

## Mittheilungen.

### 33. E. Zacharias: Ueber die „achromatischen“ Bestandtheile des Zellkerns.

Mit Tafel XVI.

Eingegangen am 31. Mai 1902.

Im Folgenden sollen einige Beobachtungen über die Beschaffenheit derjenigen Substanz mitgetheilt werden, welche, abgesehen von den Nucleolen und den nucleinhaltigen Bestandtheilen, die Kernräume erfüllt.

Wenn es sich um Kerne handelt, welche in Theilung begriffen sind und welche ihre membranartige Abgrenzung nicht mehr aufweisen, soll stets der an den jeweilig untersuchten, lebenden oder fixirten Objecten erkennbar abgegrenzte, die Chromosomen enthaltende Raum als „Kernraum“ bezeichnet werden. Es ist nicht sicher, in wie weit die Kernräume in vorgeschrittener Theilung begriffener Kerne dem Gebiete entsprechen, welches von den Kernen eingenommen wurde, bevor sie ihre membranartige Abgrenzung verloren. Die Frage soll hier jedoch nicht erörtert werden, in wie weit in der Umgebung von Kernen, welche in Theilung begriffen sind, bestimmte Bezirke eine Beschaffenheit annehmen können, welche eine Unterscheidung derselben von dem Gebiete der Kerne verhindern würde, so dass dann die „Kernräume“ den um diese Bezirke vergrößerten eigentlichen Kerngebieten entsprechen würden<sup>1)</sup>.

Vor dem Schwinden der Kernmembran konnte ich bei früheren Untersuchungen<sup>2)</sup> im Kern, abgesehen von den Nucleolen und den

1) Vergl. u. a. FOL, Recherches sur la fécondation et le commencement de l'hénogénie chez divers animaux. (Mém. de la Soc. de physique et d'histoire naturelle de Genève, t. XXVI, 1879). — FLEMMING, Zellsubstanz, Kern- und Zelltheilung. (1882, S. 206, 208). — FLEMMING, Neue Beiträge zur Kenntniss der Zellen. (Archiv für Mikr. Anat. XXXVII, 1891, S. 699.) — BELAJEFF, Zur Kenntniss der Karyokinese bei den Pflanzen. (Flora, Ergänz.-Bd. 1894, S.-A., S. 4.) — NĚMEC, Ueber die karyokinetische Kerntheilung der Wurzelspitze von *Allium Cepa*. (PRINGSHEIM'S Jahrb. XXXIII, 1899, S. 325). — NĚMEC, Neue cytologische Untersuchungen. (FÜNFSTÜCK, Beiträge zur wiss. Botanik IV, 1, 1900, S. 83).

2) E. ZACHARIAS, Beiträge zur Kenntniss des Zellkerns und der Sexualzellen. (Bot. Ztg. 1887, S.-A. S. 12). Ueber Kern- und Zelltheilung. (Bot. Ztg. 1888, S.-A., S. 1—3).

nucleinhaltigen Bestandtheilen, eine Substanz nachweisen, welche ich seiner Zeit als „Grundmasse“ bezeichnet habe. Besonders deutlich konnte diese Substanz in den Kernen der Pollenmutterzellen von *Hemerocallis* wahrgenommen werden: „Betrachtet man Pollenmutterzellen von *Hemerocallis fulva*, deren Kerne sich im Beginn der Theilung befinden, nachdem sie längere Zeit in Alkohol gelegen haben, in Wasser, so findet man die Theile des Kerngerüsts einer fein granulirten Grundmasse eingebettet.“ „Werden die Pollenmutterzellen frisch, ohne vorherige Behandlung mit Alkohol der Verdauung ausgesetzt, dann mit Aether-Alkohol extrahirt und in Wasser untersucht, so ist von der Grundmasse nichts zu erkennen.“ Eben so wenig konnte neuerdings die Grundmasse erkannt werden nach 48stündiger Behandlung frischer Pollenmutterzellen von *Hemerocallis flava* mit künstlichem Magensaft bei Zimmertemperatur und darauf folgender 48stündiger Extraction mit absolutem Alkohol. Die Untersuchung erfolgte in Alkohol. Der Kern war scharf begrenzt. Er enthielt einen zarten Nucleolarrest und gesonderte Chromosomen, zwischen welchen sich lediglich homogene Flüssigkeit zu befinden schien. Immerhin war es nicht ausgeschlossen, dass Reste der Grundmasse an den Chromosomen hafteten, da diese nicht glatt contourirt erschienen.

In Pollenmutterzellen von *Larix*, welche aus den lebend geöffneten Antheren unmittelbar in absoluten Alkohol gelangt waren und in diesem untersucht wurden, kamen Kerne zur Beobachtung, deren unregelmässig vertheilte Chromosomen einer fein granulirten Substanz eingebettet waren. Nucleolus und Membran dieser Kerne waren noch vorhanden. Kerne gleichen Stadiums aus Alkoholmaterial in Wasser untersucht, zeigten zwischen den Chromosomen ein lockeres Strangwerk aus fein granulirter Substanz. Letzteres trat besonders scharf hervor auf Zusatz von Salzsäure (1 Vol. HCl 40 pCt. sp. Gew. 1,190 + 1 Vol. Wasser). In Alkoholmaterial, welches zunächst 48 Stunden und darauf nach Erneuerung der Flüssigkeit weitere 48 Stunden bei 18—21° R. mit Verdauungsflüssigkeit behandelt worden war, konnten im Kern (bei der Untersuchung in der Flüssigkeit) glänzende Chromosomen in unregelmässiger Vertheilung, ein blasser Nucleolarrest von gequollenem Aussehen, jedoch keine sonstige geformte Substanz erkannt werden. Nach 24stündiger Behandlung mit absolutem Alkohol in Wasser untersucht, zeigten die Kerne dasselbe Aussehen.

Oeffnet man Antheren von *Larix* frisch in Zuckerlösung und setzt dann 0,28procentige Salzsäure hinzu, so quellen in den Pollenmutterzellkernen die Nucleolen; die Chromosomen treten scharf hervor, während im Uebrigen der Kernraum homogen erscheint.

In den Kernen lebender Haarzellen von *Cucurbita* sieht man in einer

homogenen Grundmasse den Nucleolus und ferner eine Anzahl kleiner Körperchen, welche auf Grund ihrer Reactionen als die nucleinhaltigen Bestandtheile des Kernes anzusehen sind<sup>1)</sup>. Auf Zusatz von absolutem Alkohol beobachtete ich eine Gerinnung der Grundmasse, die Nucleolen und Nucleinkörper waren nun eingebettet in eine den ganzen Kern gleichmässig erfüllende, sehr fein granulirte Substanz. Durch Jodjodkali konnte dieselbe braun gefärbt werden. An Material, welches längere Zeit in Alkohol aufbewahrt worden war, erkannte ich in grossen Kernen eine schöne Gerüst- oder Wabenstructur der fein granulirten Substanz<sup>2)</sup>. „Nach 24stündiger Behandlung des Kernes eines jungen Siebröhrengliedes von *Cucurbita* mit künstlichem Magensaft traten die Nucleinkörper sehr scharf und glänzend hervor, der grosse Nucleolus erschien sehr blass und gequollen, das Gerüst war nicht mehr zu erkennen<sup>3)</sup>.“

Es findet sich also, abgesehen von den Nucleolen und den „chromatischen“ Formbestandtheilen, in den jetzt und früher von mir untersuchten Kernen eine Substanz, welche bei der Behandlung mit Alkohol eine fein granulirte Beschaffenheit annimmt und in welcher, wie die mitgetheilten Reactionen zeigen, kein Kernnuclein nachgewiesen worden ist. Die Substanz ist in den untersuchten Fällen jedenfalls der Hauptmasse nach in künstlichem Magensaft löslich.

Die Untersuchung in Theilung begriffener Kerne, welche ihre membranartige Abgrenzung gegen das Zellplasma nicht mehr besaßen, führte hinsichtlich der Substanz, welche abgesehen von den Chromosomen die Kernräume erfüllt, zu folgenden Ergebnissen:

Für Kerne der Pollenmutterzellen von *Helleborus foetidus*, welche sich im Spindelzustande befinden, fand ich bereits vor längerer Zeit<sup>4)</sup>, dass künstlicher Magensaft, auf Alkoholmaterial einwirkend, die Spindelfasern undeutlich macht, so dass zuletzt nur noch schattenhafte Andeutungen ihres Verlaufes zu erkennen sind, während concentrirtere Salzsäure die Spindelfasern des Alkoholmaterials im Gegensatz zu den Chromosomen scharf und deutlich erhält. Nach der Behandlung frischer Pollenmutterzellen mit Verdauungsflüssigkeit und

1) E. ZACHARIAS, Ueber das Verhalten des Zellkerns in wachsenden Zellen. Flora, Ergänzungsband 1895, S. 221.

2) Es muss als fraglich betrachtet werden, in wie weit die Gerüste fixirter Kerne verschiedener Organismen im Leben vorhanden sind, und in welchem Grade sich etwa eine durch die Reagentien veränderte, im Leben homogen erscheinende Substanz an ihrer Bildung betheiligt. (Vergl. FISCHER, Fixirung, Färbung und Bau des Protoplasmas. 1899, S. 311).

3) E. ZACHARIAS, l. c. S. 222.

4) E. ZACHARIAS, Ueber die chemische Beschaffenheit des Zellkerns. Bot. Ztg. 1881, S. 175. — Vergl. auch BERTHOLD, Studien über Protoplasma-mechanik. 1886, S. 202, 207.

darauf mit Alkohol waren Spindelfasern im Kernraum nicht zu erkennen<sup>1)</sup>.

Neuerdings untersuchte ich Pollenmutterzellen von *Larix*. Wurden frische Antheren in Rohrzuckerlösung geöffnet und die Pollenmutterzellen dann in dieser Lösung untersucht, bevor eine Plasmolyse eingetreten war, so erschien der Kernraum homogen. In einem Falle mit beginnender Plasmolyse bemerkte ich im Kernraum blasse, undeutliche Gebilde, welche für Chromosomen gehalten werden konnten. Auf Zusatz von Essigsäure (1 g Eisessig + 100 g Wasser) traten Chromosomen überall scharf hervor, während sich übrigens in den Kernräumen feinkörnige Gerinnsel bildeten. In einem Falle konnten Spindelfasern erkannt werden. Gelangten die frischen Pollenmutterzellen direct in die verdünnte Essigsäure, so liessen sich Spindel- und Verbindungsfäden überall sehr schön beobachten. Homogene Kernräume mit scharf umschriebenen Chromosomen hatte man hingegen vor sich, wenn die Pollenmutterzellen direct in 0,28procentige Salzsäure eingetragen worden waren.

Frisch aus den Antheren herauspräparirte und dann sofort mit absolutem Alkohol bedeckte Pollenmutterzellen zeigten an Stelle des homogenen Kernraumes der frischen Objecte eine sehr feinkörnige, längsfaserige Masse. Alkoholmaterial in Wasser beobachtet zeigte Spindelzustände mit sehr deutlicher Faserung. Auf Zusatz von Salzsäure (1 Vol. Salzsäure von 40 pCt. sp. Gew. 1,190 + 1 Vol. Wasser) wurden die Chromosomen undeutlich, während die Fasern scharf hervortraten. Das Zellplasma blieb ungequollen. Nach der Einwirkung von Glaubersalzlösung (100 g Wasser, 10 g Glaubersalz pro analysi von MERCK, 1 g Eisessig) auf Alkoholmaterial waren die Chromosomen stark gequollen, die Spindelfasern aber ausserordentlich scharf begrenzt. Auch das Zellplasma zeigte keinere Spuren von Quellung<sup>2)</sup>.

24stündige Behandlung frischer Pollenmutterzellen mit Verdauungsflüssigkeit<sup>3)</sup> bei 18—20° R. hatte folgendes Ergebniss: Die Zellinhalte waren ziemlich stark contrahirt, das Plasma körner- und tröpfchenreich, ohne deutlich erkennbare Structur. Die Chromosomen

1) E. ZACHARIAS, Beiträge zur Kenntniss des Zellkerns und der Sexualzellen. (Bot. Ztg. 1887, S.-A. S. 15.) Ueber STRASBURGER's Schrift „Kern und Zelltheilung im Pflanzenreich“. (Bot. Ztg. 1888, S.-A. S. 4.) — Bezüglich der Deutung, welche NĚMEC (Neue cytologische Studien. FÜNFBÜCK's Beiträge zur Wiss. Botanik IV, 1, 1900, S. 38) meinen Angaben hat zu Theil werden lassen, vergleiche namentlich die hier weiter unten mitgetheilten Untersuchungen an *Iris*-Endospermen.

2) Vergl. E. ZACHARIAS, Beiträge zur Kenntniss der Sexualzellen. (Ber. der Deutschen Bot. Ges. 1901, Heft 6). Ueber einige mikrochemische Untersuchungsmethoden. (Ebenda 1896).

3) Hier und bei den folgenden Versuchen wurde Verdauungsflüssigkeit aus Schweinemagen verwendet. Vergl. E. ZACHARIAS, Ueber Nachweis und Vorkommen von Nuclein. (Ber. der Deutschen Bot. Gesellsch. 1898).

lagen glänzend und scharf contourirt in Kernräumen, welche übrigens keine geformte Substanz zu enthalten schienen. Auch in Zuständen mit abgegrenzten Tochterkernen war im „Mutterkerngerüst“<sup>1)</sup> solche Substanz nicht zu erkennen. In einem Falle (Spindelzustand) glaubte ich allerdings Andeutungen von Fasern zu sehen, indessen war der Einblick durch den Körnerreichthum des Zellplasmas erschwert. Nachdem die Amylumkörner durch Erwärmen zum Verquellen gebracht worden waren, konnte man sich in bestimmten Fällen sehr deutlich davon überzeugen, dass die Kernräume, abgesehen von den Chromosomen, keine geformte Substanz zeigten. An einer Tochterchromosomen-Gruppe beobachtete ich jedoch sehr blasse Fäden, welche denjenigen Enden der Chromosomen ansassen, welche den Schwesterchromosomen zugewendet waren. Die Fäden liessen sich nur auf eine sehr kurze Strecke verfolgen. Nach 24stündiger Einwirkung eines Gemisches von Aether-Alkohol auf das mit Verdauungsflüssigkeit behandelte Material ergab die Untersuchung in Wasser folgendes: In den Kernräumen schien stets ein sehr geringes Quantum fein granulirter Substanz in unregelmässiger Vertheilung vorhanden zu sein. In vereinzelt Fällen konnten sehr zarte, blasse Fasern beobachtet werden. Auf Zusatz concentrirter Salzsäure (von der weiter oben angegebenen Concentration) kamen nur in Zuständen mit abgegrenzten Tochterkernen schwach angedeutete Faserungen im Mutterkernrest zur Beobachtung, nicht aber in Spindelzuständen.

Auch Alkoholmaterial wurde hinsichtlich des Verhaltens gegen Verdauungsflüssigkeit geprüft. Dasselbe verweilte zunächst 48 Stunden in der Flüssigkeit bei 18—21° R., sodann nach Erneuerung derselben weitere 48 Stunden, und gelangte schliesslich auf 24 Stunden in absoluten Alkohol. Bei der Untersuchung in Wasser waren nunmehr Spindelfasern und Verbindungsfäden zu erkennen. Nach 24stündiger Einwirkung der concentrirten Salzsäure waren die Chromosomen gequollen, die Spindelfaserreste erschienen sehr zart und substanzarm, das Zellplasma war nicht gequollen.

Beobachtet man in Theilung begriffene Pollenmutterzellen von *Hemerocallis flava* frisch in Hühnereiweiss, so erkennt man in den Kernräumen die Chromosomen; übrigens erscheinen erstere homogen<sup>1)</sup>. Nach Behandlung mit Alkohol sind die Kernräume von einer längsfaserigen Masse erfüllt. „Diese verhält sich, wenn künstlicher Magensaft auf das Alkoholmaterial einwirkt, anders als das Protoplasma. Während die Kernplattenelemente scharf hervortreten, quillt die längsfaserige Masse, so dass nur noch hier und da schattenhafte Andeutungen derselben zu sehen sind. Das Zellplasma hingegen bleibt

1) E. ZACHARIAS, Ueber Kern- und Zelltheilung. Bot. Ztg. 1888.

als deutlich gegen den Kernraum abgegrenzte, nicht homogene Masse von gequollenem Aussehen kenntlich.“

Nunmehr habe ich auch die Einwirkung von Verdauungsflüssigkeit auf frische Pollenmutterzellen von *Hemerocallis* geprüft. Diese verweilten zunächst 48 Stunden, und sodann nach Erneuerung der Flüssigkeit weitere 24 Stunden bei etwa 22° R. in derselben. Die Chromosomen erschienen dann, wenn in der Verdauungsflüssigkeit untersucht wurde, stark glänzend; ausserdem waren in den Kernräumen äusserst zarte, substanzarme Fasern undeutlich wahrzunehmen, indessen kam auch ein Fall mit stärkeren Faserresten zur Beobachtung (Spindelzustand). Nach Auswaschen mit verdünnter Essigsäure (1 g Eisessig, 100 g Wasser) und Zusatz von Glaubersalzlösung (10 g Glaubersalz, 1 g Eisessig, 100 g Wasser) traten die Fasern deutlicher hervor.

Nach 48stündiger Einwirkung von 0,28procentiger Salzsäure auf frische Pollenmutterzellen traten die Chromosomen sehr stark glänzend hervor, im Uebrigen waren die Kernräume (Spindelzustände) homogen. Die Abgrenzung des Zellplasmas (welches eine blasse Structur erkennen liess und glänzende Körnchen oder Tröpfchen enthielt) gegen die homogenen Kernräume war durchaus deutlich.

Da es wünschenswerth erschien, die Wirkung der Verdauungsflüssigkeit auch an Zellinhalten zu prüfen, welche nicht von Membranen umschlossen sind, untersuchte ich Endospermanlagen von *Iris*.

Befruchtete Ovula von *Iris versicolor* wurden halbirt und in absoluten Alkohol gebracht. Später wurden die Endosperm-Anlagen unter Wasser herauspräparirt und in Wasser untersucht. Innerhalb der in Theilung begriffenen Kerne hatten sich die Chromosomen bereits in zwei Portionen gesondert. Der Kernraum zeigte sich im Uebrigen völlig erfüllt von einer längsfaserigen Masse. Zwischen den Fasern schien noch ganz fein granulirte Substanz vorhanden zu sein, doch war das bei der ungemein dichten Lagerung der Fasern nicht sicher zu entscheiden. Nach 24stündiger Behandlung mit Verdauungsflüssigkeit bei Zimmertemperatur erschienen die Chromosomen glänzend, scharf contourirt, das Plasma war aufgehellt, aber deutlich wabig structurirt und gegen den Kernraum abgesetzt. In diesem war eine helle, ganz fein granulirte Substanz zu erkennen, von Fasern nur in einem Falle schattenhafte Andeutungen. Eine weitere Veränderung wurde durch mehrtägige Verdauung bei 16—27° R. unter Erneuerung der Verdauungsflüssigkeit, deren Wirksamkeit durch Hühnereiweiss geprüft worden war, nicht erzielt. Auch nachträgliches Auswaschen mit Alkohol brachte keine Veränderung des Bildes hervor.

Die Einwirkung von Verdauungsflüssigkeit auf das frische Object wurde in der Weise erreicht, dass halbirte Ovula direct in die

Flüssigkeit eingetragen wurden. Nach 24stündigem Verweilen derselben in der Verdauungsflüssigkeit bei Zimmertemperatur wurden dann die Endosperm-Anlagen aus den Ovularhälften herauspräparirt und in der Flüssigkeit untersucht. Alle Theilungsstadien vor Abgrenzung der Tochterkerne kamen zur Beobachtung. Stets erschienen die Chromosomen glänzend und scharf contourirt, die Kernräume scharf und deutlich gegen die Plasmareste abgegrenzt, welche in unmittelbarer Umgebung der Kernräume sich in ihrem Aussehen in etwas von den entfernteren Plasmapartien unterschieden. Die Kernräume enthielten keine Spur von Fasern, erschienen überhaupt homogen, ohne Spur von geformter Substanz. Auch in der Umgebung der Kernräume war von Faserstructuren nichts zu entdecken. (Fig. 1, 2, 3.) Auswaschen mit Alkohol, Behandlung mit Glaubersalz-Essig-Fuchsin S-Lösung<sup>1)</sup> förderte keine Fasern zu Tage.

Andere Endosperm-Anlagen kamen nach 48stündiger Einwirkung der Verdauungsflüssigkeit bei Zimmertemperatur zur Untersuchung. Das Zellplasma zeigte hier eine deutlich wabige Structur, welche jedoch auf den beigegebenen Skizzen nicht zum Ausdruck gebracht ist. Es fanden sich Stadien mit abgegrenzten Tochterkernen und solche mit auseinanderweichenden Chromosomengruppen. Die letzteren Zustände zeigten im Kernraum, namentlich nach dem Auswaschen mit absolutem Alkohol (in diesem untersucht) schwer wahrnehmbare Spuren sehr fein granulirter Substanz (Fig. 4). Nach der Färbung mit Fuchsin S-Methylenblau (je 1 Vol. einer Lösung von 0,25 g Farbstoff in 250 *ccm* Wasser) traten die einzelnen Formbestandtheile schärfer hervor, ohne dass Fasern sichtbar wurden. Die Chromosomen waren tief blau, das übrige violett gefärbt. Der Kernraum war von einer sehr feinkörnigen, dichteren Plasmapartie umgeben (Fig. 5). Zustände mit abgegrenzten Tochterkernen zeigten den zwischen denselben verbleibenden Mutterkernrest auch nach seiner Trennung von den Tochterkernen durch structurirtes Zellplasma als einen homogenen Raum ohne geformte Substanz (Fig. 6, 7). In anderen Fällen waren einige Körnchen im Mutterkernrest zu sehen, und endlich kam es vor, dass derselbe von einzelnen Brücken aus fein granulirter Substanz durchsetzt war (Fig. 8, 9). Auswaschen mit absolutem Alkohol und Färbung mit Fuchsin S-Methylenblau veränderte die Bilder nicht.

Die Kernräume der untersuchten in Theilung begriffenen Kerne enthalten nach dem Schwinden der membranartigen Abgrenzung, abgesehen von den Chromosomen, eine Substanz, welche nach Einwirkung von Alkohol eine fein granulirte Masse von längsfaseriger

1) E. ZACHARIAS, Beiträge zur Kenntniss der Sexualzellen. Ber. der Deutschen bot. Gesellsch. 1901.

Structur darstellt. Kernnuclein<sup>1)</sup> ist in ihr nicht nachgewiesen worden.

Nach Einwirkung von Verdauungsflüssigkeit auf frisches Material liessen sich durch Alkohol bei *Iris* keine fein granulirten Massen mehr in den Kernräumen sichtbar machen, oder nur äusserst geringe Mengen verglichen mit denjenigen, welche nach directer Einwirkung von Alkohol auf das frische Material sichtbar wurden. Insbesondere liess sich bei *Iris* nachweisen, dass die Substanz der Kernräume procentisch sehr viel reicher an in künstlichem Magensaft löslichen Stoffen ist, als das umgebende Zellprotoplasma. Die Resultate der an Pollenmutterzellen angestellten Verdauungsversuche gestatten keine einfache Zusammenfassung.

Wenn NĚMEC<sup>2)</sup> sagt: Die Spindelfasern bestehen aus Platin, so ist das in dieser allgemeinen Fassung nicht richtig. Wie aus den Ergebnissen der vorstehenden und früherer Untersuchungen hervorgeht, kann man den Spindelfasern in bestimmten Fällen einen Gehalt an Platin zuschreiben, in anderen aber nicht.

Eine Substanz, welche derjenigen der Kernräume nahe zu stehen scheint, wurde bei der Behandlung frischer Pollenmutterzellen von *Larix* mit Zuckerlösung in dem Raume zwischen der Zellhaut und dem contrahirten Protoplasma beobachtet. Ich öffnete lebende Antheren der Lärche in Zuckerlösung. Die Kerne der Pollenmutterzellen befanden sich noch vor dem Spindelstadium. In einzelnen Zellen zog sich das Plasma alsbald von der Zellwand zurück, rundete sich ab und erschien aussen vollkommen glatt contourirt<sup>3)</sup>. Meist aber waren die contrahirten Plasmamassen unregelmässiger umschrieben, die Zellen schienen bei der Präparation geschädigt worden zu sein. In allen Fällen war aber abgesehen von hier und da vorhandenen, an der Zellwand haftenden, sehr geringen Mengen granulirter Substanz der Raum zwischen der Zellwand und der contra-

1) Vergl. E. ZACHARIAS, Ueber Nachweis und Vorkommen von Nuclein. Ber. der Deutschen bot. Gesellsch. 1898.

2) NĚMEC, Neue cytologische Untersuchungen l. c. S. 83.

3) Durch ungleiche Contraction von Plasma und Kern kann es unter Umständen zur Trennung dieser beiden Zellbestandtheile kommen. So bildete sich auf Zusatz von Alkohol zu Pollenmutterzellen, welche vorher mit Zucker plasmolysirt worden waren, ein Hof zwischen Kern und Plasma, welcher keine festen Theile zu enthalten schien.

Bei *Aloë subferox* kam ein Fall zur Beobachtung, der auf die Ausscheidung von eiweisshaltigem Kernsaft in den „Kernhof“ hindeuten schien. Als Pollenmutterzellen in Antherenflüssigkeit untersucht wurden, hatten sich die Kerne mancher Zellen stark contrahirt und lagen nun in einer gegen das Plasma scharf abgegrenzten, anscheinend von homogener Flüssigkeit erfüllten Höhle. Auf Zusatz von Alkohol schien mir in dieser Höhle eine starke Gerinnung zu erfolgen, doch wurde die Beobachtung sehr rasch durch Contractionen des Zellinhaltes gestört.

hirten Plasmamasse völlig homogen. In diesem Raume erfolgte auf Zusatz einer Pikrinsäure-Essigsäure-Schwefelsäure-Mischung<sup>1)</sup> in den Zellen mit unregelmässig umschriebenem Plasma eine starke Ausfällung granulirter Substanz, welche in ihrem Aussehen der dicht feinkörnigen Masse glich, als welche das Zellplasma sich nicht selten in fixirten Objecten darstellen kann. In den Zellen mit glatt contourirtem Plasma erfolgte die Fällung nicht. Ein Vergleich der letzteren Zellen mit den Zellen, welche reichlich gefällte Substanz besaßen, führte hinsichtlich der Frage, in wie weit letztere etwa aus dem Kern stamme, zu keinem Resultat. Die fixirten, dichten Plasmamassen gestatteten keinen hinreichenden Einblick in den Kern.

Fig. 10 stellt eine Zelle dar, welche nach der Plasmolysirung durch Zuckerlösung mit 60 procentigem Alkohol behandelt, und darauf (um die im Plasma vorhandenen Stärkekörner<sup>2)</sup> zur Verquellung zu bringen) in Wasser erwärmt worden war. Der Kern befindet sich in beginnender Theilung. Zwischen dem contrahirten Zellplasma und der Zellwand findet sich fein granulirte, durch den Alkohol ausgefällte Substanz, welche in Aussehen und Anordnung den Bildern entspricht, wie sie fixirtes Zellplasma häufig darbietet.

Die zwischen contrahirtem Plasma und Zellwand auf verschiedene Weise erzielten Fällungen sollen hier, um einen kurzen Ausdruck zu erhalten, einfach als „Aussenfällungen“ bezeichnet werden.

Lässt man zu einem Präparat, welches in Zuckerlösung plasmolysirte Pollenmutterzellen enthält, Alkohol hinzufliessen, so kann man die Entstehung der Aussenfällung verfolgen. Jodjodkaliumlösung färbt dieselbe braun. Auch durch Zusatz von Essigcarmin nach SCHNEIDER zu plasmolysirten Zellen können feinkörnige, ziemlich dichte Aussenfällungen erzielt werden. Desgleichen erhält man Aussenfällungen nach Einwirkung von Essigsäure (100 g Wasser, 1 g Eisessig) oder Jodjodkaliumlösung auf plasmolysirte Zellen. Letztere bewirkt die Entstehung braungelber Aussenfällungen<sup>3)</sup>.

1) 99,25 g kaltgesättigte Pikrinsäurelösung, 0,85 g Eisessig, 0,30 g reine concentrirte Schwefelsäure.

2) Amylumkörner finden sich im Stadium der auseinanderweichenden Kernplattenhälften ringsum in dem Plasma, welches den Kernraum umgiebt. Nach Abgrenzung der Tochterkerne und nachdem Zellplasma zwischen diese und den Mutterkernrest gelangt ist, findet sich Amylum auch in letzterem Plasma, so dass nun eine Amylumschleife sowohl den einzelnen Tochterkern, als auch die ganze Theilungsfigur (Tochterkern + Mutterkernrest) umgiebt. Später findet man Amylum nur noch in der Umgebung der Tochterkerne.

Hinsichtlich der Umlagerung von Körnern im Zellplasma während der Kerntheilung vergleiche mein Referat über DOFLEIN (Zell- und Protoplasma-Studien, Heft 1). Bot. Ztg. 1901, II. S. 107.

3) Das Zellplasma in Theilung begriffener Zellen zeigt sich dann in der Umgebung der Kerntheilungsfiguren mehr braun-, im Uebrigen mehr gelbgefärbt. In

In Pollenmutterzellen, welche unmittelbar aus den frischen Antheren in absoluten Alkohol gelangt waren, konnten in bestimmten Fällen Aussenfällungen erkannt werden, in anderen nicht. Keine Aussenfällungen wurden indessen beobachtet, wenn frische Antheren direct in der oben genannten Pikrinsäuremischung geöffnet worden waren. Das Plasma hatte sich mehr oder weniger von der Zellwand zurückgezogen.

Pollenmutterzellen aus Antheren, welche frisch in 0,28procentiger Salzsäure geöffnet worden waren, enthielten mehr oder weniger contrahirtes Plasma, der Raum zwischen diesem und der Zellhaut war völlig homogen. Auf Zusatz von Jodjodkalium trat jedoch eine gelbgefärbte, äusserst fein granulirte Aussenfällung auf (Fig. 11). Dergleichen entstand auf Zusatz einer Glaubersalzlösung der weiter oben näher bezeichneten Art sofort eine starke Aussenfällung. Die Chromosomen quollen stark, man erhielt den Eindruck, als ob schliesslich die Hauptmasse derselben bis auf eine dünne Hülle gelöst wurde. In Spindelräumen konnte viel geronnene Substanz, jedoch keine Faserung erkannt werden (Fig. 12). Liess man 0,28 pCt. Salzsäure auf Pollenmutterzellen einwirken, welche durch Zuckerlösung plasmolysirt worden waren, so quollen die Nucleolen, die chromatischen Kernbestandtheile traten scharf hervor, der Kernraum erschien übrigens homogen. Eine Aussenfällung trat nicht auf, bildete sich aber sofort auf Zusatz der Pikrinsäuremischung.

Wurden Aussenfällungen, welche dadurch entstanden waren, dass mit Zucker plasmolysirte Zellen mit 60procentigem Alkohol ausgewaschen worden waren, mit 0,28procentiger Salzsäure behandelt, so quollen sie, und der Raum zwischen Plasma und Zellwand erschien schliesslich fast homogen. Verdauungsversuche führten zu folgenden Ergebnissen:

Pollenmutterzellen gelangten frisch in künstlichen Magensaft. Wurde dann nach kurzer Zeit eine Probe des Materiales mit Pikrinsäure-Mischung versetzt, so entstand eine Aussenfällung, welche sich vielfach dem contrahirten Plasma in Form einer dünnen, fein granulirten Haut mehr oder weniger dicht anlegte (Fig. 13). Auch Proben, welche nach zweistündiger Einwirkung der Verdauungsflüssigkeit bei Zimmertemperatur entnommen waren, besaßen keine Aussenfällungen, Zusatz von Pikrinsäure-Mischung erzielte sie jedoch alsbald. Die Aussenfällungen besaßen dann zum Theil die Gestaltung der Fig. 10. Nach 48stündigem Verweilen der Pollenmutterzellen in der Verdauungsflüssigkeit wurden bei der Untersuchung in letzterer an den

---

den Kernräumen sind Chromosomen und Nucleolen zu erkennen, während sie übrigens gleichmässig von einer äusserst fein granulirten Substanz erfüllt zu sein scheinen.

Plasmaresten sehr zarte, substanzarme Aussenfällungen gefunden, welche sich auf Zusatz von Jodjodkalium nicht verstärkten. Nach weiterer 48stündiger Behandlung der Pollenmutterzellen mit Verdauungsflüssigkeit bei erhöhter Temperatur waren die contrahirten Plasmamassen aussen mit fettähnlichen Tropfen besetzt. Sie wurden durch Auswaschen mit absolutem Alkohol zum Verschwinden gebracht. Aussenfällungen waren nun nicht mehr mit Sicherheit zu erkennen, auch nicht nach Zusatz von Jodjodkalium. Hier und da schienen allerdings minimale Reste vorhanden zu sein. Für den Fall, dass Reste von Aussenfällungen sich stark contrahirt und dann dem Plasma angeschmiegt haben sollten, würden sie kaum erkennbar gewesen sein.

Aussenfällungen, welche durch Auswaschen plasmolysirter Pollenmutterzellen mit 60procentigem Alkohol erhalten worden waren, konnten durch Behandlung mit Verdauungsflüssigkeit nur theilweise gelöst werden. (Vergl. Fig. 14 und 15). Fig. 14 zeigt eine Pollenmutterzelle, welche zunächst in Zuckerlösung plasmolysirt, dann mit 60procentigem Alkohol ausgewaschen und schliesslich durch Jodjodkalium gefärbt worden war, Fig. 15 eine Zelle, welche übrigens gleichartig behandelt, jedoch nach dem Abdunsten des Alkohols 48 Stunden bei 24° R. der Einwirkung von Verdauungsflüssigkeit ausgesetzt und dann mit Jodjodkalium gefärbt worden war.

Bei der Contraction des Protoplasmas verletzter Pollenmutterzellen von *Larix* durch Einwirkung von Zuckerlösung tritt also aus dem Plasma eine Substanz in Lösung in den Raum zwischen Zellhaut und Plasma, welche sich durch Alkohol in Form einer fein granulirten Masse ausfällen lässt, desgleichen durch Pikrin-Essig-Schwefelsäure, Essigcarmin nach SCHNEIDER, verdünnte Essigsäure, Jodjodkalium. Die Fällung durch letzteres Reagens ist braungelb gefärbt. 0,28procentige Salzsäure bewirkt keine Fällung. Mit Alkohol erzielte Fällungen quellen in 0,28procentiger Salzsäure. Verdauungsflüssigkeit löst die Alkoholfällung nur theilweise. Ob die untersuchte Flüssigkeit nur dem Zellplasma oder auch dem Kern entstammte, ist nicht ermittelt worden. Vacuolen enthielten die verwendeten Pollenmutterzellen nicht.

In so weit für Pflanzen einwandfreie Beobachtungen vorliegen<sup>1)</sup>, hat die Substanz, welche die Kernräume in Theilung begriffener Kerne im Leben abgesehen von den Chromosomen erfüllt, ein Aussehen, welches der Annahme nicht widerspricht, dass diese Substanz eine homogene Flüssigkeit sei, in welcher zwischen den auseinander-

1) Vergl. die Litteraturbesprechung am Schlusse dieser Abhandlung. Eine Besprechung der zoologischen Litteratur soll später a. a. O. erfolgen.

weichenden Kernplattenhälften fädige Gebilde beweglicher Art auftreten können<sup>1)</sup>. Das Verhalten dieser Substanz gegen Reagentien entspricht, soweit untersucht, demjenigen der aus den contrahirten Protoplasten von *Larix* ausgetretenen Lösungen, welche dem Enchylema REINKE's<sup>2)</sup> an die Seite zu stellen sein dürften.

Naheliegend ist es für den Umstand, dass die Substanz der Kernräume nach der Behandlung mit bestimmten Reagentien eine längsfaserige Structur zu zeigen pflegt, in den bemerkenswerthen Versuchen A. FISCHER's<sup>3)</sup> eine Erklärung zu suchen. Selbstverständlich kann jedoch nicht behauptet werden, dass dort, wo man bisher im Leben keine Spindelfasern gesehen hat, dergleichen auch nicht vorhanden sein könne. Ebenso wenig gestatten aber auch vereinzelte Beobachtungen fädiger Gebilde in Spindelzuständen lebender thierischer Kerne den Schluss, dass Spindelfasern überall dort in lebenden Theilungsfiguren vorhanden sein müssen, wo man sie nicht sieht.

In wie weit die Dinge, welche im fixirten Präparat<sup>4)</sup> als „Fasern“ imponiren, als Artefacta anzusehen sind, lässt sich zunächst noch nicht entscheiden, und völlig unbekannt ist es, ob den im Leben etwa vorhandenen Fäden die Beschaffenheit von „Fasern“ zukommt, welche ziehend oder schiebend in der Weise zu wirken vermögen, wie das von zahlreichen Forschern angenommen wird.

Treffend kritisirt PFEFFER<sup>5)</sup> in seinem Lehrbuche die einschlägigen Bestrebungen mancher Zellenforscher, wenn er sagt:

„Dem realen Geschehen kann man die Ursachen nicht direct ansehen, und nur eine fehlerhafte Methodik und Logik kann sich vermessen, allein aus der formalen Gestaltung bei der Zelltheilung die massgebenden Ursachen und Kräfte abzulesen, oder auch nur entscheiden zu wollen, welche Theile activ oder passiv sind.“

Als Grundlage für weitere Untersuchungen dürfte eine Besprechung der mir bekannt gewordenen Beobachtungen<sup>6)</sup> an lebenden, in Theilung begriffenen Pflanzenkernen von Nutzen sein.

1) Vergl. die Angaben von TREUB (Quelques recherches sur le rôle du noyau. Acad. royale Néerlandaise des sciences. Amsterdam 1878. S.-A. S. 18) und FLEMING (Zellsubstanz, Kern- und Zelltheilung. 1882. S. 208).

2) REINKE und RODEWALD, Die chemische Zusammensetzung des Protoplasmas von *Aethalium septicum*. (Studien über das Protoplasma, I., 1881).

3) A. FISCHER, Fixirung, Färbung und Bau des Protoplasmas. 1899. S. 222 und a. a. O.

4) Vergl. A. FISCHER, Protoplasma, S. 70, 71, 262.

5) PFEFFER, Pflanzenphysiologie, 2. Aufl. 1897, Bd. I. S. 39, 48. Vergl. auch ZIEGLER, Untersuchung über Zelltheilung. (Verh. der Deutschen zool. Gesellsch. 1895) und A. BETHE, Kritisches zur Zell- und Kerntheilungstheorie. (Internationale Monatsschr. für Anat. und Physiol., Bd. XIX, 1902). Auf die sonstige Litteratur des Gegenstandes soll hier nicht eingegangen werden.

6) Dass mir einzelne in der umfangreichen Litteratur zerstreute Angaben von Interesse entgangen sein könnten, ist selbstverständlich nicht ausgeschlossen.

Chromosomen („Stäbchenplatten“) sah schon RUSROW<sup>1)</sup> „in den Sporenmutterzellen innerhalb intacter, sehr durchsichtiger Sporangien von *Polypodium vulgare* und *Aspidium Filix mas*“. Es ist wahrscheinlich, wenn auch nicht sicher, dass es sich hier um lebende Zellen gehandelt hat.

Die vollständigsten, von späteren Forschern in ihrer Bedeutung jedoch keineswegs immer hinreichend erkannten Beobachtungen des Theilungsvorganges an lebenden Pflanzenzellen verdanken wir TREUB<sup>2)</sup>.

TREUB gelang es, den Kern- und Zelltheilungsvorgang an Ovulis von Orchideen lückenlos zu beobachten. Dabei konnte er die Bildung der Kernplatte aus den Chromosomen, die Theilung der Platte und das Auseinanderweichen ihrer Hälften verfolgen. Die Abgrenzung des Kernraumes blieb während des ganzen Theilungsvorganges erhalten. Schliesslich ging ein mittlerer Theil des Mutterkernraumes nach Abgrenzung der Tochterkerne in das Zellplasma der Tochterzellen über.

Wenn die Hälften der Kernplatte sich den Polen der Figur näherten, erfolgte eine seitliche Ausdehnung, eine Anschwellung des Mutterkernraumes, welche später, wenn die Tochterkerne sich abgrenzten, wieder zurückging. Dann erfolgte abermals eine bedeutende Anschwellung des zwischen den Tochterkernen verbleibenden Mutterkernrestes während der Ausbildung der Zellplatte in letzterem.

Im Spindelstadium fand TREUB den Kernraum ausserhalb der Kernplatte meist völlig homogen, ohne Spur von Fasern. „La plaque nucléaire n'est pas unie aux bords ou aux pôles du noyau par des stries, l'espace des deux côtés de la plaque entre elle et la périphérie du noyau, fait l'effet d'être vide; j'ai retrouvé tout cela dans presque tous les noyaux où j'ai étudié le même stade“. (S.-A. S. 14.)

In zwei Fällen (S. 14, 17) erwähnt TREUB indessen für das Spindelstadium das Vorhandensein vereinzelter „fils“ oder „stries“ im Spindelraum. Die Gebilde der Fig. 6*d* und 6*e*, Taf. I, entsprechen jedoch weder hinsichtlich ihrer Anzahl noch auch ihrer Gestaltung den Spindelfaserbildern fixirter Präparate. Man wird es für möglich halten können, dass es sich hier um ausserhalb des Kernraumes belegene Plasmastränge gehandelt hat. Fig. 9*a*, Taf. II,

1) RUSROW, Vergleichende Untersuchungen, 1871. (Mém. de l'Acad. imp. des sciences de St. Pétersbourg, VII. Sér., T. XIX., No. 1 S. 91.) RUSROW giebt schon an, dass die Chromosomen („Stäbchen“) „durch Alkalien (selbst bei grosser Verdünnung) fast momentan gelöst werden.“ Dass die Stäbchenplatten zu den in Theilung begriffenen Kernen in Beziehung stehen, hat RUSROW bereits erkannt.

2) TREUB, Quelques recherches sur le rôle du noyau dans la division des cellules végétales. (Natuurk. Verh. der K. Akad. Deel XIX. Amsterdam 1898.)

nähert sich schon mehr den Bildern der Spindelstadien fixirter Präparate. Doch bemerkt TREUB, dass bei dem hier abgebildeten Kern die Theilungsvorgänge mit einer ungewöhnlichen Langsamkeit erfolgten. Nach der Theilung der Kernplatte ist auch hier von Fasern zwischen den auseinanderweichenden Kernplattenhälften und den Polen in den Figuren nichts mehr zu sehen.

Verbindungsfäden wurden von TREUB zwischen den auseinanderweichenden Kernplattenhälften (allerdings nicht in allen Fällen) beobachtet:

„Pendant l'observation on voit toujours ces fils ou pseudopodes se diviser, confluer, se retirer et changer de place; à mesure que le noyau s'étend en large leur nombre paraît constamment diminuer“ (S. 16). Bezüglich der späteren Stadien, nachdem die Anschwellung des Mutterkernes zurückgegangen ist, sagt TREUB S. 18: „Ni dans se stade ni dans les stades ultérieurs (Ausbildung der Zellplatte) il n'y a de faisceaux réguliers de stries unissant les deux noyaux secondaires en traversant le tonneau (Mutterkernrest), je n'ai pas non plus vu de ces faisceaux dans d'autres cellules.“

„J'ai vu la formation de la plaque cellulaire s'annoncer par un amoncellement de granules à mouvement vif, entre les deux noyaux secondaires. Je ne puis dire positivement d'où ces grains tirent leur origine; leur mouvement en tout sens, aussi en sens transversal, rend presque impossible qu'ils glissent le long de fils tendus invisiblement entre les deux noyaux“.

In den Figuren sieht man übrigens innerhalb des Mutterkernrestes einige unregelmässig gestaltete Stränge.

BEHRENS<sup>1)</sup> bemerkt hinsichtlich der Samenknospen von *Epipactis palustris*: „Von Spindelfasern und Verbindungsfäden ist im lebenden Zustande des Objectes nichts zu sehen.“

Seit den Untersuchungen von NÄGELI<sup>2)</sup> und HOFMEISTER<sup>3)</sup> sind die Staubfadenhaare von *Tradescantia* vielfach benutzt worden, um die Kerntheilung am lebenden Object zu studiren. „Nach der Resorption der Membran des primären Zellkerns (schreibt HOFMEISTER) bleibt dessen Inhalt, wie es auch bei *Hibiscus*, bei den Mutterzellen der Pollenkörner der Fall ist, zusammengeballt im Mittelpunkt der Zelle, bei *Tradescantia* nur darum sehr auffällig, weil der Inhalt des Kernes concentrirter und undurchsichtiger ist, als

1) BEHRENS, Zur Kenntniss einiger Wachstums- und Gestaltungsvorgänge in der vegetabilischen Zelle. (Bot. Ztg. 1890, S. 84).

2) NÄGELI, Zellenkerne, Zellenbildung und Zellenwachsthum bei den Pflanzen. (Zeitschr. für wissensch. Bot. I. 1., 1844, S. 67. Fig. 20 Taf. II).

3) HOFMEISTER, Die Entstehung des Embryo der Phanerogamen. Leipzig 1849, S. 8.

die Inhaltsflüssigkeit der Zelle. Die länglich runde, von einer Membran nicht bekleidete Schleimmasse theilt sich in zwei kugelige Ballen, deren jeder einige der festen Körperchen (Kernchen) einzuschliessen pflegt; jeder derselben bekleidet sich nach aussen mit einer Membran, und so sind zwei Tochterkerne gebildet“.

STRASBURGER<sup>1)</sup> schildert den Theilungsvorgang lebender Zellen von *Tradescantia*, in so weit es für die hier in Betracht kommenden Fragen von Interesse ist, wie folgt: „Der zur Theilung sich anschickende Kern vergrössert sich, in seinem Innern gestalten und ordnen sich die Chromosomen in der bekannten Weise, während die scharfe Abgrenzung des Kernes verloren geht. Die Chromosomen sondern sich in zwei aus einander weichende Portionen, „von Spindelfasern ist nichts zu sehen“. „Zwischen den aus einander weichenden Kernplattenhälften bleibt augenscheinlich eine plasmatische Substanz<sup>2)</sup> zurück, aus der sich die Stäbchen beiderseits zurückziehen. In den meisten Zellen wird sie von umgebenden Körnchen mehr oder weniger verdeckt, in sehr körnchenarmen Zellen ist sie als glashelle Masse sichtbar. In lebenden Zellen ist eine etwaige Streifung nicht zu sehen“. Streifen (Verbindungsfäden) lassen sich indessen durch Reagentien sichtbar machen und werden in späteren Theilungsstadien „auch in der lebenden Zelle sichtbar in Gestalt einer zwischen den beiden (Tochter-) Kernanlagen auftauchenden biconvexen, glashellen Linse“.

STRASBURGER's Ausdrucksweise ist hier befremdend. Im Leben sieht man eine glashelle Linse ohne Verbindungsfäden (l. c. S. 116), das zeigen auch die beigegebenen Figuren<sup>3)</sup>. Was hat es da für einen Sinn zu sagen, dass Fäden, welche in früheren Theilungsstadien nach Einwirkung von Reagentien sichtbar werden, in späteren Stadien auch in der lebenden Zelle in Gestalt einer glashellen Linse sichtbar werden?

Den Angaben STRASBURGER's im Wesentlichen entsprechend

1) STRASBURGER, Zellbildung und Zelltheilung, 3. Aufl. 1880, S. 109. Vergl. auch: Ueber ein zur Demonstration geeignetes Zelltheilungsobject (Jenaische Zeitschrift 1879, Sitzungsberichte) und: Ueber den Theilungsvorgang des Zellkerns (Arch. für mikr. Anat. 1882).

2) In seinem Practicum, 3. Aufl. 1897, S. 606, sagt STRASBURGER: „Zwischen den beiden Kernhälften verbleibt eine glashelle Substanz, die durch Einwandern der an den Polen angesammelten Plasmamasse alsbald vermehrt wird.“ Da diese Substanz nach STRASBURGER auch später noch glashell ist, das an den Polen sich ansammelnde Plasma aber, wie die Figuren zeigen (vergl. auch Zellbildung und Zelltheilung), dicht körnig erscheint, so ist nicht recht einzusehen, auf welchen Beobachtungen die Angabe vom Einwandern dieses Plasmas beruhen kann.

3) In STRASBURGER, Die Controversen der indirecten Kerntheilung. Archiv für mikr. Anat. XXIII. 1884, S. 281 heisst es: „Die glashelle Verbindungsmasse lässt keinerlei Structur erkennen“.

sagt LUNDSTRÖM<sup>1)</sup>: „Någon Kärnspindel med Kärnplatta bildas icke; och om en sådan på alkohol-material äfven kan uppvisas, så är den endast en product af alkoholbehandlingen. Ej heller kanna några celltrådar på lefvande material skönjas“.

Im Gegensatz zu STRASBURGER und LUNDSTRÖM bilden DEMOOR<sup>2)</sup> und DE WILDEMAN<sup>3)</sup> achromatische Fasern in nach dem Leben gezeichneten Kerntheilungsfiguren von *Tradescantia*-Haaren ab, während SAMASSA<sup>4)</sup> in Uebereinstimmung mit STRASBURGER angiebt, dass „Spindelfasern“ im lebenden Object nicht zu sehen seien. Auch A. FISCHER<sup>5)</sup> hat „nichts davon bemerkt“. SAMASSA ist der Meinung, „dass DEMOOR die Fasern nur dem allgemeinen Kerntheilungsschema zu Liebe gesehen habe.“ Immerhin ist es aber nicht unmöglich, dass besondere Untersuchungsbedingungen ein abweichendes Verhalten der Objecte DEMOOR's und DE WILDEMAN's bewirkt haben.

Ich kann die Angaben von STRASBURGER, LUNDSTRÖM, SAMASSA und FISCHER auf Grund eigener Untersuchungen an Staubfadenhaaren, welche in Leitungswasser lagen, durchaus bestätigen.

Die Untersuchung erfolgte im Juni bei Zimmertemperatur mit ZEISS Apochromat 2,0 mm, Compensationsocular Nr. 6. Spindelfasern oder Verbindungsfäden habe ich am lebenden Object nicht wahrnehmen können. Auch irgend welche Strahlungen oder Faserbildungen im Zellprotoplasma konnten nicht erkannt werden. Während der ganzen Dauer der Kerntheilung war an günstigen Objecten die Abgrenzung des, abgesehen von den Chromosomen, homogenen Kernraumes gegen das feinkörnige Zellplasma wahrzunehmen. Letzteres war selbstverständlich dann schwierig, wenn das Plasma, wie es in manchen Haarzellen vorkommt, sehr hyalin und arm an Einlagerungen war.

Im Beginne des Auseinanderweichens der Chromosomen verschmälerte sich der Kern in der Mitte, er wurde biscuitförmig<sup>6)</sup>.

1) AXEL L. LUNDSTRÖM, Jakttagelser af zelldelning på lefvande material. (Botaniska Notiser, 1879.)

2) DEMOOR, Contribution à l'étude de la Physiologie de la cellule. Arch. de Biol. Taf. 13. 1894.

3) DE WILDEMAN, Recherches au sujet de l'influence de la température sur la Caryocinèse (Extrait du journal publié par la soc. royale des sciences médicales et naturelles de Bruxelles. 1891).

4) SAMASSA, Ueber die Einwirkung von Gasen auf die Protoplasmaströmung und Zelltheilung von *Tradescantia*. (S.-A. aus den Verhandl. des Nat.-Med. Vereins zu Heidelberg, N. F., VI. Bd. 1898, S. 6.)

5) A. FISCHER, Protoplasma S. 261.

6) Vergl. TREUB, l. c. — E. ZACHARIAS, Kern- und Zelltheilung. Bot. Ztg. 1888, Fig. 17. — DEMOOR, l. c., T. IX, Fig. 16–20. — R. HERTWIG, Ueber Kerntheilung, Richtungskörperbildung und Befruchtung von *Actinosphaerium Eichhorni*. (Abhandl. der Mathem.-Physikal. Klasse der Kgl. Bayerischen Akad. der Wiss., Bd. XIX., 1899, S. 643.)

Sehr bald aber machte die Einschnürung einer Anschwellung Platz, in welcher die Zellplatte auftrat. Schliesslich grenzte körniges Zellplasma den zunächst immer noch homogenen mittleren Theil des Mutterkernes gegen die beiden Tochterkerne ab.

An Flächenschnitten junger Blätter von *Tradesantia discolor* verfolgte BEHRENS<sup>1)</sup> die Zelltheilung in der Epidermis der Blattunterseite. Er beschreibt das Auseinanderweichen der Chromosomen und erwähnt dabei, „der homogene Kernraum habe die Gestalt einer Tonne.“

Aus STRASBURGER's Untersuchungen an lebenden Spirogyren ist zu entnehmen, dass man die Kernplatte nach dem Verschwinden des Nucleolus und der Spaltung der ersteren am lebenden Object zu erkennen vermag. Hinsichtlich der Spindelfasern und Verbindungsfäden lässt sich aus STRASBURGER's Darstellungen nur mit einiger Schwierigkeit ermitteln, was eigentlich am lebenden Object direct beobachtet und was nur unter gleichzeitiger Berücksichtigung fixirter Präparate aus den Beobachtungen erschlossen wurde.

In seinem Buche über Zellbildung und Zelltheilung (3. Aufl., S. 177) sagt STRASBURGER, dass im Leben „von den Spindelfasern nichts zu sehen sei“. Das „Verhalten der Verbindungsfäden, so bald diese zu dickeren Strängen verbunden sind“, lasse sich aber „sehr schön verfolgen“. Das lässt sich doch wohl nur so verstehen, dass STRASBURGER im Leben nur die dickeren Stränge gesehen hat. Dass diese dickeren Stränge aus der Verbindung feiner Fasern entstehen, schliesst STRASBURGER aus der Untersuchung gehärteter Präparate. Allerdings wird der Vorgang (S. 176) so beschrieben, als ob er direct beobachtet worden wäre, dabei aber auf Figuren nach fixirten Präparaten verwiesen und schliesslich gesagt: „Ich habe es bisher meist unerörtert gelassen, welche der geschilderten Entwicklungszustände direct am lebenden Object und welche nur mit Hülfe von Reagentien zu sehen sind.“ Dann folgt eine Angabe der Dinge, die man im Leben sehen kann. Dazu gehören die feineren Fasern aber nicht. Letztere wurden an fixirten Präparaten im mittleren Theil des Mutterkernes zwischen den aus einander weichenden Kernplattenhälften beobachtet. Wenn die Kernplattenhälften ihren definitiven Abstand erreicht hatten, fand STRASBURGER in der Peripherie des nunmehr stark angeschwollenen Mutterkernrestes wenige dickere Fäden, von denen er annimmt, sie seien durch Verschmelzung aus den feineren entstanden. Von diesen feineren Fäden, welche allein an den gehärteten Präparaten in bestimmten Stadien zwischen den aus einander weichenden Kernplattenelementen vorhanden waren, somit überhaupt von Verbindungsfäden, war in diesen Stadien im Leben also nichts

1) BEHRENS, l. c. S. 83.

zu sehen. Ob die dickeren Fäden überhaupt etwas mit den Verbindungsfäden im Mutterkernraum zu thun haben, ist fraglich. Es kann sich hier um Gebilde des umgebenden Protoplasmas (der „Kerntasche“) handeln. In seinem Praktikum (3. Aufl., 1897, S. 622) schildert STRASBURGER die Kerntheilung von *Spirogyra* für das lebende Object und beschreibt dabei das Erscheinen von Spindelfasern und Verbindungsfäden. Als Grundlage dieser Schilderung citirt er seine älteren Arbeiten. Eine Andeutung, welche auf neue Untersuchungen mit abweichendem Resultat hinweist, fehlt.

J. BEHRENS<sup>1)</sup> giebt an, dass Spindelfasern und Verbindungsfäden bei *Spirogyra* im Leben nicht sichtbar seien.

DE WILDEMAN<sup>2)</sup> bildet Kerntheilungsstadien von *Spirogyra* nach lebendem Material ab. Die Abbildungen zeigen Faserungen. Jedoch gestatten weder die Figuren, noch der sehr kurz gehaltene Text eine Entscheidung darüber, ob DE WILDEMAN Spindelfasern im Kernraum oder Structuren im umgebenden Protoplasma gesehen hat.

Nach alledem kann nicht behauptet werden, dass das Vorhandensein von Spindelfasern und Verbindungsfäden im Kernraum bei lebenden Spirogyren nachgewiesen worden sei.

Bei *Ulothrix* konnte STRASBURGER<sup>3)</sup> die Kerntheilung am lebenden Object beobachten. Dabei wurde das Auftreten der Kernplatte, sowie ihre Verdoppelung erkannt. Spindelfasern werden nicht erwähnt. „Die beiden neuen Kerne etwa verbindende Fäden sind nicht zur Anschauung zu bringen, wohl hin und wieder aber noch eine die beiden Schwesterkerne verbindende, tonnenförmige Gesamtcontour.“

Neuerdings hat STRASBURGER<sup>4)</sup> die Theilung der Endospermkerne von *Monotropa* an lebenden Ovulis beobachten können. „Sehr klar traten die Knäuelstadien auch an dem noch völlig gesunden Objecte hervor. In den Kernspindeln sieht man auch von Anfang an die Kernplatte, die Spindelfasern aber nicht. Auch der von den Verbindungsfäden eingenommene Raum zwischen den Tochterkernanlagen bleibt zunächst homogen.“ Aus dem Umstande, dass während des Absterbens der Objecte Spindelfasern und Verbindungsfäden sichtbar werden, zieht STRASBURGER den sonderbaren Schluss, „dass die auf dem Wege guter Fixirungen gewonnenen Theilungsbilder in Wirklichkeit der Natur entsprechen.“

1) l. c. S. 82.

2) l. c. 1891.

3) STRASBURGER, Ueber Zellbildung und Zelltheilung. 2. Aufl., Jena 1876, S. 95.

4) STRASBURGER, Einige Bemerkungen zur Frage nach der doppelten Befruchtung bei den Angiospermen. (Bot. Ztg. 1900, II, S. 299.)

STRASBURGER bemerkt in seiner Schrift über Reductionstheilung<sup>1)</sup> hinsichtlich der Nucleolen von *Spirogyra*, ich sei der Behauptung CARNOY's, diese Nucleolen seien „nucléoles noyaux“, entgegen getreten<sup>2)</sup> und bekämpfe dieselbe auch den neueren seitdem veröffentlichten Untersuchungen gegenüber. STRASBURGER nennt auch die Arbeiten von MOLL, MITZKEWITSCH und VAN WISSELINGH. Weiter sagt dann STRASBURGER l. c. S. 136: „ZACHARIAS tritt, wie schon erwähnt, gestützt auf mikrochemische Reactionen, gegen die Besonderheit der Nucleolen von *Spirogyra* auf, doch ist es klar, dass hier das morphologische Verhalten, so weit es sicher gestellt ist, in letzter Instanz entscheidet<sup>3)</sup>.“

Da die Ausführungen STRASBURGER's geeignet sind, eine unrichtige Vorstellung von der Sachlage zu erwecken, möge folgende Darlegung hier Platz finden.

Die in den einschlägigen Arbeiten discutirten Fragen lauten: Ist der Nucleolus von *Spirogyra* den Nucleolen der höheren Pflanzen gleich oder nicht, steht er in Beziehung zur Bildung der Kernplattenelemente?

Meine Untersuchungen<sup>4)</sup> haben ergeben, dass in den Nucleolen von *Spirogyra* Kernnuclein sich ebenso wenig nachweisen lässt, wie in den untersuchten Nucleolen höherer Pflanzen, während die Kernplatte bei *Spirogyra* wie in anderen Fällen nucleinhaltig ist.

Würde nun morphologisch festgestellt worden sein, dass die Kernplatte aus dem Nucleolus hervorgeht, so würde aus einer Combination der morphologischen und chemischen Daten folgen, dass während der Entstehung der Kernplattenelemente aus dem Nucleolus bestimmte chemische Veränderungen stattfinden. Von einer derartigen morphologischen Feststellung kann aber nicht die Rede sein, wenn man<sup>5)</sup>, wie MITZKEWITSCH, an gehärteten Präparaten verschiedener Stadien gefunden hat, dass die Kernplatte in einem bestimmten Stadium den Ort einnimmt, den früher der Nucleolus eingenommen hatte; ebenso wenig von einer der meinigen entgegengesetzten chemischen Feststellung dann, wenn einige Autoren unter Nichtbeachtung für beide Objecte differenter Reactionen gefunden haben, dass Nucleolus

1) STRASBURGER, Ueber Reductionstheilung, Spindelbildung etc. Jena 1900, S. 135.

2) STRASBURGER hat sich in seiner Arbeit „Kern- und Zelltheilung“ (Jena 1888, S. 215) auf das Bestimmteste meiner Auffassung angeschlossen.

3) Vergl. hierzu: E. ZACHARIAS, Ueber STRASBURGER's Schrift „Kern- und Zelltheilung im Pflanzenreich“. Bot. Ztg. 1888, S. 443.

4) E. ZACHARIAS, Ueber den Zellkern. Bot. Ztg. 1882, S. 663. — Ueber den Nucleolus. Bot. Ztg. 1885, S. 274. — Erwiderung. Bot. Ztg. 1888, S. 90.

5) Vergl. meine Besprechungen der Arbeiten von MOLL und MITZKEWITSCH. Bot. Ztg. 1893, S. 282; 1898, S. 273.

und Kernplatte sich bei irgend einem beliebigen Färbungsverfahren gleichartig färben.

Den Resultaten chemischer Untersuchungen stehen die Kernmorphologen vielfach völlig ablehnend gegenüber, während sie andererseits wieder nicht selten den rein „morphologischen“ Standpunkt verlassend und unter Ignorirung der chemischen Ermittlungen sich in unbegründeten Annahmen über stoffliche Beziehungen bewegen.

Eine morphologische Feststellung bezüglich des Verhaltens des Nucleolus zur Kernplatte war durch die Arbeiten von MOLL und MITZKEWITSCH nicht erfolgt, die chemische Differenz beider Objecte durch mich festgestellt worden, so erschien die Ableitung der Kernplatten aus dem Nucleolus nicht angängig, unter gleichzeitiger Berücksichtigung des Umstandes, dass auf Grundlage vorhandener Beobachtungen<sup>1)</sup> die Ableitung der Kernplatte aus einem Kerngerüst möglich war.

Auch nach VAN WISSELINGH's<sup>2)</sup> neueren Untersuchungen entstehen die Kernplattenelemente (bei der „Theilung mit Segmentbildung“) aus dem Kerngerüst. Aus dem Nucleolus aber entstehen Fäden besonderer Art, welche innerhalb der Tochterkerne in die neuen Nucleolen übergehen. Für den Nucleolus von *Spirogyra* ist nach VAN WISSELINGH morphologisch festgestellt, dass sein Verhalten von demjenigen anderer Nucleolen nach Massgabe unserer gegenwärtigen Kenntnisse abweicht. Indessen bieten die Angaben VAN WISSELINGH's keinen Anhalt dafür, dass der Nucleolus von *Spirogyra* nucleinhaltig sei, dass er einen „Nucléole noyau“ im Sinne CARNOY's darstelle. Ein Widerspruch zwischen meinen Angaben und denjenigen VAN WISSELINGH's besteht hier nicht. Selbstverständlich habe ich auch nicht auf Grund meiner mikrochemischen Ergebnisse die morphologischen Resultate VAN WISSELINGH's angezweifelt, wie das aus STRASBURGER's Darstellung entnommen werden könnte.

Im Anschluss an die Nucleolen von *Spirogyra* bespricht STRASBURGER R. HERTWIG's Angaben über *Actinosphaerium*. Letztere enthalten eine Gegenüberstellung der Namen „Chromatin“ und „Plastin“, welche eine eingehendere Auseinandersetzung im Interesse der Vermeidung künftiger Missverständnisse nützlich erscheinen lässt<sup>3)</sup>.

1) STRASBURGER, Ueber Kern- und Zelltheilung im Pflanzenreiche. 1888.

2) C. VAN WISSELINGH, Over den nucleolus van *Spirogyra*. (K. Akad. van Wetenschappen te Amsterdam. Wis- en natuurkundige Afdeeling, 27. Nov. 1897.) — Ueber den Nucleolus von *Spirogyra*. (Bot. Ztg. 1898). — Ueber das Kerngerüst. (Bot. Ztg. 1899). — Ueber Kerntheilung bei *Spirogyra*. (Flora 1900).

3) Vergl. E. ZACHARIAS, Ueber das Verhalten des Zellkerns in wachsenden Zellen. (Flora 1895, Ergänzungsband S. 263). — Ref. über FR. SCHWARZ, Die morphologische und chemische Zusammensetzung des Protoplasmas. (Bot. Ztg. 1887, S. 581; 1888, S. 73).

Mit dem von FLEMMING herrührenden Namen „Chromatin“ bezeichnet man gegenwärtig allgemein die durch Anwendung verschiedener Verfahren färbbare Substanz der Chromosomen, Kerngerüste und der aus letzteren hervorgegangenen Theile der Spermatozoen. Man muss A. FISCHER<sup>1)</sup> beistimmen, wenn er sagt, „der Begriff des Chromatins kann der morphologischen Merkmale nicht entbehren.“ Die chemische Beschaffenheit des Chromatins ist bei verschiedenen Organismen nicht dieselbe<sup>2)</sup>. Für gewisse Fälle ist festgestellt, dass in der chromatischen Substanz eine bestimmte Nucleinsäure vorkommt, welche jedoch bei verschiedenen Organismen mit differenten Stoffen verbunden sein kann. Wahrscheinlich ist es, dass alles Chromatin Nucleinsäure-Verbindungen enthält. Die gegenwärtig vorliegenden Untersuchungen, deren geringe Ausdehnung zum Theil mit der Abneigung vieler Histologen gegen die Behandlung chemischer Fragen zusammenhängt, gestatten jedoch noch keine bestimmteren Angaben.

Wenn HERTWIG gezeigt hat, dass die Chromosomen von *Actinosphaerium* sich nicht mit Methylgrün-Essigsäure färben lassen, so weist das darauf hin, dass das *Actinosphaerium*-Chromatin in seiner chemischen Beschaffenheit von anderen genauer untersuchten Chromatinen irgend wie abweicht<sup>3)</sup>.

Während dem Namen „Chromatin“ eine chemische Bedeutung gegenwärtig nicht zukommt, ist „Plastin“ eine Bezeichnung, welcher eine bestimmte chemische Bedeutung in so fern innewohnt, als ich Bestandtheile von Protoplasma, Zellkern und Chromatophoren, welche sich durch bestimmte gemeinsame Reactionen auszeichnen, unter diesem von REINKE für Bestandtheile des Plasmodiums von *Aethalium* eingeführten Namen zusammengefasst habe<sup>4)</sup>.

Im Kern von *Actinosphaerium* hat HERTWIG<sup>5)</sup> zwei Substanzen von verschiedenem Färbungsverhalten als Chromatin und Plastin unterschieden, ohne ihre chemische Beschaffenheit zu untersuchen.

1) A. FISCHER, Fixirung, Färbung und Bau des Protoplasmas. (1899, S. 191). — Vergl. auch REINKE, Einleitung in die theoretische Biologie. (1901, S. 258).

2) E. ZACHARIAS, Beiträge zur Kenntniss der Sexualzellen. (Ber. der Deutschen Bot. Gesellsch. 1901, S. 385, 391). — Ueber einige mikrochemische Untersuchungsmethoden. (Ebenda 1896, S. 278).

3) Hinsichtlich der Angaben GOLENKIN's (Algologische Mittheilungen. Moskau 1900) über die Verwendbarkeit mikrochemischer Reagentien vergl. E. ZACHARIAS, Ueber Nachweis und Vorkommen von Nuclein. (Ber. der Deutschen Bot. Gesellsch. 1898, S. 186).

4) E. ZACHARIAS, Ueber den Zellkern. (Bot. Ztg. 1882, S. 652). — Ueber Eiweiss, Nuclein und Plastin. (Bot. Ztg. 1883).

5) R. HERTWIG, Ueber Kerntheilung, Richtungskörperbildung und Befruchtung von *Actinosphaerium Eichhorni*. (Abhandl. der math.-physik. Cl. der K. Bayerischen Akad. der Wiss., Bd. 19, 1899).

Letzteres war auch nicht erforderlich, um die eine dieser Substanzen, von welcher nachgewiesen wurde, dass sie die Chromosomen bildet, als Chromatin bezeichnen zu können. Die Benennung „Plastin“ für die zweite Substanz war aber hier ohne vorgängige Feststellung ihrer Reactionen ebenso unzulässig, wie es etwa die Bezeichnung „Kochsalz“ für eine Substanz von unbekanntem Eigenschaften sein würde<sup>1)</sup>.

Beiläufig mag noch betont werden, dass ich nicht, wie HERTWIG das (l. c. S. 636) angiebt, für „das Material, welches die echten, chromatinfreien Nucleoli der Gewebszellen bildet,“ den Ausdruck Plastin gebraucht habe. Ich habe lediglich nachgewiesen, dass nach der Entfernung verdaulicher Eiweisskörper aus den Nucleolen durch Behandlung mit künstlichem Magensaft im Verdauungsrest Plastin vorhanden ist, während Kernnuclein fehlt<sup>2)</sup>.

Die „echten Nucleolen“, also diejenigen Körper, welche vorzugsweise den Namen Nucleolus führen, sind, wie auch STRASBURGER (l. c. 1900 S. 132) zutreffend auseinandersetzt, von den „Chromatinnucleolis“ der Actinosphaerien verschieden. Ebenso verhalten sich die „Plastinnucleolen“ nach HERTWIG's Schilderung (l. c. S. 658) bei *Actinosphaerium* anders als die echten Nucleolen sonstiger Organismen. In so fern es, den Ausführungen HERTWIG's folgend, möglich ist, Uebergänge zwischen den verschiedenen unter dem Namen Nucleolus bei verschiedenen Organismen beschriebenen Gebilden zu construiren, wird die Annahme phylogenetischer Beziehungen zwischen diesen Nucleolen eine gewisse Berechtigung haben können. Indessen ist doch vom physiologischen Standpunkte aus die Betonung ihrer Differenz geboten.

Die Vermengung phylogenetischer mit physiologischen Erwägungen hat schon wiederholt (so z. B. auf den Fortschritt der Befruchtungsphysiologie) hemmend eingewirkt.

Für die Beurtheilung des Aggregatzustandes der Nucleolen dürften im Anschluss an frühere Mittheilungen anderer Autoren die folgenden Beobachtungen von Interesse sein:

Bei der Untersuchung in Antherenflüssigkeit oder Zuckerlösung erschienen die Nucleolen in den Kernen der Pollenmutterzellen von *Larix* vielfach unregelmässig gestaltet und abgesehen von grösseren Vacuolen nicht homogen. In den Vacuolen konnte ich auf Zusatz

1) Vergl. auch DOFLEIN, Zell- und Protoplasmastudien. 1. Heft. Referat Bot. Ztg. 1901, S. 105, Anm. 2.

2) E. ZACHARIAS, Ueber den Nucleolus. (Bot. Ztg. 1885, S. 273). — Ref. über FR. SCHWARZ, Protoplasma. (Bot. Ztg. 1887, S. 580, 581; 1888, S. 73). — Ueber Nachweis und Vorkommen von Nuclein. (l. c. S. 196).

einer Pikrinsäure-Mischung von der weiter oben angegebenen Zusammensetzung ein Auftreten von Fällungen nicht feststellen.

In den Kernen der Wurzelhaare von *Chara* habe ich schon vor längerer Zeit Gestaltsveränderungen von Nucleolen sowie ein Verschmelzen von solchen direct im Leben beobachtet. „Die Nucleolen im lebenden Kern erschienen nicht homogen, enthielten vielmehr Vacuolen in verschiedener Anzahl und Grösse und liessen auch im Uebrigen Theile verschiedene Lichtbrechung erkennen<sup>1)</sup>).

Vor Kurzem konnte ich abermals das Verhalten des Nucleolus in lebenden Wurzelhaaren von *Chara foetida* im Beginne der Kerntheilung verfolgen. Der Nucleolus veränderte andauernd langsam seine Gestalt. Ausser stumpferen Einbuchtungen und Vorsprüngen entstanden auch zugespitzte Fortsätze, die wieder eingezogen wurden. In einem Falle erfolgte das Einziehen eines spitzen Fortsatzes so rasch, dass es unmittelbar als Bewegung beobachtet werden konnte. Schliesslich wurde der Nucleolus undeutlich, und war dann in späteren Stadien die Kerntheilung nicht mehr zu erkennen. Die Gestalten, welche der Nucleolus von *Chara* annehmen kann, entsprechen vielfach durchaus den Abbildungen von Oelseifenschäumtropfen, welche BÜTSCHLI auf S. 37 seiner Untersuchungen über mikroskopische Schäume mittheilt.

#### Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1—9. Endospermanlagen von *Iris versicolor*. Skizzen aus freier Hand.

Sämmtliche Figuren beziehen sich auf frisch in Verdauungsflüssigkeit eingetragene Objecte. Fig. 4, 5. Mit absolutem Alkohol ausgewaschen. Fig. 5 ausserdem mit Methylenblau-Fuchsin S-Mischung gefärbt.

„ 10—15. Pollenmutterzellen von *Larix*. Fig. 10, 13. Skizzen aus freier Hand. Die übrigen unter Benutzung eines Zeichenapparates mit Objectiv III, Ocular periskopisch II von SEIBERT entworfen.

Fig. 10. Zuckerlösung. Alkohol 60 pCt. In Wasser erwärmt.

„ 11. Salzsäure 0,28 pCt. Jodjodkalium.

„ 12. Salzsäure 0,28 pCt. Glaubersalzlösung. (10 g Glaubersalz pro analysi von MERCK. 1 g Eisessig. 100 g Wasser)

„ 13. Frisch in Verdauungsflüssigkeit eingetragen. Pikrinsäure-Essigsäure-Schwefelsäure-Mischung.

„ 14. Zuckerlösung. Alkohol 60 pCt. Jodjodkalium.

„ 15. Zuckerlösung. Alkohol 60 pCt. Verdauungsflüssigkeit. Jodjodkalium.

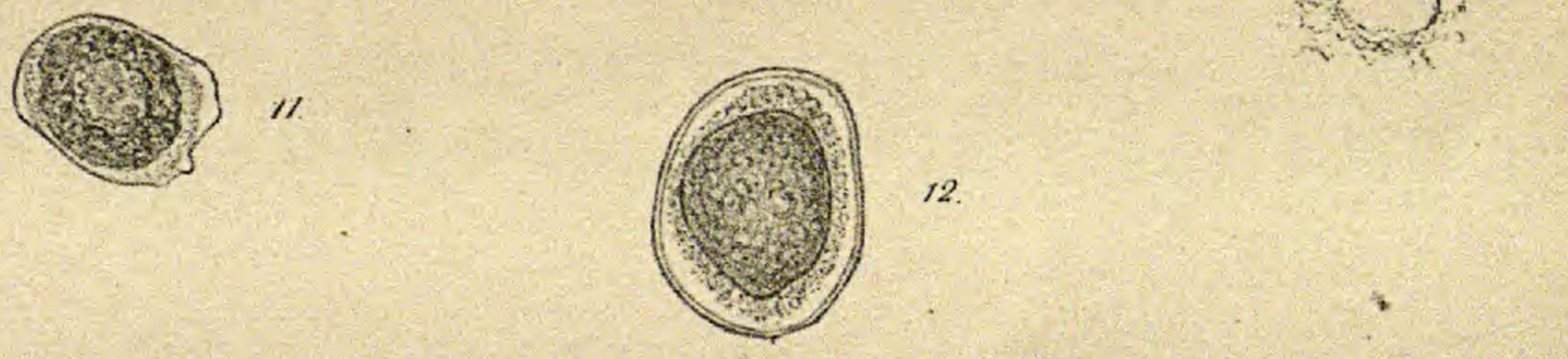
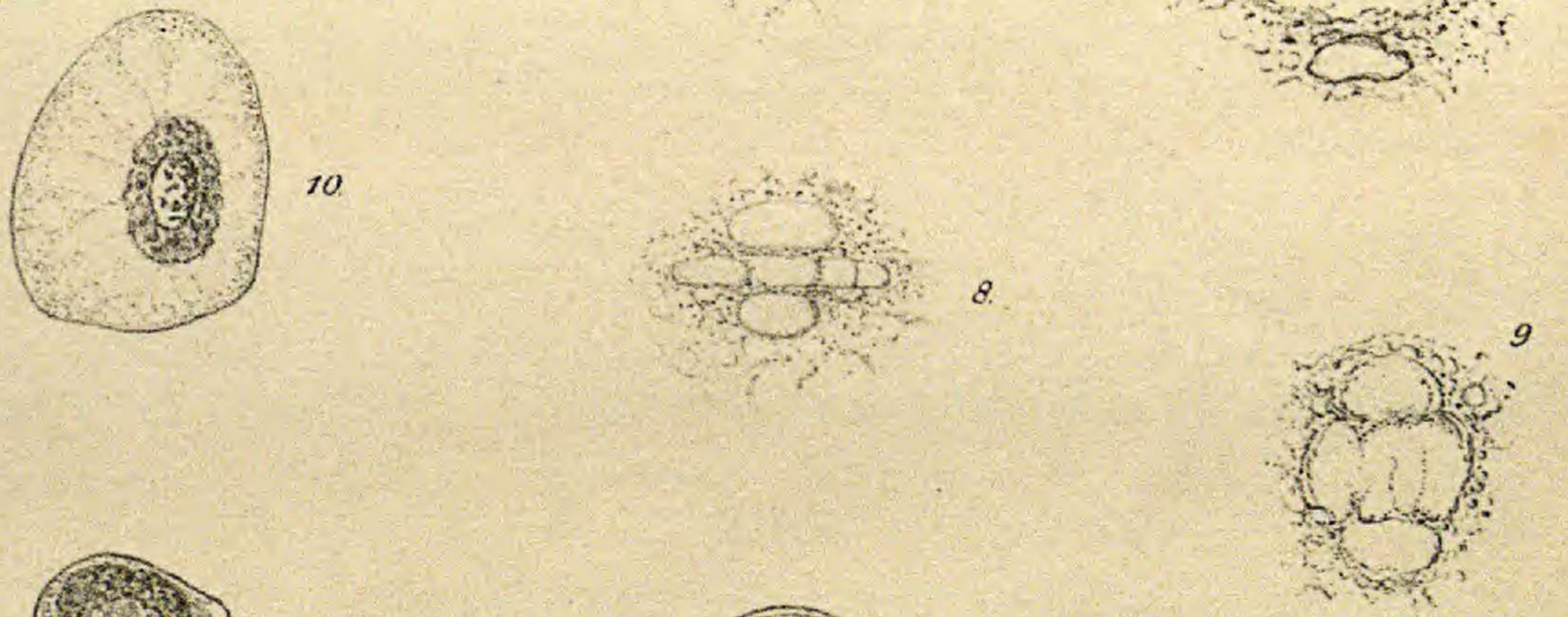
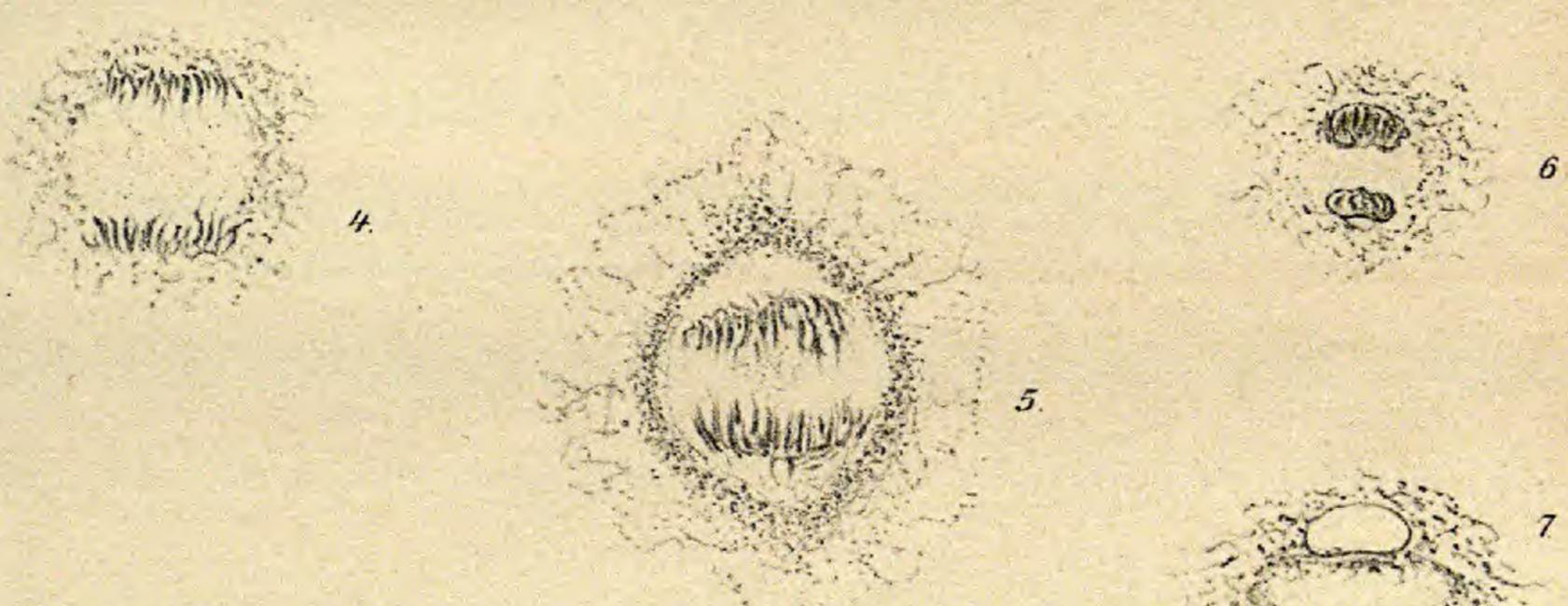
1) E. ZACHARIAS, Ueber den Nucleolus. (Bot. Ztg. 1885, S. 278).

Einzelfälle zu verallgemeinern und alles in ein Schema zu zwingen. Was die geotaktischen Bewegungen der Zellkerne betrifft, so könnte hier die Perception des Schwerereizes im Sinne der JENSEN'schen (I) Anschauung erklärt werden.

Natürlich handelt es sich in der von HABERLANDT und mir vertheidigten Anschauung bloss um die Frage nach der physikalischen Art der Einwirkung der Schwerkraft auf die reizbaren Pflanzentheile. Es hat sich gezeigt, dass die Schwerkraft als Druck von specifisch schwereren Körperchen auf das sensible Plasma percipirt wird. Was für Vorgänge dieser Druck im Plasma selbst auslöst, das ist eine weitere Aufgabe, die durch unsere Resultate nicht gelöst wird; wir wissen ja auch bei anderen Reizerscheinungen in dieser Beziehung so gut wie nichts.

### Litteratur-Verzeichniss.

- BARANETZKY, J. I. Ueber die Ursachen, welche die Richtung der Aeste der Baum- und Straucharten bedingen. *Flora*, Erg.-Bd. 83, 1901.
- CZAPEK, F. I. Weitere Beiträge zur Kenntniss der geotropischen Reizbewegungen. *Jahrb. für wiss. Botanik*, Bd. 32, 1898.
- HABERLANDT, G. I. Ueber die Perception des geotropischen Reizes. *Diese Berichte* 1900.
- II. Ueber die Statolithenfunction der Stärkekörner. *Ibidem* 1902.
- JENSEN, P. I. Ueber den Geotropismus niederer Organismen. *PFLÜG. Archiv*, Bd. 53, 1892.
- JOST, L. I. Die Perception des Schwerereizes in der Pflanze. *Biol. Centralbl.* 1902.
- NĚMEC, B. I. Ueber die Art der Wahrnehmung etc. *Diese Berichte* 1900.
- II. Ueber die Wahrnehmung des Schwerkraftreizes bei den Pflanzen. *Jahrb. für wiss. Botanik*, Bd. 36, 1901.
- NOLL, F. I. Ueber heterogene Induction. Leipzig 1892.
- II. Zur Keimungsphysiologie der Cucurbitaceen. *Landw. Jahrbücher* 1901.



# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft](#)

Jahr/Year: 1902

Band/Volume: [20](#)

Autor(en)/Author(s): Zacharias Eduard

Artikel/Article: [Ueber die „achromatischen“ Bestandtheile des Zellkerns. 298-320](#)