, selbst wenn hier die männlichen und weiblichen Sexualkerne vollkommen gleich sein sollten, wie es nach Raciborski's (l. c.) Angaben der Fall sein könnte. Sind männlicher und weiblicher Kern hier vollkommen gleich, so ist doch die männliche Zelle sehr viel ärmer an Zellprotoplasma als die weibliche, und das befruchtete Ei

1) Vgl. die klaren Ausführungen von Sachs. (Vorlesungen über Pflanzenphysiologie. Vorlesung XLIII.)

2) Ueber die periodische Reduction der Chromosomenzahl im Entwickelungsgang der Organismen. (Biolog. Centralblatt, Bd. XIV, 1894.)

3) Vgl. E. Zacharias, Einige Bemerkungen zu Farmer's Untersuchungen über Zell- und Kerntheilung. (Bot. Ztg. 1894.)

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05161-0263-9

würde procentisch reicher an Kernstoffen sein, als das unbefruchtete. Für die Beurtheilung der Befruchtungsvorgänge und weitere Fragstellungen ist aber jedenfalls die für eine Reihe von Fällen festgestellte Thatsache nicht ausser Acht zu lassen, dass dem männlichen Kern Nucleolen fehlen können, während sein procentischer Nucleingehalt dem Eikern gegenüber ein sehr hoher ist.

Anmerkungen.

Anm. I. Nach R. Hertwig[1]) soll das von Auerbach beschriebene verschiedenartige Verhalten der Zellkerne gegen bestimmte rothe und blaue Farbstoffe mit dem Vorhandensein von verschiedenen Aggregatzuständen der Kernsubstanzen zusammenhängen, mit der chemischen Constitution der verschiedenen Kernsubstanzen aber nichts zu thun haben.[2]) Hertwig glaubt irriger Weise seine Meinung durch Anführung der Thatsache stützen zu können, dass nach dem Eintauchen von Fliesspapierstreifen in die Auerbach'schen Farbstoffgemische die blauen und rothen Farbstoffe ungleich rasch im Fliesspapier emporsteigen. In meiner Mittheilung über Chromatophilie habe ich gezeigt, dass ein bestimmtes rothblaues Farbstoffgemisch nach bestimmter Vorbehandlung der Objecte zum Nachweis des Kernnucleins herangezogen werden kann. Dass nicht in gleicher Weise Färbungen mit ganz beliebigen Farbstoffen nach ebenso beliebiger und verschiedenartiger Vorbehandlung ohne Weiteres zur Prüfung auf Nuclein verwendet werden dürfen, muss hier verschiedenen Morphologen gegenüber betont werden.

Es ist sehr zu wünschen, dass der hier und da vorhandene Gebrauch, von färbbarer Substanz des Kernes zu reden, ohne anzugeben, mit welchen Farbstoffen und nach welcher Art der Vorbehandlung die betreffende Substanz färbbar sei, aufhöre. Der Ausdruck „färbbare

1) Ueber Befruchtung und Conjugation. (Verhandlungen der Deutschen Zoologischen Gesellsch. Zweite Jahresversammlung zu Berlin 1892. Herausgeg. von Spengel, p. 111.)

2) Vgl. hingegen: Chittenden, Neuere physiolog.-chem. Unters. über die Zelle. (Biolog. Centralblatt, 1894, p. 325): „Es kann gar kein Zweifel darüber herrschen, dass z. B. die Verschiedenheit der Färbung von Zellkern und Cytoplasma, die man durch Behandlung mit verschiedenen Farblösungen erhält, von der Verschiedenheit der chemischen Zusammensetzung abhängig ist.“ Ferner Lilienfeld, Ueber die Wahlverwandtschaft der Zellelemente zu gewissen Farbstoffen. (Verhandl. der Physiolog. Gesellsch. zu Berlin. Jahrg. 1892—93. Nr. 11.)

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05161-0264-5

Substanz" an sich besagt nicht mehr, als der Ausdruck „lösliche Substanz" ohne Bezeichnung bestimmter Lösungsmittel besagen würde.

Nach Zimmermann[1]) sollen „die in neuerer Zeit zu allgemeiner Anwendung gelangten Färbungsreactionen" viel präcisere Resultate ergeben, als die verschiedenen Lösungsmittel, welche als mikrochemische Reagentien verwendet worden sind. Die Lösungsmittel sollen weniger Vertrauen beanspruchen können als die Färbungen. Das ist unrichtig, insoweit es sich um die Feststellung der chemischen Beschaffenheit der Zellbestandtheile handelt. Das Wenige, was wir über die Chemie des Kernes wissen, ist fast ausschliesslich durch die Verwendung von Lösungsmitteln festgestellt worden. Farbstoffe sind ebenso wie Lösungsmittel, wo es sich um chemische Fragen handelt, nur insoweit brauchbar, als ihr Verhalten gegen bestimmte, an der chemischen Zusammensetzung der Zelle betheiligte Stoffe bekannt ist. Das versteht sich eigentlich von selbst, wird aber dennoch von denjenigen Forschern, welche sich vorwiegend mit der Morphologie des Zellinhaltes beschäftigen, zuweilen nicht hinreichend beachtet.

Anm. 2. Ob bei Cucurbita, wie das für andere Objecte festgestellt worden ist, vor der Theilung eine absolute und procentische Zunahme des Nucleingehaltes eintritt oder nicht, konnte nicht klargelegt werden. Aus einem Vergleich des ruhenden und des im Spindelstadium befindlichen Kernes Fig. 11 ist ein sicherer Schluss nicht abzuleiten. Die Kernplatten der untersuchten Gewebe von Cucurbita setzen sich aus sehr kleinen, körnchenartigen Chromosomen zusammen. Hie und da stellen letztere auch kurze Stäbchen dar. Vielleicht ist der in Fig. 15 abgebildete Kern in Vorbereitung zur Theilung begriffen. Fig. 15 ist einem mit Diamantfuchsin und Jodgrün gefärbten Präparate entnommen. Die dunkelviolett gefärbten Nucleinkörper sind um den Nucleolus zusammengedrängt, die Abgrenzung des Kernes gegen das Plasma ist nicht deutlich. Fig. 12a (Alkoholmaterial, in Alkohol untersucht) enthält ein späteres Stadium der Kerntheilung.

Weiter rückwärts von der Wurzelspitze, wo keine in Theilung begriffenen Zellen mehr vorhanden sind, sind die Nucleinkörper grösser als in der Theilungsregion, ob auch zahlreicher, ist fraglich.

---

1) Sammelreferate aus dem Gesammtgebiet der Zellenlehre. Botan. Centralblatt 1893. Beihefte p. 323.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05161-0265-0

Anm. 3. Nach den Untersuchungen Hansteens[1]) „ist die van Tieghem'sche Unterscheidung in active und passive Endosperme ebensowenig richtig wie die Brown und Moris'sche[2]) Annahme, dass das Grasendosperm nur ein todter Vorrathsbehälter sei. Die Endosperme und ebenso die Cotyledonen sind bei der Entleerung der Reservestoffe sämmtlich activ". Für den Vorgang der Entleerung der Reservestoffe ist das Vorhandensein eines lebenden Zellkerns nach den hier mitgetheilten Beobachtungen indessen nicht erforderlich. Dass Entstehung und Verbrauch von Stärke unabhängig vom Zellkern, in kernlosem lebendem Plasma erfolgen kann, hat auch Klebs[3]) bekanntlich für bestimmte Fälle nachgewiesen.

Anm. 4. Eine Besprechung der Schlüsse, welche Lavdowsky aus seinen Beobachtungen zieht, halte ich an diesem Orte nicht für erforderlich. Nur hinsichtlich der Verwendung der Worte „Nuclein", „Pyrenin" etc. sei erwähnt, dass die verwirrende Wirkung der Nomenclatur von F. Schwarz hier wieder klar zu Tage tritt.[4]) So sagt z. B. Lavdowsky p. 368, dass die Kernkörperchen „das Pyrenin und Nuclein in sich enthalten". Dass die Nucleolen in allen untersuchten Fällen gerade durch Abwesenheit von Nuclein ausgezeichnet sind, habe ich nachgewiesen.[5]) Pyrenin ist ein Name, den Schwarz für die gesammte Substanz des Nucleolus verwendet. Da man aber über die chemische Beschaffenheit dieser Substanz nicht mehr weiss, als dass man in ihr Eiweiss und Plastin erkennen kann, so ist der Name Pyrenin ganz überflüssig. Ebenso wie der Name Amphipyrenin, der übrigens, entgegen der Angabe von Lavdowsky (p. 369), von mir niemals verwendet worden ist. Aus dem Ausspruche „der Nucleolus besteht aus Pyrenin" erfährt man nicht mehr als man aus dem Satze „das Protoplasma besteht aus Protoplasma" erfahren würde. Es wird durch die Verwendung des Schwarz'schen Namen das Vorhandensein chemischer Kenntnisse vorgetäuscht, welche that-

1) Ueber die Ursachen der Entleerung der Reservestoffe aus Samen. (Flora 1894. Ergänzungsband.)

2) Researches on the germination of some of the Gramineae. Journ. of the chemic. Soc. Transact. Vol. LVII. 1890.

3) Klebs, Beiträge zur Physiologie der Pflanzenzelle.

4) Vgl. die durchaus zutreffende Kritik von Zimmermann. (Sammelreferate aus dem Gesammtgebiet der Zellenlehre. Bot. Centralblatt 1893, Beihefte p. 323.)

5) In Betreff der auf fehlerhaften Schlussfolgerungen beruhenden Behauptungen Moll's über das Verhalten der Nucleolen von Spirogyra vgl. mein kritisches Referat Bot. Ztg. 1893, p. 282.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05161-0266-6

sächlich fehlen.[1]) Wenn Flemming[2]) der Bezeichnung „Chromatin" für die „färbbaren" Theile des Kernes gegenüber Worten wie Nuclein, Paranuclein den Vorzug gibt, so stimme ich dem für morphologische Zwecke durchaus bei. Das Wort Nuclein hat eine bestimmte chemische Bedeutung, es darf nicht beliebig bei der Benennung von Formbestandtheilen des Kernes verwendet werden, wenn Verwirrung vermieden werden soll. Diejenigen, welche lediglich die Morphologie der Zelle behandeln, ohne den jeweiligen Stand der chemischen Kenntnisse zu berücksichtigen, thun gut, chemische Ausdrücke zu vermeiden. Handelt es sich aber um chemische Fragen, so ist es in dem von mir[3]) näher bezeichneten Sinne zweckmässig und berechtigt von nucleinhaltigen Theilen des Kernes gegenüber nucleinfreien zu sprechen. Für die nucleinhaltigen Theile habe ich auch wohl kurz das Wort Nucleinkörper gebraucht, an verschiedenen Orten jedoch hervorgehoben, ich sei nicht etwa der Meinung, dass die lebenden oder fixirten Nucleinkörper ausschliesslich aus Nuclein bestehen, sondern vielmehr, dass man in den Körpern ausser anderen Stoffen Nuclein nachweisen könne.

Es ist zu hoffen, dass die Unklarheiten, welche durch die Publicationen von Schwarz in die Zellenlehre hineingetragen worden sind, mit der Zeit schwinden werden. Ein Hinderniss dafür besteht allerdings in dem Vorhandensein der Schwarz'schen Namen, welche denjenigen, der nicht mit sorgfältiger Kritik an die einschlägigen Fragen herantritt, erfahrungsgemäss über den thatsächlichen Stand der Kenntnisse täuschen können.

Anm. 5. Von verschiedenen Seiten[4]) wird die besondere Grösse der Kerne secernirender Zellen hervorgehoben, sowie die an diesen

---

1) Vgl. Detmer, Das pflanzenphysiologische Practicum, 2. Aufl. 1895, p. 210.

2) Zelle, Ergebnisse der Anatomie und Entwickelungsgeschichte. Herausgeg. von Merkel und Bonnet. III. Bd., 1893, p. 86.

3) Ueber die chemische Beschaffenheit von Cytoplasma und Zellkern. (Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft 1893 u. a. a. O.)

4) Korschelt, l. c. — Haberlandt, Ueber die Beziehungen zwischen Function und Lage des Zellkerns bei den Pflanzen, Jena 1887, p. 116. — Correns, Zur Anatomie und Entwickelungsgeschichte der extra nuptialen Nectarien von Dioscorea. (Sitz.-Ber. d. k. Akad. d. Wiss. Wien. Mathem.-Naturw. Cl. Bd. XCVII Abth. I. Okt. 1888. S.-A. p. 7, 14, 21.) — H. Mayr, Entstehung und Vertheilung der Secretionsorgane der Fichte und Lärche. (Botan. Centralblatt 1884, Bd. XX, p. 86.) — Sieck, Die schizolysigenen Secretbehälter. (Pringsh. Jahrb. XXVII. 2. Heft 1895, p. 210.)

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05161-0267-2

Kernen mehrfach beobachtete Gestalts- und Structurveränderung zu der secernirenden Thätigkeit der Drüsen in Beziehung gesetzt. Die Grösse der Kerne hängt möglicherweise mit der gleichfalls mehrfach betonten besonderen Grösse [1]) der secernirenden Zellen zusammen. Sehr eingehend schildert Auerbach (l. c. p. 146) das Wachsthum der Speicheldrüsenzellen in den Larven von Musca vomitoria und das gleichzeitige Wachsthum der Kerne und Nucleolen dieser Zellen.

In eine weitere Besprechung der Drüsenlitteratur soll hier nicht eingetreten werden.

Anm. 6. Vgl. Schwarz (Protoplasma l. c. p. 86).

Die Angabe von Schwarz, dass die inhaltsreichen, Reservestoffe führenden Zellen von Samen besonders chromatinarme Kerne besitzen, mag für bestimmte Fälle zutreffen, kann jedoch allgemeine Gültigkeit nicht beanspruchen, wie z. B. dass Vorkommen grosser, sehr chromatinreicher Kerne im reifen Samen von Zea zeigt.

Nach Lavdowsky (l. c. p. 414) soll die Menge des in den Theilungsfiguren der Kerne enthaltenen Chromatins durch gute Ernährung gesteigert werden. Die Figuren Lavdowky's lassen es aber zweifelhaft erscheinen, ob er bei der Vergleichung gut und schlecht genährter Wurzeln gleichartige, bezüglich der zu entscheidenden Frage vergleichbare Zellen untersuchte.

Ein Verschwinden der Nucleolen bei mangelhafter Ernährung der Zellen beschreibt Dangeard (Recherches histologiques sur les champignons, le Botaniste 2. Ser. 1890—91 p. 84) für Synchytrium taraxaci. Die Zellen des Parasiten waren „placées dans les plus mauvaises conditions sur des feuilles déjà épuisées par l'attaque antérieure d'autres de ces parasites. Le protoplasma des sores était vacuolaire, extrêmement, pauvre en granulations et tous les noyaux étaient atteints par la dégénérescence".

Anm. 7. Nach Frommann (Zelle, S.-A. aus der Real-Encyclopädie der gesammten Heilkunde. Med.-chirurgisches Handwörterbuch für prakt. Aerzte, 2. Aufl. 1890, p. 31) sollen im Kerne als seltenere Einschlüsse sowohl bei thierischen als bei Pflanzenzellen Fetttröpfchen vorkommen, Glycogen soll sich in den Kernen der embryonalen Leber finden.

---

1) Ziegler, Die biologische Bedeutung der amitotischen (directen) Kerntheilung im Thierreich. (Biolog. Centralblatt. XI, 1891, p. 379.) — Guignard, L'appareil sécréteur des Copaifera (Bull. de la Soc. bot. de France T. XXXIX. Séance du 24. juin 1892, p. 247).

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05161-0268-8

Auch Stärke kommt nach Frommann im Kern vor. (Ueber Beschaffenheit und Umwandlung der Membran, des Protoplasma und des Kernes von Pflanzenzellen. Jenaische Zeitschrift für Naturwissenschaft 1888, XXII. Bd.) Weitere Angaben über das Vorkommen verschiedener Stoffe im Kern sind von Carnoy (Biologie cellulaire p. 247) zusammengestellt worden.

In wie weit alle diese Angaben den Thatsachen entsprechen, steht nicht fest. Die Mittheilungen über das Vorkommen von Stärke im Zellkern scheinen auf Irrthum zu beruhen. (Vgl. A. Meyer, Untersuchungen über die Stärkekörner, 1895, p. 159.)

Anm. 8. In seiner Arbeit über das Verhalten der Nucleolen während der Karyokinese (Beiträge zur Morphologie und Physiologie der Pflanzenzelle, Bd. II, Heft I. Tübingen 1893) weist Zimmermann p. 31 darauf hin, „dass die Frage, ob die scharfe Abgrenzung des Kernes gegen das Cytoplasma hin auch während der Karyokinese erhalten bleibe, so dass kein Uebertritt fester oder überhaupt organisirter Körper aus dem einen ins andere stattfinden könnte, durch die in seiner Mittheilung niedergelegten Beobachtungen endlich im negativen Sinne entschieden sein dürfte".

Dass der Kern gegen das umgebende Zellplasma in irgend welchen Stadien seines Lebens derart abgegrenzt sei, dass kein Austausch organisirter Körper zwischen ihm und dem Plasma stattfinden könne, ist wohl niemals angenommen worden. Auch die Art der Abgrenzung des ruhenden Kernes hat sich wohl niemand wesentlich anders vorgestellt, als diejenige des Protoplasma gegen den Zellsaft. Ebenso wie zwischen Protoplasma und Zellsaft eine scharfe Abgrenzung besteht, obwohl hier ein Austausch fester Körper möglich ist[1]), kann auch der Kern gegen das Plasma abgegrenzt sein, wenn auch Nucleolen aus dem Kern in das Plasma und aus diesem wieder in den Kern gelangen können, wie das nach Zimmermann für bestimmte Fälle wahrscheinlich sein soll.

1) Pfeffer, Ueber Aufnahme und Ausgabe ungelöster Körper. (Abhandl. der mathemat.-physikal. Cl. der k. sächsischen Gesellsch. d. Wiss. Bd. XVI, Nr. II, 1890.)

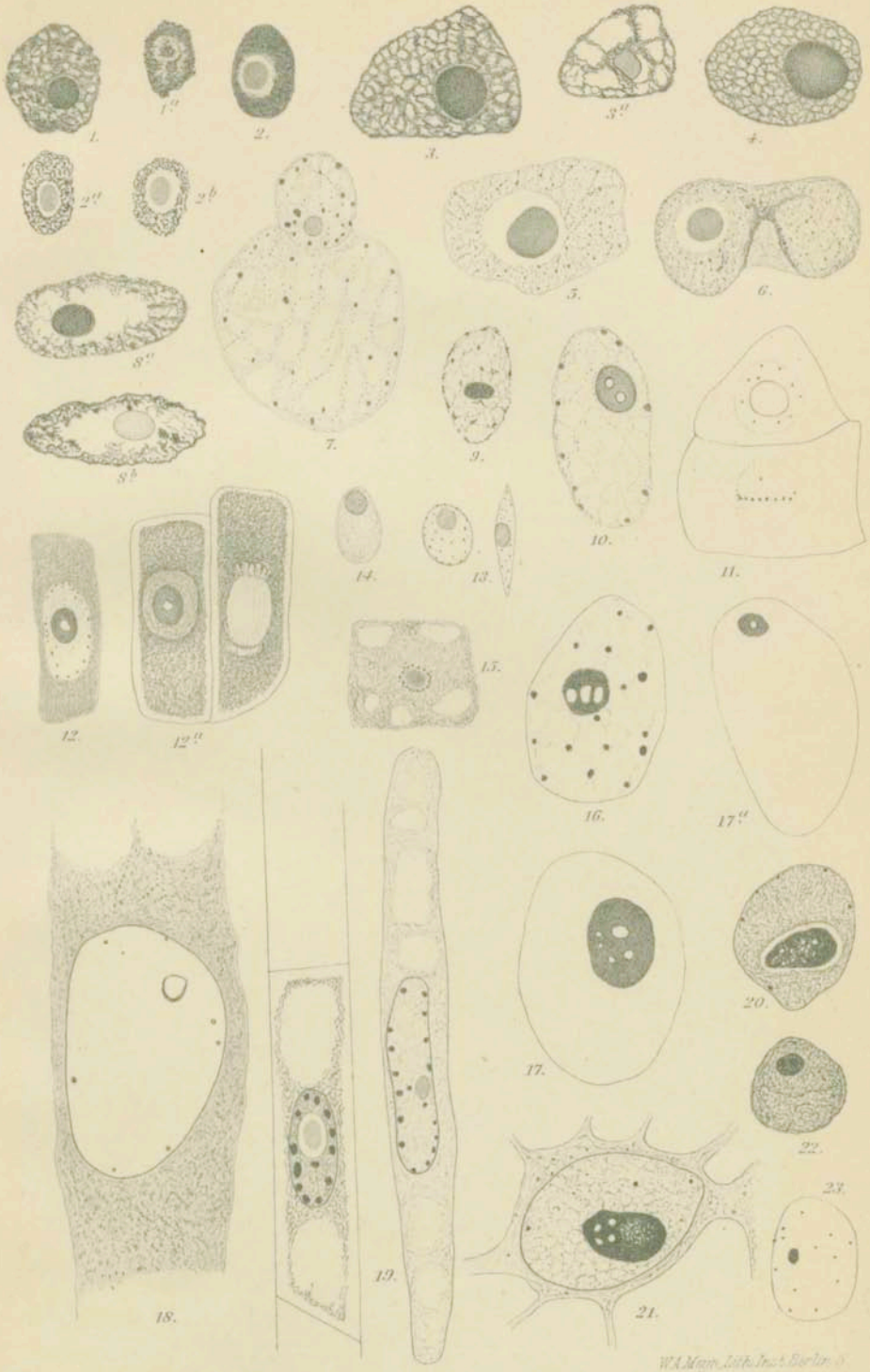
Figuren-Erklärung.

Die Figuren 46—48 sind Skizzen aus freier Hand. Die Fig. 41—45 wurden mittelst eines Zeichenapparates von Winkel entworfen (Vergr. 8,5), die übrigen unter Benutzung des Zeichenapparates nach Abbé, Fig. 22—24, 49—63 mit Objectiv V; Fig. 1—21, 25—40, 62a[1] b[1] mit Objectiv $^1/_{12}$ (homogene Immersion); sämmtliche Figuren mit Ocular I von Seibert.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05161-0269-6

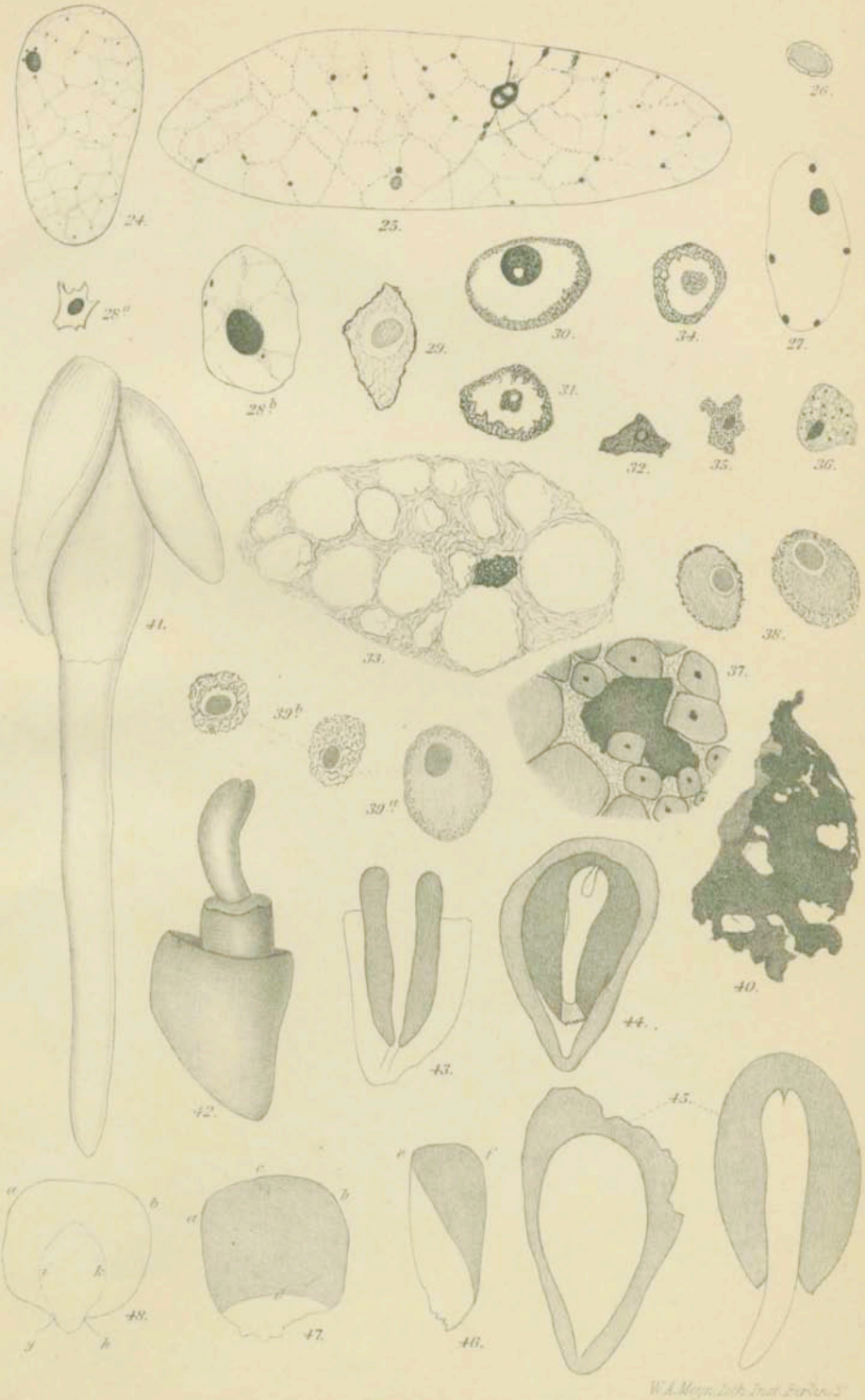
Fig. 1—8. Kerne aus jungen Gefässgliedern von Zea Mays.
Fig. 9—25, 27. Kerne von Cucurbita Pepo.
Fig. 9. Kern aus einem Siebröhrenglied im Stadium der „Schleimtropfen". Alkohol.
Fig. 10. Kern aus einem Siebröhrenglied im Zustande etwa der Fig. 93. T. VIII. Wilhelm. Alkohol.
Fig. 11. Meristem der Wurzelspitze, frisch in Essigcarmin erwärmt.
Fig. 12. Meristem der Wurzelspitze.
Fig. 12a. Meristem der Wurzelspitze. Alkohol.
Fig. 13. 14. Kerne aus dem Stamm-Cambium.
Fig. 15. Meristem der Wurzelspitze. Alkohol, Diamantfuchsin-Jodgrün, Xylol, Canadabalsam.
Fig. 16. 17. Kerne aus jungen Siebröhrengliedern ohne Schleimtropfen. 16. Behandlung wie bei 13 im Text angegeben; 17. Alkohol, Kerngerüst nicht eingetragen.
Fig. 17a. Kern aus einem Siebröhrenglied mit Siebplatte. Alkohol.
Fig. 18. Siebröhrenglied mit zugehöriger Geleitzelle. Siebplatte deutlich erkennbar, ob schon perforirt oder nicht, ist unsicher. Behandlung wie bei 13.
Fig. 19. Inhalt einer Geleitzelle einer Siebröhre mit perforirter Siebplatte. Behandlung wie bei Fig. 13.
Fig. 20. Kern aus einem Gefässgliede des Stammknotens. Wandverdickung noch nicht kenntlich. Alkohol.
Fig. 21. Kern aus einem breiten Tüpfelgefässglied mit beginnender Wandverdickung. Alkohol.
Fig. 22. Kern aus einem Siebröhrenglied im Schleimtropfenstadium. Alkohol.
Fig. 23. Kern aus einem Siebröhrenglied mit deutlicher Siebplatte. Alkohol.
Fig. 24. Kern aus einem Siebröhrenglied mit deutlicher Siebplatte. Alkohol. Diamantfuchsin-Jodgrün.
Fig. 25. Kern aus einem Siebröhrenglied mit anscheinend vollständig entwickelter Siebplatte. Alkohol.
Fig. 26. Inhaltskörper einer Siebröhre von Urtica dioica. Alkohol. In Essigcarmin erwärmt.
Fig. 27. Kern aus einem breiten Tüpfelgefässglied. Wandverdickung fast vollendet. Alkohol.
Fig. 28—34. Endosperm von Ricinus.
Fig. 28. Alkohol-Aether-Gemisch, Alkohol. Diamantfuchsin-Jodgrün, Canadabalsam. a) ruhender Same, b) keimender Same. Eine merkliche Abnahme der Reservestoffe ist eingetreten.
Fig. 29. Keimender Same. Alkohol-Aether, 24 Stunden künstlicher Magensaft.
Fig. 30. Keimender Same. Die Reservestoffe haben merklich abgenommen. Alkohol-Aether. Alkohol.
Fig. 31. Keimender Same. Abnahme der Reservestoffe kaum merklich. Alkohol-Aether.
Fig. 32. Ruhender Same. Alkohol-Aether. Alkohol.
Fig. 33. Inhalt der Endospermzelle eines ruhenden Samens. Alkohol-Aether. Drei Tage künstlicher Magensaft.
Fig. 34. Keimender Same. Reservestoffe haben merklich abgenommen. Alkohol-Aether. Drei Tage künstlicher Magensaft.
Fig. 35, 36. Kerne aus dem Endosperm von Pinus Larix. 35 ruhender, 36 keimender Same.
Fig. 37—40. Zea Mays.
Fig. 41—45. Pinus Larix.
Fig. 46—48. Zea Mays.
Fig. 49—56. Hyacinthus orientalis. Epidermis. Alkohol, Essigcarmin, Canadabalsam.
Fig. 57—63. Galanthus nivalis.
Für diejenigen Figuren, welchen hier eine Erklärung fehlt, vgl. den Text.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05161-0270-7

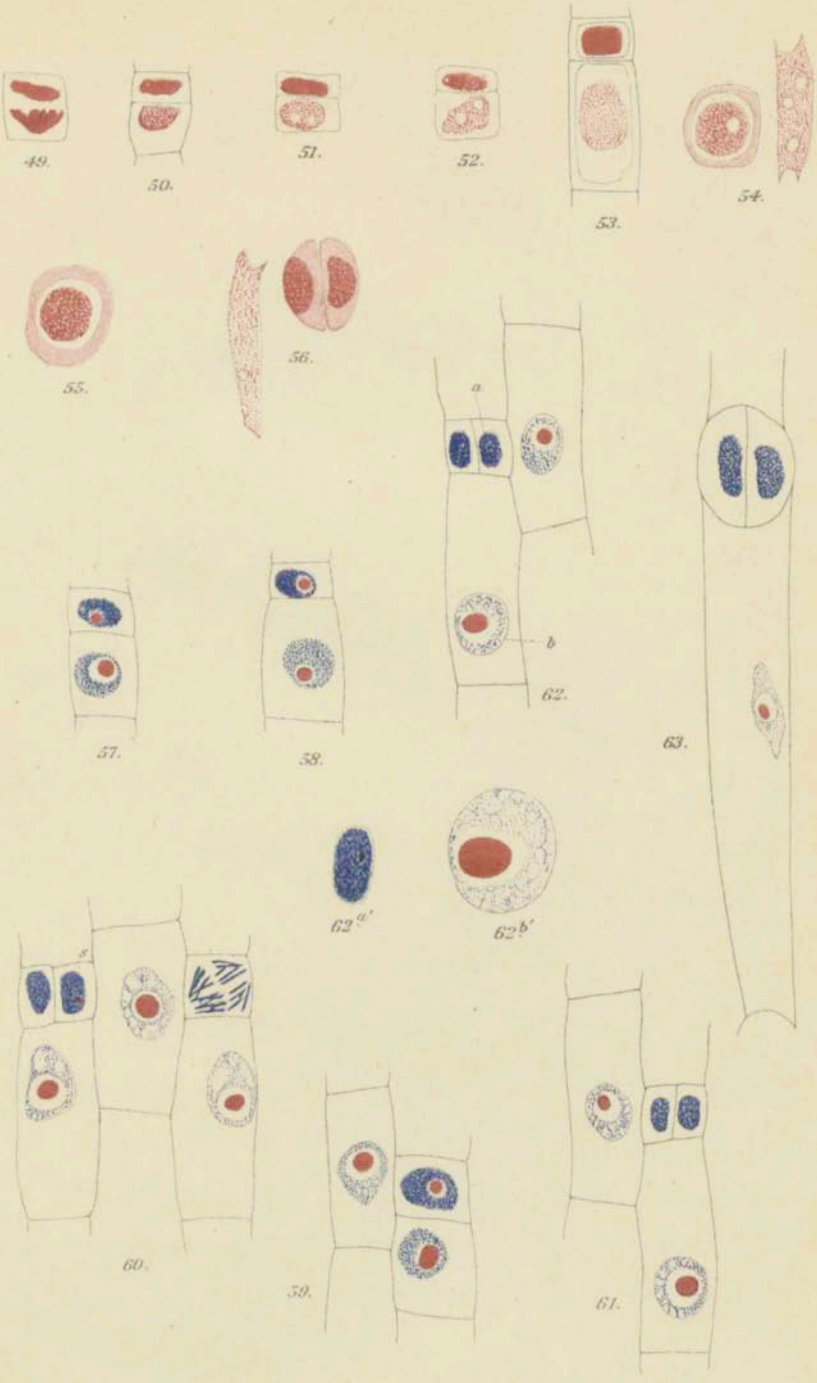


W.A. Mayr, Lith. Inst. Berlin S.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05161-0448-8



Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05161-0449-6



Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05161-0450-7