© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Band LXXVIII. No. 11. XX. Jahrgang.

Botanisches Centralblatt.

REFERIRENDES ORGAN

für das Gesammtgebiet der Botanik des In- und Auslandes.

Herausgegeben unter Mitwirkung zahlreicher Gelehrten

von

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

in Cassel in Marburg

Nr. 24. | Abonnement für das halbe Jahr (2 Bände) mit 14 M. durch alle Buchhandlungen und Postanstalten. | 1899.

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

Wissenschaftliche Originalmittheilungen.*)

Histologische und experimentelle Untersuchungen über die Anlage der Spaltöffnungen einiger *Monokotylen*.

Von

Hugo Miehe.

Mit einer Doppel-Tafel.**)

Wie Strasburger***) im Jahre 1866 in seiner Arbeit über die Entwicklungsgeschichte der Spaltöffnungen nachwies, spielen sich bei der Anlage der Spaltöffnungsmutterzelle Zelltheilungsvorgänge ab, die manche Verschiedenheiten aufweisen. Für *Monokotylen*, speciell für *Iris*, giebt er an, dass die Spaltöffnungsmutterzelle dadurch gebildet wird, dass sich eine Epidermiszelle in eine grössere und eine kleinere Hälfte theilt, aus welcher dann durch Längstheilung die beiden Schliesszellen hervorgehen. Er beschreibt des Näheren, wie der Zellkern der Epidermiszelle nach einem Ende wandert, hier sich die Spaltöffnungsmutterzelle anlegt, und dann der Zellkern der grösseren Hälfte, der Epidermiszelle, sich wieder in die Mitte zurückzieht. Besonders interessant wird

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

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

***) Strasburger, E., Ein Beitrag zur Entwicklungsgeschichte der Spaltöffnungen. (Jahrbücher für wissenschaftliche Botanik. Bd. V. 1866—67. p. 301.)

dieser Vorgang dadurch, dass bei ihm eine constante Polarität des Theilungsprocesses zu beobachten war, indem die kleinere Spaltöffnungsmutterzelle immer an dem Ende der Epidermiszelle abgegliedert wurde, welches nach der Spitze des Blattes gerichtet war. Zwar konnte er diesen Vorgang nicht direct beobachten, da ihm noch nicht die Methoden, die uns jetzt zur Verfügung stehen, den Theilungsprocess selbst zu sehen gestatteten; er fand jedoch ein anderes Kriterium, welches ihn in einzelnen Fällen von der Richtigkeit seiner Annahme überzeugte. Wenn er nämlich beobachtete, dass die obere, also der Spitze des Blattes zugekehrte Wand eine Spaltöffnungsmutterzelle von den Querwänden zweier Epidermiszellen begrenzt wurde, durfte er schliessen, dass diese Spaltöffnungsmutterzelle aus dem oberen Ende der nächstunteren Epidermiszelle hervorgegangen sei. Diese Thatsache verallgemeinerte er dann.

Die angegebenen histologischen Befunde führten nun zu folgender Fragestellung: Ist es möglich, für jene auffallende terminale Wanderung des Zellkernes eine Ursache aufzufinden? Diese Frage konnte theils so behandelt werden, dass eine genaue Untersuchung aller auffindbaren, bei diesem Theilungsprocesse zu beobachtenden, histologischen Verhältnisse angestellt wurde, theils forderte diese gesetzmässig auftretende terminale Wanderung des Zellkernes zu einem Versuche heraus, durch Experimente auf sie einzuwirken, und die Frage zu stellen, ob sich nicht vielleicht durch Variirung der Wachsthumsbedingungen eine Veränderung jener fest fixirten Polarität herbeiführen lasse. Hier lag die Frage nach dem Einflusse der Gravitation am nächsten. Denn bei Betrachtung der fraglichen Vorgänge drängt sich die Vermuthung auf, dass jener ganz bestimmt zur Wirkung der Schwerkraft orientirte Theilungsprocess auch in der That von ihr abhängig sei. Ob es wirklich der Fall sei, war durch Experimente festzustellen.

In den folgenden Zeilen sollen nun die Resultate der Beobachtungen, die ich in der angegebenen Richtung an *Monokotylen* machte, niedergelegt werden. Meine Mittheilungen beziehen sich zunächst auf eine Untersuchung der histologischen Verhältnisse, dann auf die angestellten Experimente. Da die Anlage der Schliesszellen zu mannigfachen Erwägungen Anlass gaben, wurde die histologische Untersuchung auch auf sie ausgedehnt. Zum Schluss soll dann auf Grund anderer in die Betrachtung hineingezogener Beobachtungen eine allgemeine Deutung für Wanderungen des Zellkernes versucht werden.

Material und Methode.

Zur Untersuchung wurden zunächst verschiedene Species von *Iris* verwandt; dann auch andere Vertreter der Ordnung der Liliifloren, besonders *Liliaceen*, als *Allium* und *Hyacinthus*, welche sich in Betreff der Bildung der Spaltöffnungen genau so verhalten wie *Iris*. Um festzustellen, zu welcher Tageszeit die Chancen für das Vorhandensein möglichst vieler Kerntheilungen am günstigsten

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

seien, wurde das Material zu verschiedenen Stunden fixirt. Es zeigte sich, dass meist die Zeit zwischen 11 und 12 Uhr am günstigsten war.

Zur Fixirung wurde fast ausschliesslich Chromosmiumessigsäure verwandt. Keiser's Gemisch erwies sich als unzulänglich, da es zu schwer durch die festen Membranen drang. Ueberhaupt machte sich die dicke, mit Wachs imprägnirte Cuticula der Blätter sehr störend bemerklich, so dass sehr häufig der Theil, auf den es ankam, nämlich die Epidermis, schlecht fixirt war. Die Blätter mussten in ganz kleine Stückchen zerschnitten werden, damit die Flüssigkeit rasch eindrang. Die Stücke wurden von dem untersten Ende ganz junger Blättchen genommen. Die fixirten Objecte wurden dann in der üblichen Weise in fliessendem Wasser ausgewaschen, in Alkohol von allmählich steigender Concentration gehärtet, durch Chloroform luftfrei gemacht und schliesslich in Paraffin eingebettet. Sie wurden dann mit dem Microtom in 5μ dicke, tangentiale Längsschnitte zerlegt. Zur Färbung wurde ausschliesslich das Flemming'sche Dreifarbenverfahren verwandt, welches auch bei diesen Objecten sich durchaus bewährte.

Zell- und Kerntheilungsvorgänge bei der Anlage der Spaltöffnung.

Die Spaltöffnungsmutterzellen legen sich bereits sehr früh an den jungen Blättchen an. An der Basis eines jungen Blattes wird die Epidermis von mässig langgestreckten, gleich langen Zellen gebildet. Ihr protoplasmatischer Inhalt ist schon ziemlich gering im Vergleich zu ihrer Grösse. Die beiden Enden der Zelle werden von grossen Vacuolen eingenommen, welche zwischen sich eine schmale Brücke von Protoplasma übrig lassen. (Fig. 1.) In dieser Brücke, also im Centrum der Zelle, liegt der Kern, welcher von rundlicher oder ellipsoidischer Gestalt ist. Auch bei *Hyacinthus* hat er, wie Figur 1 zeigt, in diesem Stadium noch nicht jene zackigen Contouren, welche ihm später ein spindelförmiges Aussehen geben und die uns später noch genauer beschäftigen werden. Eine Theilung der Epidermiszelle findet immer in dieser Brücke statt, wobei die Spindel häufig um den vorhandenen Raum auszunutzen, sich schräg in der Brücke orientirt und auch wohl mit ihren Spitzen um die beiden Vacuolen schmiegt. Zwischen diesen das typische Verhalten charakterisirenden Zellen fallen bald einige auf, in denen eine terminale Wanderung des Zellkernes zum Ausdruck kommt. Die untere Vacuole vergrössert sich, die obere schwindet, die Brücke mit dem Kerne wandert nach dem oberen Ende der Zelle, welche schliesslich in ihrem unteren Theile von einer grossen Vacuole, in dem oberen von der Hauptmasse des Protoplasmas und dem in ihm liegenden Kerne erfüllt ist. Bei *Hyacinthus* verändert der Kern hierbei seine Gestalt, ein Umstand, auf den wir am Schlusse unserer Untersuchungen zurückzukommen haben. Der vorher ellipsoïdische Kern erscheint nämlich jetzt nach dem oberen Ende der Zelle zu in einen Fortsatz ausgezogen. (Fig. 2.) Dieser Fortsatz geht bis

in das obere Ende der Epidermiszelle, der Bauch des flaschenförmigen Kernes scheint dann nachzurücken, bis schliesslich oben wieder ein runder Kern zu bemerken ist. Betrachtet man nun Zellen, welche etwas weiter nach der Spitze des Blattes zu liegen, so findet man bald innerhalb der oberen Protoplasmaanhäufung Theilungsfiguren. Der Kern tritt in's Spiremstadium ein (Fig. 3), wobei die von Rosen[1]) beobachteten, kappenförmigen Ansammlungen hyalinen Plasmas an den Polen zu bemerken waren. Dann legt sich eine Spindel an, und zwar nicht in der Längsaxe der Zelle, sondern schräg, so dass der eine Pol in einer der oberen Ecken der Epidermiszelle sich befindet, der andere mit seinen Spindelfasern undeutlich in dem protoplasmatischen Wandbeleg der gegenüberliegenden Längswand verläuft.

Die Spindel passt sich also auch hier ebenso wie in dem bereits oben erwähnten Falle den Raumverhältnissen an und schmiegt sich um die grosse Vacuole herum. Bemerkenswerth ist ferner, dass in einem weiter fortgeschrittenen Stadium (Fig. 4) die Zellplatte, in der die Scheidewand bereits deutlich als eine feine, dunkle Linie zu bemerken ist, schon angelegt ist, wenn der Phragmoplast, um den Ausdruck Errera's zu gebrauchen, d. h. der tonnenförmige Spindelrest, noch nicht seine Stellung in der Längsaxe der Zelle eingenommen hat. Ferner geht aus Fig. 4 hervor, dass die Scheidewand successive angelegt wird, da der Phragmoplast durch die Vacuole noch von der anderen Längswand getrennt ist. Wenn die Theilung beendigt ist, zieht sich der Kern der Epidermiszelle wieder zurück, wobei sich eine bereits im Dyasterstadium sichtbare Vacuole (Fig. 5), allmählich anwachsend, zwischen ihn und die obere Scheidewand drängt, bis der Kern schliesslich wieder im Centrum der Epidermiszelle angelangt ist. Es gewinnt fast den Anschein, als ob diese Vacuole den Kern der Epidermiszelle losreisse. Wie sich jedoch zeigen wird, spielt sie weder hier noch vorher, wenn sie anwachsend den Kern in das obere Ende der Zelle zu drängen scheint, irgend welche active Rolle.

In allen den ziemlich zahlreichen Fällen, in welchen ich den zur Anlage der Spaltöffnungsmutterzelle führenden Kerntheilungsprocess direct beobachten konnte, bestätigte sich die früher von Strasburger ausgesprochene Regel, dass die kleine Zelle nach oben zu abgegliedert wird. Niemals befand sich eine Spindel in dem unteren der Wurzel zugekehrten Ende einer Epidermiszelle.

Bei jenem oben beschriebenen Theilungsprocesse wird die Protoplasmamenge in gleiche Hälften getheilt; nur die Grösse der beiden Tochterzellen ist verschieden, so dass also eine grosse, relativ inhaltsarme und eine kleine inhaltsreiche Zelle entsteht. Es ist hier, wie wir wohl sagen dürfen, eine embryonale Zelle aus

---

[1]) Rosen, F., Kerne und Kernkörperchen in meristematischen und sporogenen Geweben. (Cohn's Beiträge zur Biologie der Pflanzen. Band VII. p. 225.)

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

einer älteren Mutterzelle gebildet worden. Denn wir können wohl die Spaltöffnungsmutterzelle, oder allgemeiner gesagt, die Spaltöffnungsurmutterzelle (wenn sie nicht sogleich die Schliesszellen bildet) als eine embryonale bezeichnen, wenn wir folgendes berücksichtigen. Es handelt sich hier um lebenskräftige, inhaltsreiche Zellen, welche aus älteren, inhaltsärmeren hervorgehen, die, wie bei *Asplenium bulbiferum*, *Thymus serpyllum*, *Mercurialis ambigua*, *Basella alba* u. a., häufig zahlreiche Theilungen vor der Anlage der Schliesszellen ausführen.

Diese Theilungen können sogar in ihrer Succession ganz an diejenigen einer dreiflächig zugespitzten Scheitelzelle erinnern, nur dass hier die gebildeten Zellen in einer Ebene bleiben. Dieser Vergleich wird sich jedem aufdrängen, der etwa in der oben citirten Arbeit Strasburger's die Fig. 102—109, Taf. XXXIX betrachtet. Die Spaltöffnungsanlagen stellen also secundäre embryonale Stellen auf der Blattfläche dar. Es wäre interessant, zu constatiren, ob auch in anderen Fällen das Wesen der Bildung secundärer embryonaler Gewebe darin besteht, dass eine grössere inhaltsärmere Zelle eine kleine inhaltsreiche abgliedert, und ob wohl die neue, jugendfrische Theilungsfähigkeit des embryonalen Kernes in seiner erneuten Umhüllung mit reichlichem Plasma zu suchen sei.

Irgend welche Verschiedenheiten zwischen den getheilten Elementen vermochte ich nicht zu entdecken während der Kerntheilung. Erst später machte sich ein Unterschied im Aussehen beider Kerne bemerkbar, indem der Kern der Spaltöffnungsmutterzelle tafelförmig abgeflacht, dichter und chromatinreicher erschien, der Kern der Epidermiszelle hingegen lockerer in der Structur war und sich rund, respective zackig zeigte. Eine verschiedene Färbbarkeit der beiden Kerne mit Flemming'schem Gemisch, wie ich sie bei *Aneimia fraxinifolia* ziemlich durchgehends constatiren konnte, war an diesen Objecten nicht zu beobachten.

Zacharias[1]) hat die Anlage der Spaltöffnungsmutterzellen bei *Hyacinthus* und *Galanthus* dazu benutzt, um an ihnen das Verhalten der Kerne in verschieden rasch wachsenden Pflanzenzellen zu demonstriren. Er nimmt an (wie das wenigstens aus seinen Abbildungen zu ersehen ist, wenn er es auch im Text nicht ausdrücklich behauptet), dass sich eine Epidermiszelle in zwei nahezu gleiche Hälften theile, von denen die untere stark, die obere hingegen nur schwach wachse, und dass auf diese Weise der Grössenunterschied der beiden Zellen zu Stande komme. Diese Ansicht ist nicht richtig und beruht wahrscheinlich, wie ich sogleich zeigen werde, auf einer nicht weit genug ausgedehnten, daher irrthümlichen Beobachtung. Auch die Conseqenzen, die er zieht, sind deswegen bedenklich, weil das Wachsthum in der Mehrzahl der Fälle in beiden Zellen gleich ist. Denn wie aus meinen Abbildungen hervorgeht, übertrifft die Epidermiszelle schon

---

[1]) Zacharias, E., Ueber das Verhalten des Zellkernes in wachsenden Zellen. (Flora. 1895. Ergänzungs-Band. Bd. LXXXI. Heft 2. p. 239.)

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

bei der Anlage der flachen Spaltöffnungsmutterzelle letztere bedeutend an Länge, und das Verhältniss der ausgebildeten Schliesszellen zu der unter ihnen liegenden Epidermiszelle dürfte wohl dasselbe sein, wie wir es bei der Anlage der Spaltöffnungsmutterzelle antreffen. Besonders auffallend wird das oben Gesagte, wenn sich weiter hinauf am Blatte noch eine ältere Epidermiszelle zur Anlage einer Spaltöffnungsmutterzelle entschliesst, wie ich das hin und wieder beobachtete. Für seine Fig. 49 hat Zacharias, wie ich glaube, grade einen ungünstigen und deswegen irreführenden Ausnahmefall herausgegriffen. Es kommt nämlich zuweilen vor, dass eine kleine Epidermiszelle eine Spaltöffnungsanlage bildet, so dass in einem solchen Falle thatsächlich ein Bild, wie es Fig. 49 bei Zacharias giebt, entsteht. Solche Spaltöffnungen kann man aber auch später noch daran erkennen, dass sich unter ihnen eine Epidermiszelle befindet, welche an Grösse hinter den übrigen zurücksteht. Auch verschiedene Blätter verhalten sich häufig verschieden, indem bald kleinere, bald grössere Epidermiszellen zur Anlage einer Spaltöffnungsmutterzelle schreiten. Die Figuren 49—52, welche Zacharias giebt, stellen mithin gar nicht aufeinander folgende Entwickelungsstadien eines Processes dar, sondern nur verschiedene Typen desselben Vorganges.

Jenes von ihm beschriebene verschiedene Verhalten der beiden Kerne wird wahrscheinlich auf dem verschiedenen Verhältniss von Kern- und Zellgrösse beruhen. Es müssen naturgemäss andere Stoffwechselbeziehungen zwischen Kern und Protoplasma in plasmaarmen als in plasmareichen Zellen bestehen.

Die Anlage der Schliesszellen selbst erfolgt dann durch einen Theilungsvorgang, der manches Bemerkenswerthe bietet und deswegen ausführlicher behandelt werden soll.

Die ursprünglich meist tafelförmige Spaltöffnungsmutterzelle wächst allmählich zu einem Kubus oder auch einem Parallelepipedon heran. Der Kern rundet sich ab und ist von ziemlich bedeutender Grösse, so dass er einen grossen Theil des Querdurchmessers der Zelle einnimmt. Er tritt dann in das Knäuelstadium ein, und zugleich erscheinen die ersten Anlagen der Spindel, die noch nicht deutlich fädig differenzirten Polkappen (Fig. 6). Wie ich bei dieser Gelegenheit und auch bei allen anderen von mir im Blattgewebe beobachteten Kerntheilungen feststellen konnte, ist in diesem Stadium der Nucleolus noch vorhanden, so dass ich mit Sicherheit behaupten kann, dass die erste Anlage der Spindel unabhängig vom Nucleolus erfolgt.

Merkwürdig ist die Richtung der Spindel. Sie stellt sich nämlich nicht, wie man aus der später erfolgenden Anlage der Scheidewand schliessen müsste, in den kleinsten Querdurchmesser der Zelle ein, sondern fast in ihre Längsaxe, nur in kleinem Winkel gegen sie geneigt, wie das Fig. 6 zeigt. Später wenn die Kernwand aufgelöst ist und die Spindel ihre volle Ausbildung erreicht hat, steht sie genau in der einen Diagonale der Mutterzelle, während die Kernplatte die andere Diagonale einnimmt. In diesem und in dem vorigen Stadium fällt eine Verzerrung der

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Spaltöffnungsmutterzelle auf, indem die beiden die Spindelpole bergenden Ecken ausgezogen sind. Es lag die Vermuthung nahe, dass diese Deformirung unter dem Einfluss der Spindelpole, etwa durch die Wirkung des Kinoplasmas, geschähe. Da jedoch diese Verzerrung in ihren Anfängen bereits sichtbar ist, wenn die Spindel noch nicht ausgebildet ist, vermag ich nicht zu sagen, ob wirklich eine active Beeinflussung der Spindelpole vorliegt. Durch die Thatsache, dass zuweilen, aber sehr selten, die Spindel in der kürzeren Diagonale der Mutterzelle steht, wird man doch wohl eher genöthigt, die Frage im negativen Sinne zu beantworten.

Die diagonale Stellung behält die Spindel während der Metaphase bei. Erst wenn die Kerne des Dispirems sich anschicken, in den Ruhezustand überzugehen, wenn der tonnenförmige Phragmoplast sich ausbildet, beginnt eine Drehung. Während des Verlaufes dieser Drehung legt sich bereits die Zellplatte an (Fig. 7). Schliesslich wenn die Kerne in der Richtung der kleineren Zellachse orientirt sind, treten die Fasern des Phragmoplasten mit der Zellwand in Berührung und die Scheidewand wird fertig gestellt (Fig. 8). Ist der Process beendet, so haben wir jetzt die beiden Schliesszellen vor uns, die noch zusammen die verzerrte Gestalt der Mutterzelle erkennen lassen (Fig. 9). Später schwellen sie an und werden einander an Gestalt vollkommen gleich, so dass man an der ausgebildeten Spaltöffnung nichts mehr von der ursprünglich asymmetrischen Anlage erkennen kann. In einem Falle fand ich, dass die Scheidewand von der oberen Wand der Spaltöffnungsmutterzelle schräg nach unten verlief und unten an einer der Längswände ansetzte, eine Abnormität, die wohl dadurch hervorgerufen wurde, dass die Drehung der Spindel durch irgend welche Ursache gehemmt wurde.

Diese eigenartige Anlage[1]) der Spindel und spätere Drehung des Phragmoplasten bietet theoretisches Interesse, weil diese Thatsachen geeignet erscheinen, die bisher giltigen Anschauungen über die Beziehungen zwischen Kern- und Zelltheilung, wie ich sie in der Litteratur finde, zu modificiren.

Zunächst sei hervorgehoben, dass diese Verschiedenheit zwischen der Richtung der Spindelachse und derjenigen des Phragmoplasten gar nicht so selten vorkommt, dass man sie als gleichgiltige Ausnahme vernachlässigen dürfte. Letzteres nimmt Zimmermann[2]) an, wie das aus verschiedenen Stellen seines Buches hervorgeht. Er stellt in seiner kritischen Litteraturstudie den Satz auf, dass bei der Zelltheilung der höheren Gewächse die die beiden Tochterzellen trennende Scheidewand eine ganz bestimmte Orientirung zu der karyokinetischen Figur besitze, und

---

[1]) Erwähnen muss ich, dass Zacharias (l. c. p. 240) in einer Anmerkung bereits auf die Stellung der Spindel in der Spaltöffnungsmutterzelle in einer Figur aufmerksam macht, ohne jedoch nähere Angaben über die Allgemeinheit des Vorkommens oder die Details der Drehung zu machen.

[2]) Zimmermann, A., Die Morphologie und Physiologie des pflanzlichen Zellkernes. Jena 1896. p. 88 und 73.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

schaltet den einzigen ihm bekannten, abweichenden Fall, nämlich die von de Wildeman[1]) beschriebene Drehung des Phragmoplasten in den terminalen Rhizoïdzellen der Moose, als Ausnahme aus seinen Betrachtungen aus. Auch bei einer späteren Gelegenheit,[2]) nämlich in einer Kritik der Errera'schen Anschauungen über die Anlage der Scheidewände, macht er die Bemerkung, dass sich die Richtung der bei der Zelltheilung auftretenden Membran schon lange, bevor die Verbindungsfäden mit der Membran der Mutterzelle in Verbindung treten, aus der Orientirung der chromatischen Kernelemente voraussagen liesse.

Diesen bestimmten Behauptungen gegenüber ist es angebracht, darauf hinzuweisen, dass jene in Frage stehende Drehung des Phragmoplasten eine durchaus nicht so vereinzelte Erscheinung ist, sondern unter bestimmten Bedingungen regelmässig einzutreten pflegt. Ich stelle daher im Folgenden die übrigen Fälle zusammen, soweit ich sie in der Litteratur finde oder auch selbst beobachtet habe.

1893 beschrieb de Wildeman[3]) genauer den Theilungsprocess, der sich in den Rhizoïden der Moose abspielt. Er giebt an, dass bei der Theilung der terminalen Zelle eines Rhizoïds eine Spindel auftritt, die zunächst in der Längsachse der langen, schlauchförmigen Zelle steht, später jedoch, wenn der Phragmoplast fertig ist, eine Drehung erfolgt, so dass die angelegte Wand eine schräge, in Folge des rechtwinkligen Ansatzes an die Seitenwände doppelt gekrümmte Form bekommt. In demselben Jahre erwähnt Schottländer[4]), dass bei den Theilungen, welche in den niedrigen Zellen des spermatogenen Fadens von *Chara* vor sich gehen, die Spindel in der Diagonale der Zellen stehe, und macht gleichzeitig darauf aufmerksam, dass Belajeff diese Erscheinung bereits 1892 in einer russischen Abhandlung beschrieben habe. In einer deutschen Schrift[5]) setzt dann Letzterer die Vorgänge genauer auseinander. Die Zellplatte soll sich nach Schottländer erst in dem Augenblicke anlegen, wenn schon die Drehung erfolgt ist, die Drehung selbst soll beim Uebergang des Diasters in das Dispirem beginnen. In den Spaltöffnungsmutterzellen legt sich hingegen die Zellplatte schon an, wenn die Drehung noch nicht erfolgt ist, wie ich bereits erwähnte. Schliesslich hat die Untersuchungen Belajeff's und Schottländer's neuerdings Dębski[6]) wieder aufgenommen in seiner Arbeit über

---

[1]) De Wildeman, E., Études sur l'attache des cloisons cellulaires. Bruxelles 1893. p. 19.

[2]) Zimmermann, A., Beiträge zur Morphologie und Physiologie der Pflanzenzelle. Heft II. 1891. p. 163.

[3]) l. c.

[4]) Schottländer, P., Beiträge zur Kenntniss des Zellkernes und der Sexualzellen bei Kryptogamen. (Cohn's Beiträge zur Biologie der Pflanzen. Bd. VI. 1892. p. 290.)

[5]) Belajeff, W., Ueber Bau und Entwickelung der Spermatozoïden der Pflanzen. (Flora. 1894. Ergänzungsband. p. 31.)

[6]) Dębski, B., Beobachtungen über Kerntheilungen bei *Chara fragilis*. (Cytologische Studien. Herausgegeben von E. Strasburger. Berlin 1897. p. 88.)

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Chara. Er untersuchte ebenfalls die Kern- und Zelltheilungsvorgänge in den Antheridiumfäden von *Chara* und beschreibt, wie die ursprünglich sich diagonal stellende Spindel später eine Drehung von 45° ausführt, vermag aber keine Deutung für diesen Vorgang zu geben. Němec[1]) versucht eine solche, wenigstens für die wirkenden Factoren bei der Drehung. Er hatte in den Wurzelspitzen von *Allium*, *Vicia* etc. gefunden, dass die Spindel durch besondere plasmatische Fasern gehalten werde, welche von den Polen zu der protoplasmatischen Hautschicht verliefen, eine Beobachtung, die wir später Gelegenheit haben zu bestätigen. Diese Fäden „vermögen es, die anfangs oft schief stehende Spindel in eine solche Lage während der Anaphase zu bringen, dass die neu entstehende Zellwand annähernd senkrecht auf die alte zu stehen komme". Diese Erklärung erscheint mir sehr wohl zulässig.

Schliesslich kann ich selbst noch einige Fälle hinzufügen. So standen bei der Anlage der Palissadenzellen von *Allium* und *Hyacinthus*, welche durch Quertheilung aus radial im Blatte angeordneten Zellen entstehen, die Theilungsfiguren in der Diagonale. Auch wenn sich lange Gefässbündelelemente der Länge nach theilten, stand die Spindel diagonal. Dazu kommen die bereits geschilderten Fälle bei der Anlage der Spaltöffnungsmutterzelle und der Schliesszellen, sowie die Theilungen, bei denen die Spindel in einem durch grosse Vacuolen beschränkten Raume gezwungen wurde, eine mehr oder weniger abnorme Lage einzunehmen, während die Zelltheilung immer ganz normal verlief. (Vergl. auch Fig. 24 der citirten Schrift von Němec.)

Dieser immerhin ziemlich ansehnlichen Menge von Fällen gegenüber ist es berechtigt, der fraglichen Erscheinung eine grössere Bedeutung zuzumessen und einige Schlussfolgerungen zu versuchen.

Zunächst möchte ich den von de Wildeman erwähnten Fall ausschliessen, weil er sich von den anderen nicht unwesentlich unterscheidet und, wie ich glaube, die verschiedene Richtung der Spindel und des Phragmoplasten auf anderen Ursachen beruht. Denn von einem Raummangel kann keine Rede sein. Aus der eigenthümlichen Thatsache, dass, wie de Wildeman angiebt, nur immer die Theilungswand der terminalen Zelle schräg angelegt wird, während Wände älterer, in der Mitte des Fadens gelegener Zellen rechtwinklig angesetzt werden, sowie aus der Thatsache, dass die Rhizoïden sehr lebhaft wachsen, möchte ich schliessen, dass die Drehung irgendwie mit dem schnellen Wachsthum der terminalen Zelle zusammenhänge. Ich denke mir den Vorgang so, dass während des Theilungsprocesses das Wachsthum der Zelle, welches ich mir nach Analogie stark wachsender Pflanzentheile (zum Beispiel Blütenstengel von *Allium*) seitlich gefördert denke, zerrend auf die Richtung der Spindel und damit

---

[1]) Němec, B., Cytologická pozorování na vegetačních vrcholech rostlin. (Věstník Kral. české společnosti náuk. Třída mathematicko-přírodovědecká. 1897. p. 26.)

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

auf die Anlage der Scheidewand einwirkt. Da ich mich jedoch nicht auf eigene Beobachtungen stützen kann, darf sich diese Erklärung über das Niveau einer Vermuthung nicht erheben.

Abgesehen von diesem abweichenden Vorgange besitzen die anderen Fälle gemeinsame Eigenthümlichkeiten, welche eine zusammenfassende Besprechung zulassen.

(Fortsetzung folgt).

Original-Berichte aus botanischen Gärten und Instituten.

Der Botanische Garten der Kaiserlichen Universität zu Jurjew (Dorpat).

Von
Professor N. J. Kusnezow.

(Schluss.)

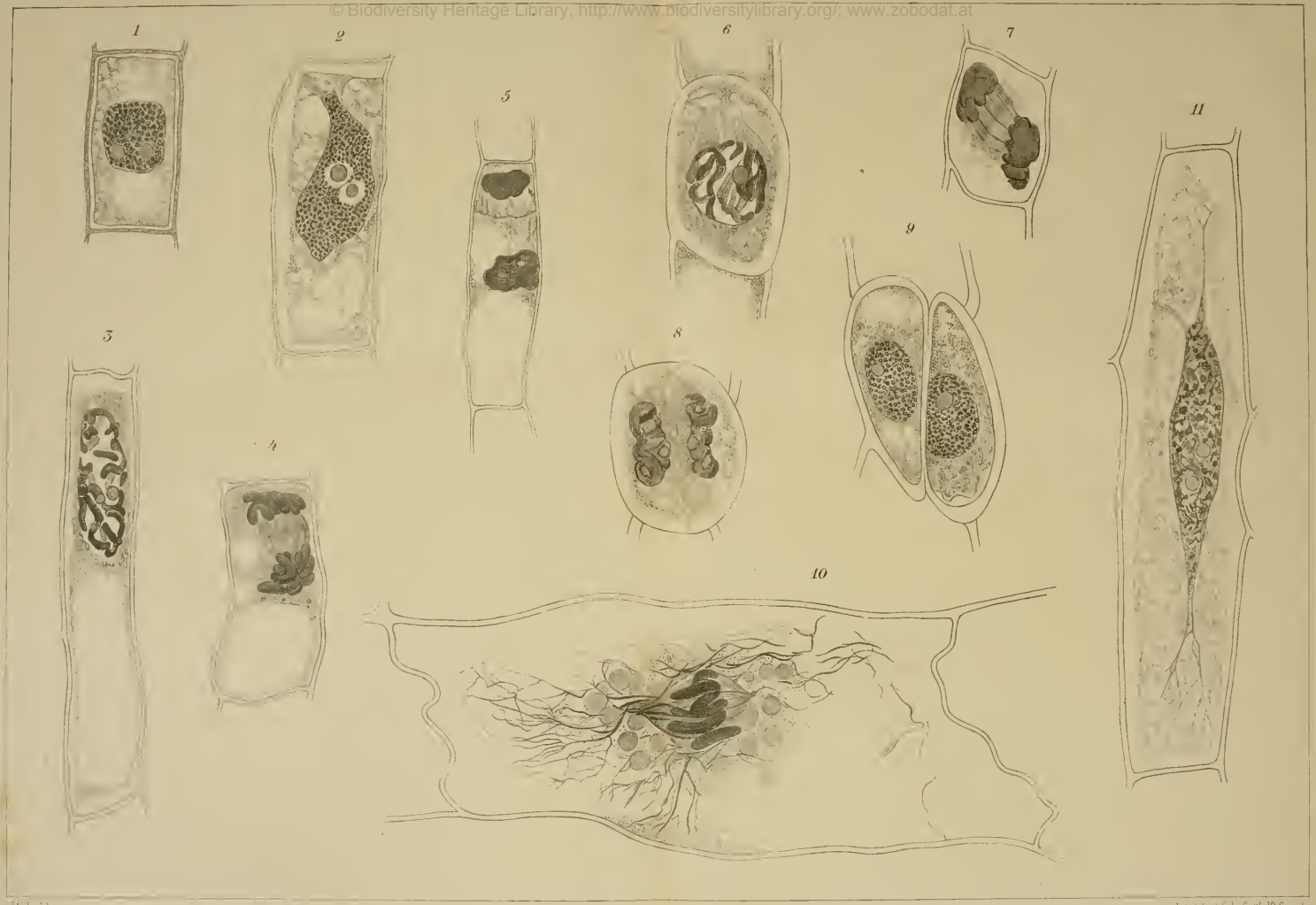
Da die Vegetation von Kachetien bisher sehr wenig im oben erörterten Sinne studirt war, so veranlasste ich meinen Assistenten, Herrn Fomin, zu einer Reise nach Kachetien, im vorigen Sommer (1898), behufs Erforschung der Kachetinischen Vegetation aus den oben erörterten Gesichtspunkten. Bei seinem Unternehmen wurde Herrn Fomin Unterstützung seitens der Jurjewer Universität, des Kaiserlichen Botanischen Gartens in St. Petersburg, der Kaiserlichen Russischen Geographischen Gesellschaft, der Forstkorps und der Medicinischen Akademie in St. Petersburg (Prof. Borodin) zu Theil. Herr Fomin brachte, nachdem er den ganzen Sommer in Kachetien verweilt, ein umfassendes Herbarium, eine detaillirte pflanzengeographische Karte und Beiträge zu einer ausführlichen Beschreibung der Vegetation mit. Als das Hauptresultat seiner Reise erwies sich die vollkommene Bestätigung der von mir oben dargelegten Ansicht. Die Vegetation von Kachetien ist nämlich eine verarmte Kolchis-Vegetation. *)

Freilich darf man sich die Kachetinische Vegetation, wie sich Herr Fomin während seines eingehenden Studiums überzeugt hat und ich es meinerseits auf Grund meines diesem Gebiete im vorigen Sommer (1898) abgestatteten kurzen Besuchs bestätigen kann, nicht schlankweg als einen bloss verarmten Kolchis-Typus vorstellen. Das westliche Transkaukasien (Kolchis) grenzt im Süden und Westen an das Schwarze Meer, das zwar seinen klimatischen Charakter bedingt, seiner Flora aber begreiflicher Weise keine fremden Elemente octroyirt, und im Norden an das Kuban-Gebiet, das aber seinerseits, da es mit Kolchis in genetischem Zusammen-

---

*) Ausführlicheres über die Reise des Herrn Fomin soll einer späteren Mittheilung vorbehalten bleiben.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at



ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Botanisches Centralblatt

Jahr/Year: 1899

Band/Volume: 78

Autor(en)/Author(s): Miehe Hugo

Artikel/Article: Histologische und experimentelle Untersuchungen über die Anlage der Spaltöffnungen einiger Monokotylen. 321-330