Die Kernteilung bei Eunotia major Rabenh.

Achter Beitrag zur Kenntnis der Karyokinese.

Von **C. van Wisselingh** (Groningen).

(Mit Tafel X).

Historisches.

Vor der Veröffentlichung der ausführlichen Untersuchungen von Lauterborn[1]) über Bau, Kernteilung und Bewegung der Diatomeen war unsere Kenntnis der Kernteilung bei diesen Wesen noch sehr gering. Von einigen Untersuchern, Lüders[2]), Dippel[3]), Schaarschmidt[4]), Pfitzer[5]) und Schütt[6]), waren bei verschiedenen Spezies einige Beobachtungen gemacht. Schütt konnte unter anderem bei Chaetoceros feststellen, daß beim Anfang der Karyokinese der Nukleolus verschwand. Im allgemeinen aber haben diese Beobachtungen nur wenige Einzelheiten des Kernteilungsprozesses an den Tag gebracht, welcher Prozeß meistens als eine einfache Durchschnürung vorgestellt wurde.

Die oben erwähnten Untersuchungen von Lauterborn haben in unserer Kenntnis der Kernteilung bei den Diatomeen plötzlich einen völligen Umschwung verursacht. Lauterborn hat bei verschiedenen Geschlechtern und Arten ein sehr vollständiges Studium der Kernteilung gemacht und als Resultat seiner Untersuchungen ergab sich

---

1) R. Lauterborn, Untersuchungen über Bau, Kernteilung und Bewegung der Diatomeen. 1896.

2) J. E. Lüders, Beobachtungen über die Organisation, Teilung und Kopulation der Diatomeen. Bot. Zeitung 1862, Jahrg. 20, Nr. 6, 7, 8 und 9.

3) L. Dippel, Beiträge zur Kenntnis der in den Soolwässern von Kreuznach lebenden Diatomeen usw. 1870.

4) J. Schaarschmidt, Beiträge zur näheren Kenntnis der Teilung von Synedra Ulna (Nitzsch) Ehrenb. Magyar növenytani Lapok 1883, Jahrg. 7, pag. 49 (Ung.). Ref. Bot. Jahresber., Bd. XI, pag. 224.

5) E. Pfitzer, Unters. über Bau und Entwicklung der Bacillariaceen (Diatomaceen). Bot. Abhandl. aus dem Gebiete der Morph. und Physiol. Herausgegeben von J. Hanstein, 1891, Heft 2, pag. 37.

6) F. Schütt, Über die Diatomeengattung Chaetoceros. Bot. Zeitung 1888, Jahrg. 46, Nr. 11 u. 12.

überall das Vorhandensein einer karyokinetischen Teilung des Kerns. Die Karyokinese ist nicht weniger kompliziert als bei den höheren Pflanzen; in gewisser Hinsicht zeigt sie bedeutende Abweichungen. Lauterborn beobachtete, daß während der Karyokinese überall ein Körper auftrat, der bei diesem Prozeß eine sehr bedeutende Rolle spielte, nämlich die Zentralspindel, ein Körper, der bei höheren Pflanzen nicht vorkommt, sondern speziell bei Diatomeen gefunden wird.

Die Zentralspindel ist bei Surirella calcarata ein fein gestreifter, zylindrischer Körper mit einer Wand. Sie kommt außerhalb des Kerns zur Entwicklung und dringt in die Kernhöhle. Während der Karyokinese verschwindet der Nukleolus und die Kernmembran. Das Kerngerüst bildet einen Knäuel und daraus entstehen durch Segmentation die Chromosomen. Diese bilden in der Mitte um die Zentralspindel einen Ring. Aus diesem Ring entstehen durch Teilung zwei Ringe, die längs der Zentralspindel auseinanderweichen. Jeder dieser Ringe besteht aus den halbierten Chromosomen. Aus den beiden Ringen entstehen die Tochterkerne. Lauterborn erwähnt noch eine Anzahl Einzelheiten über die Teilung der Chromatophoren, über die Rolle, welche das Centrosom bei der Karyokinese spielt, über das Verschwinden der Kernmembran, über die Chromosomen, über die Zentralspindel, über Strahlungen im Cytoplasma, über die Querwandbildung und über die Entwicklung der Tochterkerne.

Andere Spezies, Nitzschia sigmoidea, Pleurosigma attenuatum, Pinnularia oblonga und Pinnularia viridis stimmen, was die Kernteilung anbetrifft, im wesentlichen mit Surirella calcarata überein. Bei Nitzschia kommen mehrere Nukleolen vor. Bei den drei erstgenannten Spezies ziehen die Chromosomen sich nicht so zusammen wie bei Surirella und bilden keinen Ring. Bei Pinnularia viridis dagegen wohl. Bei Nitzschia, Pleurosigma und Pinnularia oblonga ist die Zentralspindel von einem tonnenförmigen Spindel umgeben, um welche die Chromosomen sich ordnen.

Bei Nitzschia fand Lauterborn 16 Chromosomen und bei Surirella noch mehr. Die Chromosomen sind bei den verschiedenen Spezies, wie die Abbildungen von Lauterborn zeigen, lang und gut entwickelt.

Kurz nach Lauterborn hat Klebahn[1]) über die Kernteilung von Rhopalodia gibba eine Mitteilung gemacht. Er beobachtete oft

1) H. Klebahn, Beiträge zur Kenntnis der Auxosporenbildung, I. Rhopalodia gibba (Ehrenb.) O. Müller, Pringsheim's Jahrb. f. wiss. Bot. 1896, Bd. XXIX, pag. 595.

sich teilende Zellen, aber sehr selten Kernteilungen. Nur einmal fand er ein deutliches Kernteilungsstadium, das dem Dyasterstadium entsprach, zwei Tochterkerne durch einen Strang, den Rest der Zentralspindel, verbunden. Jeder Tochterkern hatte fünf oder sechs Chromosomen, die kornförmig und in einen Kranz gestellt waren. Bei der Untersuchung über die Bildung der Auxosporen fand Klebahn auch noch ein paar Teilungsstadien mit ähnlichen, sehr kurzen Chromosomen.

Einige Jahre nach dem Erscheinen der Arbeit von Lauterborn hat Karsten[1]) in Einzelheiten die Kernteilung von Surirella saxonica beschrieben. Im allgemeinen stimmen seine Resultate mit denen von Lauterborn überein, in gewisser Hinsicht weichen sie aber ab. Die Chromosomen fand Karsten ganz anders als Lauterborn. Sie sind kurz, nicht genau stabförmig, aber ungleichmäßig. Die Zahl konnte nicht bestimmt werden. Karsten meint im Gegensatz zu Lauterborn, daß die Zentralspindel hohl ist.

Über die Untersuchungen von Lauterborn bemerke ich, daß dieser Untersucher, was die Zusammensetzung des Kerngerüstes anbetrifft, sich auf den Standpunkt Strasburger's stellt. Er nimmt an, daß es aus Linin und Chromatin besteht. Im Durchschnitt scheint es netzförmig. In den Knoten befinden sich die Chromatinkörner; das Übrige besteht aus Linin. Obgleich das Kerngerüst netzförmig zu sein scheint, glaubt Lauterborn, daß es in der Wirklichkeit ein Wabenwerk ist. Schon im Jahre 1899 habe ich[2]) anläßlich meiner Untersuchungen bei Fritillaria und Leucojum nachgewiesen, daß die Unterscheidung von Chromatinkörnern und Lininfäden im Kerngerüst nicht durch hinreichende Gründe gestützt war. Von Grégoire und Wygaerts[3]) ist das später bei Trillium bestätigt worden. Der von diesen Untersuchern eingenommene Standpunkt wird noch immer von Grégoire[4]) aufrecht erhalten, während ich selbst auch keinen Grund habe meine Meinung zu ändern.

---

1) G. Karsten, Die Auxosporenbildung der Gattungen Cocconeïs, Surirella und Cymatopleura. Flora 1900, Bd. LXXXVII, pag. 253.

2) C. van Wisselingh, Über das Kerngerüst. Zweiter Beitrag zur Kenntnis der Karyokinese. Bot. Zeitung 1899, Jahrg. 57, Abt. 1, pag. 155.

3) Victor Grégoire et A. Wygaerts, La reconstitution du noyau et la formation des chromosomes dans les cinèses somatiques. Extrait de la Revue „La Cellule“ 1903, Tome XXI, 1er fasc., pag. 14.

4) Victor Grégoire, Les fondements cytologiques des théories courantes sur l'hérédité Mendélienne. Extrait des Annales de la soc. royale Zoolog. et Malacolog. de Belgique 1907, Tome XLII, pag. 54 (320).

Material.

Im Oktober 1903 fand ich in einem Graben bei Steenwyk eine Eunotia-Spezies. Bei näherer Untersuchung und nachdem ich Kenntnis genommen hatte von den Beschreibungen und Abbildungen der verschiedenen Spezies des Genus Eunotia[1]), nahm ich an, daß die gefundene Art Eunotia major Rabenh. war. An den Enden waren die zu Bändern vereinigten Exemplare verdickt, wie solches nach Dippel auch bei Eunotia major der Fall ist. In der Mitte waren sie auch verdickt, nämlich an der Bauchseite und bisweilen an der Rückenseite. Derartige Verdickungen kommen auch bei Varietäten von Eunotia pectinalis Rabenh. vor, aber diese Art ist an den Enden verdünnt.

In dem gesunden, aber nicht reichlichen Material beobachtete ich zahlreiche Kernteilungsstadien. Da die Kernteilung von Eunotia noch nicht beschrieben war, entschloß ich mich die Gelegenheit zu benutzen dieselbe zu studieren.

Methode.

Die Untersuchung fand erst an dem lebenden Objekt statt und darauf an dem mit Flemming'schem Gemisch fixiertem Material. Um die Kernteilungsfiguren genau studieren zu können, behandelte ich das fixierte Material mit 20 %iger Chromsäurelösung. Verschiedene Inhaltsbestandteile lösen sich hintereinander darin auf und, wenn die Zellen kein fettes Öl enthalten, bleibt zuletzt nur das Kerngerüst, oder was aus demselben hervorgegangen ist, in dem Kieselskelett der Zellwand zurück. Die Präparate kann man mit Wasser auswaschen und färben, z. B. mit Brillantblau extra grünlich. Über die angewandte Methode will ich mich nicht verbreiten. Die Vorteile, die sie gewährt und worauf man bei ihrer Anwendung besonders achten muß, habe ich schon früher erwähnt[2]).

Ruhender Kern.

Wie andere Diatomeen hat auch Eunotia major einen Kern. Derselbe befindet sich in der Mitte der Zelle. Er ist von Cytoplasma

1) L. Dippel, Diatomeen der Rhein-Mainebene, 1905, pag. 125. — Van Heurck, Traité des Diatomées, pag. 298.

2) Über den Nukleolus von Spirogyra (Bot. Zeitung 1898, Jahrg. 56, Abt. I, pag. 199). — Über das Kerngerüst (Bot. Zeitung 1899, Jahrg. 57, Abt. I, pag. 155). — Über die Karyokinese bei Oedogonium (Beih. z. Bot. Zentralbl. 1908, Bd. XXIII, Abt. I, pag. 138 ff.). — Über die Kernstruktur und Kernteilung bei Closterium (Beih. z. Bot. Zentralbl. 1912, Bd. XXVII, Abt. I, pag. 414).

umgeben, das in verschiedener Richtung Stränge aussendet. Der Kern (Fig. 1 und 2) zeigt von der Gürtelseite gesehen eine ovale, von der Seite gesehen eine runde Gestalt. Er hat eine Membran und zeigt demzufolge eine scharfe Kontur. Das Kerngerüst besteht aus durch feine Plasmafäden miteinander verbundenen Körnern. In der Mitte des Kernes befindet sich der Nukleolus. Dieser löst sich in Chromsäure schneller auf als das Kerngerüst. Besondere fadenförmige Organe, wie man sie bei Spirogyra im Nukleolus findet, habe ich bei Eunotia mit Hilfe von Chromsäure nicht in demselben unterscheiden oder aus demselben absondern können. Der Nukleolus stimmt mit dem höherer Pflanzen überein.

Karyokinese.

Die Zellen, in welchen bald Karyokinese auftritt, sind breiter als andere und enthalten vier lappenförmige Chromatophoren. Wenn man derartige Zellen von der Gürtelseite betrachtet, beobachtet man den Kern inmitten der vier großen Chromatophoren, von denen zwei in der Epitheca und zwei in der Hypotheca liegen. Wenn eine Zelle sich geteilt hat, befinden sich in jeder Tochterzelle zwei Chromatophoren. Diese ändern ihre Form und ihre Stellung. Sie verdoppeln ihre Länge und stellen sich in der Epitheca und Hypotheca einander gegenüber. Darauf bekommen sie in der Mitte eine Einschnürung, welche stärker wird und schließlich hat jedes Chromatophor sich entzwei geteilt. Dieser Prozeß, die Teilung der Chromatophoren, geht also der Kern- und Zellteilung vorher.

Die ersten Erscheinungen der Karyokinese zeigen Übereinstimmung mit denen anderer Pflanzen; das Kerngerüst bekommt allmählich ein grobkörniges Ansehen; an vielen Stellen zieht es sich zusammen und bildet Klümpchen (Fig. 3), die sich später zu größeren Massen vereinigen, welche mehr oder weniger Ähnlichkeit mit kurzen Fäden zeigen. Die Zahl dieser dickeren Teile des Kerngerüstes habe ich nicht bestimmen können. Dieselben bleiben durch feine Fädchen miteinander verbunden. Die dickeren Teile sind Chromosomen gleich zu stellen. Gut entwickelte Chromosomen in Gestalt gleichmäßig dicker Fäden, wie solche allgemein im Pflanzenreich vorliegen, kommen bei Eunotia nicht vor. Die Kernwand verschwindet und infolgedessen verliert der Kern seine scharfe Kontur; der Kern und die Plasmamasse, in welcher er sich befindet, kann man dann nicht mehr voneinander unterscheiden. Auch verschwindet der Nukleolus.

Soweit liefert die Karyokinese bei Eunotia nichts Besonderes, aber der weitere Verlauf des Prozesses ist ganz anders als bei höheren Pflanzen. Mitten in der Plasmamasse, in welcher der Kern sich befindet, kann man bald ein Organ unterscheiden, daß bis jetzt nur bei Diatomeen wahrgenommen wurde. Dieses Organ hat man Zentralspindel genannt. Es ist ein Plasmastrang, dessen Enden nach den beiden Schalen gerichtet sind. Anfangs bildet die Zentralspindel ein kurzes Stäbchen, das ich in der Mitte der Plasmamasse beobachten konnte. Bei späteren Entwicklungsstadien streckt sie sich durch die ganze Plasmamasse aus (Fig. 4). An den beiden Enden konnte ich ein paar knospenförmige Verdickungen unterscheiden (Fig. 5: Zentralspindel mit Kernplatte, mittels Chromsäurelösung isoliert). Eine faserige Struktur habe ich bei der Zentralspindel nicht wahrgenommen. Ihren Ursprung habe ich nicht studieren können. Es gelang mir nicht festzustellen, ob sie vor der Karyokinese schon anwesend war und von außen her in den Kern drang, wie Lauterborn und Karsten bei Diatomeen gefunden haben. Die Quantität des Materials, über welches ich verfügte, reichte nicht aus zur Lösung dieser Fragen.

Um die Zentralspindel zieht das Kerngerüst sich zusammen. Auf diese Weise entsteht die Kernplatte, welche bei Eunotia ringförmig ist (Fig. 6: Kernplatte, mittels Chromsäurelösung isoliert, noch in horizontaler Stellung. Fig. 7: Kernplatte umgefallen). Der Ring teilt sich in zwei dünnere Ringe oder Kernplattenhälften (Fig. 8: Sich teilende Kernplatte. Fig. 9: Dieselbe umgefallen), die, während sie auseinanderweichen, über die Zentralspindel hinschieben (Fig. 10. Fig. 11: Kernplattenhälften mit der Zentralspindel, mit Hilfe von Chromsäurelösung isoliert. Fig. 12: Kernplattenhälften nach Auflösung der Zentralspindel, die eine noch in horizontaler Stellung, die andere umgefallen).

Ich habe nicht, wie Lauterborn bei Surirella calcarata, konstatieren können, daß die Zentralspindel, während die Kernplattenhälften auseinandergehen, sich bedeutend verlängert (Fig. 10 und 13). Vor der Teilung der Kernplatte (Fig. 4 und 5) fand ich für die Länge der Kernspindel 9 μ und, nachdem die Kernplattenhälften $5^1/_2$ μ oder mehr auseinander gewichen waren (Fig. 10, 11 und 13), 11 μ. Während und nach der Teilung der Kernplatte scheint die Zentralspindel sich also nur wenig zu verlängern. Die Kernplattenhälften weichen so sehr auseinander, daß sie sich schließlich an den Enden der Zentralspindel befinden. Gleichzeitig hiermit teilt sich die Plasmamasse, in welcher die Kernplattenhälften liegen, entzwei. Sowohl die ganze Plasmamasse als die beiden Teile schicken in ver-

schiedene Richtung in die Zelle Plasmastränge aus und anfangs sind auch die beiden Teile durch Plasmastränge miteinander verbunden. Die ganze Figur (Fig. 10) ist einer gewöhnlichen Kernspindel ähnlich; Spindelfasern habe ich jedoch nimmer unterscheiden können.

Die primäre Scheidewand ist indessen zur Entwicklung gekommen; sie breitet sich allmählich aus und naht der Kernfigur. Die Plasmaverbindungen zwischen den Kernplattenhälften weichen nach der Zentralspindel zurück (Fig. 13). Darauf wird diese durch die Scheidewand entzwei geteilt und schließlich verschwindet sie. Die Tochterkerne geraten jetzt in der Nähe von der Scheidewand; darauf weichen sie wieder auseinander und kommen in die Nähe der Epitheca und Hypotheca. Zuletzt erhalten sie eine Stelle in der Mitte der Tochterzellen.

Bei der Entwicklung der ringförmigen Kernplattenhälften zu Tochterkernen ereignen sich dieselben Erscheinungen, wie bei der Bildung der Kernplatte aus dem ruhenden Kern, aber in umgekehrter Reihenfolge. Die Ringe zerteilen sich in Klümpchen (Fig. 14) oder kurze, fadenförmige Stücke, die durch Plasmafädchen verbunden sind. Die Zerteilung geht so weit, daß das Kerngerüst wieder dem eines ruhenden Kernes ähnlich ist. Die Kerne bekommen wieder eine scharfe Kontur, was gewiß mit der Bildung der Kernwand zusammenhängt. Auch erhalten sie wieder Nukleolen. Bei vollwüchsigen Kernen fand ich einen Nukleolus, bei unerwachsenen oft zwei. Wahrscheinlich fließen auch bei Eunotia die Nukleolen, welche in den Tochterkernen entstehen, zu einem Nukleolus zusammen.

Die oben erwähnte primäre Scheidewand ist eine in verdünnter Chromsäurelösung leicht lösliche Lamelle. Die Kieselsäure enthaltenden Schalen kommen später zur Entwicklung.

Das Charakteristischste der Kernteilung der Diatomeen ist die Erscheinung der Zentralspindel. Es kommt mir vor, daß die physiologische Bedeutung dieses Körpers mehr oder weniger dieselbe ist, wie in anderen Fällen die der Kernspindel. Bei Spirogyra fand ich [1]) auf Grund physiologischer Versuche, daß die Kernspindel das Auseinanderweichen der Tochterkerne regelt und befördert. Bei Spirogyra wird die Kernspindel während des Auseinanderweichens der Tochterkerne weiter und länger. Bei Eunotia dagegen verlängert sich die Zentralspindel während des Auseinanderweichens der Kernplattenhälften nur wenig. Darum halte ich es für wahrschein-

1) Zur Physiologie der Spirogyrazelle (Beih. z. Bot. Zentralbl. 1908, Bd. XXIV, Abt. I, pag. 147).

lich, daß bei Eunotia die Zentralspindel nicht zunächst zur Beförderung des Auseinanderweichens der Kernplattenhälften dient, sondern zumal zur Regulierung dieses Prozesses, nämlich zur Bestimmung des Weges, den die Kernplattenhälften zurücklegen müssen. Wie bei Spirogyra müssen physiologische Experimente angestellt werden, um dieses zu beweisen.

Ein Zentrosom habe ich bei Eunotia nicht gefunden. Ein derartiges Organ ist bei einigen Diatomeen entdeckt worden; nämlich von Lauterborn[1]) bei Surirella und Pinnularia und von Karsten[2]) bei Surirella; bei anderen Diatomeen ist von Lauterborn vergeblich nach demselben gesucht worden.

Wie schon oben erwähnt, wurde das Material, das ich für die Untersuchung der Kerne von Eunotia benutzte, mit dem Flemming'schen Gemisch fixiert und nach genügender Härtung mit einer 20%igen Chromsäurelösung behandelt. Während dieser Behandlung verhielt das Kerngerüst und was aus demselben zur Entwicklung kommt sich wieder auf dieselbe Weise, wie bei anderen Pflanzen. Es leistete länger Widerstand als das andere Plasma. Nach Auflösung des Cytoplasmas, der Kernwand und des Nukleolus lag das Kerngerüst schließlich ganz frei in der leeren Zelle. Untersuchte ich Zellen mit einer Kernplatte oder mit Kernplattenhälften, so leisteten diese wieder länger Widerstand als der übrige Zellinhalt; sie fielen dabei um und ich konnte dann deutlich einen oder zwei Ringe in den Zellen wahrnehmen (Fig. 6, 7 und 12).

Bei mehr fortgeschrittenen Teilungsstadien kann man bei den umgefallenen Kernplattenhälften wahrnehmen, daß die Ringe sich in einige (ungefähr sechs) Klümpchen geteilt haben, die durch dünnere Teile miteinander verbunden sind (Fig. 14). Klebahn[3]) hat ähnliche Entwicklungsstadien untersucht und sich sehr viel Mühe gegeben die Tochterkerne auf mechanischem Wege in horizontale Stellung zu bringen, um sie auch in dieser Stellung untersuchen zu können, was ihm aber nur einmal gelang. Mit der Chromsäuremethode wird dasselbe ohne Mühe erreicht, was ein bedeutender Vorteil dieser Methode ist.

Die Widerstandsfähigkeit der Zentralspindel Chromsäure gegenüber ist größer als die des Cytoplasmas (Fig. 5 und 11), aber weniger als die der Kernplatte oder der Kernplattenhälften. Die beiden Kernplattenhälften bleiben also in der Chromsäurelösung noch während

---

1) l. c. pag. 54.
2) l. c. pag. 253.
3) l. c. pag. 615.

einiger Zeit durch die Zentralspindel miteinander verbunden, wenn das umgebende Plasma schon aufgelöst ist (Fig. 11). Wenn man die Chromsäure wegwäscht und die Präparate mit Brillantblau extra grünlich färbt, erhält man sehr lehrreiche Präparate. Von der Wand ist nur das Kieselgerüst übriggeblieben und von dem Inhalt das Kerngerüst, die Kernplatte oder die Kernplattenhälften mit oder ohne Zentralspindel, was von der mehr oder weniger starken Einwirkung der Chromsäure abhängt. Während das Kieselskelett durchaus nicht gefärbt wird, werden das Kerngerüst und die ringförmige Kernplatte und Kernplattenhälften schön blau gefärbt.

Resultate.

Bei Eunotia major teilt der Kern sich auf karyokinetischem oder mitotischem Wege, gleichwie bei anderen Diatomeen, wo es von Lauterborn und Karsten festgestellt ist. Bei Eunotia major erscheint auch eine Zentralspindel, ein Körper, der offenbar bei der Karyokinese eine bedeutende Rolle spielt und charakteristisch ist für die Kernteilung der Diatomeen, wie obengenannte Untersucher auch schon nachgewiesen haben. Gut entwickelte Chromosomen kommen bei Eunotia major nicht vor. Das Kerngerüst bildet kleine, kurze Körperchen unbestimmter Form, welche sich um die Zentralspindel zusammenziehen und die ringförmige Kernplatte bilden, die sich in zwei ringförmige Kernplattenhälften teilt, die längs der Zentralspindel auseinanderweichen und sich zu den Tochterkernen entwickeln.

Was die Chromosomen betrifft, bemerke ich, daß meine Resultate mit denen von Klebahn und Karsten übereinstimmen, aber nicht mit denen von Lauterborn. Lauterborn fand bei Surirella calcarata und anderen Diatomeen sowohl im Mutterkern als in den Tochterkernen lange, gut entwickelte Chromosomen, deren Zahl er bestimmen konnte (16 und mehr). Klebahn hat bei Rhopalodia gibba und Karsten bei Surirella saxonica derartige Chromosomen nicht wahrnehmen können, sondern ebenso wie ich bei Eunotia major, nur einige kurze, dicke Körperchen, deren Form verschieden und nicht genau anzudeuten und deren Zahl nicht zu bestimmen war. Hierbei muß man berücksichtigen, daß die verschiedenen Resultate bei verschiedenen Spezies erhalten sind.

Groningen, Oktober 1912.

Figurenerklärung zu Tafel X.

Fig. 1. Ruhender Kern.
Fig. 2. Ruhender Kern, während der Chromsäureeinwirkung umgefallen, Kernwand aufgelöst.
Fig. 3. Anfang der Karyokinese, das Kerngerüst fängt an sich zusammenzuziehen, umgefallener Kern, Kernwand aufgelöst.
Fig. 4. Plasmamasse mit der Zentralspindel und der ringförmigen Kernplatte.
Fig. 5. Kernplatte mit Zentralspindel, mittels Chromsäurelösung isoliert.
Fig. 6. Kernplatte, mittels Chromsäurelösung isoliert.
Fig. 7. Umgefallene Kernplatte.
Fig. 8. Sich teilende Kernplatte, mittels Chromsäure isoliert.
Fig. 9. Umgefallene sich teilende Kernplatte.
Fig. 10. Kernteilungsfigur mit der Zentralspindel und den beiden ringförmigen Kernplattenhälften.
Fig. 11. Zentralspindel mit den beiden Kernplattenhälften, mittels Chromsäure isoliert.
Fig. 12. Die Kernplattenhälften, mittels Chromsäure isoliert, die eine noch in horizontaler Stellung, die andere umgefallen.
Fig. 13. Die Kernplattenhälften in der Nähe von den Enden der Zentralspindel.
Fig. 14. Die Kernplattenhälften fangen an sich zu Tochterkernen zu entwickeln; die umgefallenen Ringe sind aus einigen zusammenhängenden Massen zusammengesetzt.

1



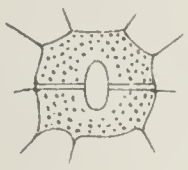
2



3



4



5



6



7



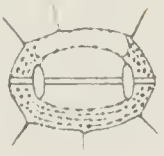
8



9



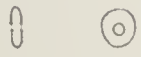
10



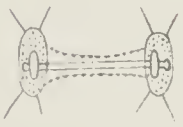
11



12



13



14



C van Wisselingh gez

Verlag von Gustav Fischer in Jena.

P. Weise, Lith., Jena.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Flora oder Allgemeine Botanische Zeitung

Jahr/Year: 1913

Band/Volume: 105

Autor(en)/Author(s): Wisselingh C. van

Artikel/Article: Die Kernteilung bei Eunotia major Rabenh. 265-274