Ueber mehrkernige Spirogyrazellen.

Von

C. van Wisselingh.

Versuche von Gerassimoff[1]).

Bisweilen beobachtet man bei *Spirogyra* eine kernlose Zelle und neben derselben eine oder mehrere Zellen mit zwei Kernen, die auf dem Querschnitte des Fadens einander diametral gegenüber stehen. Dann und wann kann man auch eine zweikernige Zelle wahrnehmen, die nicht von einer kernlosen Zelle begleitet wird und in welcher die Kerne einander nicht diametral gegenüber stehen, sondern in einiger Entfernung von einander sich in der Längsachse befinden[2]).

Gerassimoff[3]) ist es gelungen, die erste Erscheinung künstlich zum Vorschein zu bringen. In Theilung begriffene *Spirogyra*-zellen setzte er während einiger Minuten niederer Temperatur aus. Hierdurch wird die Karyokinese gehemmt. Die Resultate, welche man erhält, sind abhängig von den Phasen, in welchen die Kerne sich beim Anfange des Versuches befinden. Wenn ein Kern sich im Spindelstadium befindet, können aus demselben eine zweikernige und eine kernlose Zelle entstehen. Bisweilen wird aber auch die Querwand in ihrer Entwickelung gestört und man erhält dann zwei communicirende Zellen. Auch können Ausstülpungen und unregelmässige Verdickungen auf der Querwand zur Entwickelung kommen. Aus anderen Theilungsstadien gehen Kerne hervor, die man als zusammengesetzte betrachten kann. Gerassimoff[4]) richtet die Aufmerksamkeit auf die Uebereinstimmung zwischen den Formen dieser zusammengesetzten Kerne und den Figuren der directen Kerntheilung, welche Schmitz, Treub, Hegelmaier, Strasburger und Johow beschrieben und abgebildet haben. Hierzu bemerke ich, dass ich, was die directe Kerntheilung angeht, bei dem Embryosackbelege von Fritillaria und Leucojum zu ganz anderen Resultaten gelangt bin als vorige Untersucher[5]). Bei den genannten Objecten kann nicht

1) Ueber die kernlosen Zellen bei einigen Conjugaten, Bulletin de la Société des naturalistes de Moscou, 1892 pag. 109.

2) Vergl. Strasburger, Zellbildung und Zelltheilung, 1880 pag. 183 u. 184.

3) l. c. pag. 111 ff.

4) l. c. pag. 113 und 114.

5) Ueber das Kerngerüst, Botan. Ztg. 1899 pag. 171 ff.

Universitätsbibliothek Regensburg

urn:nbn:de:bvb:355-ubr05156-0382-1

von einer directen Kerntheilung die Rede sein, sondern wohl von einer unvollkommenen Karyokinese. Diese Ansicht stimmt überein mit der von Gerassimoff, der ganz richtig von gehemmter Kerntheilung und von zusammengesetzten Kernen spricht. Ebenso gut hätte Gerassimoff auch von unvollkommener Karyokinese reden können. Ich gab dem letzteren Namen den Vorzug, weil mögliche Hemmungen mir unbekannt waren. Gerassimoff konnte dagegen ohne Schwierigkeit von gehemmter Theilung reden, da die Hemmung von ihm selbst hervorgerufen wurde. Anstatt niedere Temperatur anzuwenden, hat Gerassimoff[1]) die oben erwähnten Resultate auch mit Hilfe von Anästheticis, Chloralhydrat, Aether nnd Chloroform, erhalten.

Nach wiederholter Theilung der zweikernigen Zellen und derjenigen mit grossen Kernen erhielt Gerassimoff ganze Reihen solcher Zellen.

Die Versuche des genannten Forschers haben gezeigt, welche Resultate Hemmungen in der Karyokinese veranlassen können und ausserdem haben sie das Vorkommen in der Natur von kernlosen und zweikernigen Zellen erklärt. Die andere Erscheinung, von welcher oben die Rede ist, nämlich das Vorkommen zweikerniger Zellen mit beiden Kernen in der Längsachse des Fadens und nicht von kernlosen Zellen begleitet, wird von Gerassimoff ausser Betracht gelassen, während andere Untersucher dieselbe, so viel ich weiss, auch noch nicht studirt haben. In den folgenden Seiten werden einige Beobachtungen besprochen werden, welche sich auf die letztgenannte Erscheinung beziehen.

Eigene Untersuchungen.

Material und Methode.

Beim Ziehen von *Spirogyren* in gläsernen Gefässen nahm ich dann und wann zweikernige Zellen wahr, zumal wenn zurückgegangene Culturen durch Erneuerung des Wassers sich wieder mehr oder weniger erholten. Bei *Spirogyra triformis n. s.*[2]) gelang es mir, eine Cultur, welche schon grösstentheils zu Grunde gegangen war, wieder zu einer sehr starken Entwickelung zu bringen. Es zeigte sich dabei, dass alle Fäden dieser Cultur mehr oder weniger mehrkernige Zellen be-

1) Ueber ein Verfahren, kernlose Zellen zu erhalten. Zur Physiologie der Zelle. Moskau 1896.

2) C. van Wisselingh, Ueber Kernth. bei Spirogyra, dritter Beitrag zur Kenntniss der Karyokinese, Flora 1900 pag. 356 u. 357.

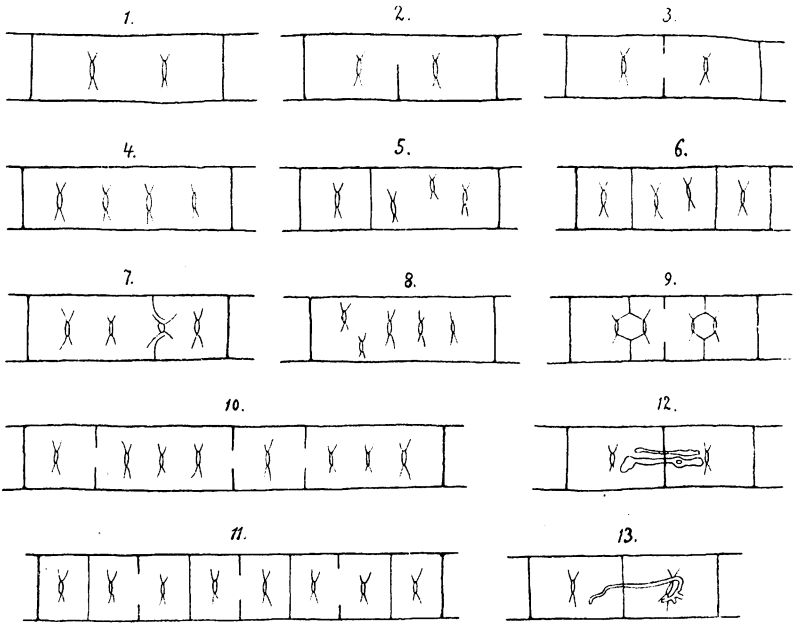
Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05156-0383-6

sassen und manche Eigenthümlichkeiten in Verbindung mit dieser Erscheinung zeigten. Einen Theil dieser Cultur habe ich in das Flemming'sche Gemisch [1]) gebracht und untersucht. Um verschiedene Details genauer zu beobachten, wurden dann und wann Behandlung mit einer 40 proc. Chromsäurelösung [2]) und Erwärmung in Glycerin bis 300° C. [3]) angewendet.

Spirogyra triformis hat platte Kerne, ziemlich dünne Zellwände und schief verlaufende Chlorophyllbänder.

Das Entstehen von Zellen mit zwei Kernen.

Die zweikernigen *Spirogyra*zellen (Fig. 1), die ich in meinem Material angetroffen habe, entstehen, wenn bei einkernigen Zellen Karyokinese stattfindet und die Bildung der Querwand unterbleibt.



Oft kommt es vor, dass die Querwand sich theilweise entwickelt. Bald sind nur einige Spuren derselben vorhanden, bald bildet sie einen einspringenden Ring in der Zelle (Fig. 3). Mehrmals kann man be-

1) C. van Wisselingh, Ueber den Nucleolus von Spirogyra, Bot. Zeitg. 1898 pag. 199.

2) l. c. pag. 199 und Ueber Kernth. bei Spirogyra, dritter Beitrag, pag. 356.

3) van Wisselingh, Mikroch. Unters. über die Zellwände der Fungi, Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. XXXI Heft 4 pag. 624 ff.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05156-0384-2

obachten, dass sie an einer Seite sich mehr entwickelt hat, als an der anderen; auch sieht man oft, dass sie an einer Seite ganz fehlt (Fig. 2). Bisweilen hat die Querwand nur eine oder ein Paar kleine Oeffnungen. Auch kann es geschehen, dass statt einer normalen Querwand an mehr als einer Stelle eine unvollkommene Querwand zur Entwickelung kommt. Die theilweise gebildeten Querwände sind nicht selten gebogen. Die inneren Lamellen der Zellwand setzen sich über die unvollkommenen Querwände fort und bekleiden also verschiedene Zellabtheilungen.

Das Entstehen von Zellen mit mehr als zwei Kernen.

Wenn bei einer zweikernigen Zelle die Karyokinese sich wiederholt, was bei beiden Kernen stattfindet (Fig. 9), können verschiedene Fälle sich darbieten. Die Querwandbildung kann zum zweiten Mal zurückbleiben; in diesem Falle entsteht eine vierkernige Zelle (Fig. 4). Die eine Querwand kann sich normal entwickeln, während die andere zurückbleibt, in welchem Falle man eine dreikernige und eine einkernige Zelle erhält (Fig. 5). Auch können beide Querwände sich normal entwickeln; man bekommt dann zwei einkernige Zellen und in der Mitte eine zweikernige (Fig. 6). Weil bei auf einander folgenden Theilungen die Querwände bald gar nicht, bald theilweise oder auf ganz normale Weise zur Entwickelung kommen, gibt es, ausser den oben genannten, noch viele andere Combinationen. Ich beobachtete zwei-, drei- und vierkernige Zellen ohne eine Spur von Querwänden, wie auch solche mit einer, zwei und drei theilweise entwickelten Querwänden. Im letzten Falle würde man oft richtiger von zwei, drei oder vier mit einander communicirenden Zellen reden können, nämlich wenn die Querwände nur kleine Oeffnungen haben. Einmal fand ich eine Zelle mit fünf Kernen ganz ohne Querwände (Fig. 8) und einmal vier communicirende Zellen, deren zwei mit einem und zwei mit drei Kernen, zusammen also mit acht Kernen (Fig. 10). Die in Fig. 11 abgebildete Zellenreihe ist aus einer Zelle entstanden, in welcher sich erst eine unvollkommene Querwand gebildet hat, nachher nochmals zwei unvollkommene Querwände und zuletzt vier normale Querwände. Aus der Dicke der Querwände kann man schliessen, welche die erst- und welche die letztgebildeten sind.

Verbreitung der mehrkernigen Zellen.

Oben habe ich schon erwähnt, dass bei Wiederholung der Karyokinese aus zweikernigen Zellen sowohl mehrkernige als einkernige

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05156-0385-8

Zellen entstehen können. Daraus geht schon hervor, dass man selten viele Zellen mit der nämlichen Anzahl Kernen hinter einander finden wird, aber dass vielmehr bei auf einander folgenden Zellen die Anzahl gewöhnlich variiren wird. Unten gebe ich eine schematische Darstellung von vier Stücken verschiedener Fäden. Jede Ziffer stellt eine Zelle vor und gibt zugleich die Anzahl der Kerne an; 10×1 bedeutet zehn Zellen mit einem Kerne u. s. w. Zwei oder mehr mit einander communicirende Zellen habe ich stets als eine Zelle betrachtet.

1 1 1 1 4 4 1 1 1 1 4 4 4 1 1 1 1 4 4 1 1 4 1 1 1 1 1 1 4 2 4 4 2 2 4 4 4 2 2 4 3 1

$10 \times 1, 2\,4\,4, 5\,6 \times 1, 3\,1\,2\,1\,1\,1\,2\,1\,1\,4\,1\,1\,1\,1\,4\,1\,1\,2\,4\,1\,3\,2\,2\,2\,1\,1\,2\,2\,8\,1\,2\,1$

$4\,1\,1\,2\,2\,1\,1\,2\,1\,1\,2\,2, 3\,0 \times 1, 2\,1\,1\,1\,1\,1\,1\,2, 1\,9 \times 1, 2\,1\,1\,1$

$11 \times 1, 2\,1\,1\,2\,1\,1\,1\,2\,1\,2\,1\,1\,1\,1\,1\,1\,2\,1\,1\,1\,1\,1\,1\,2\,2\,2\,2, 1\,0 \times 1, 2\,2\,2\,1\,1\,1\,1\,2\,2\,1$

$1\,1\,1\,2\,1\,2\,1\,1\,1\,1\,1\,1\,2$

$1\,1\,1\,1\,2\,2\,2, 1\,5 \times 1, 2\,1\,1\,1\,3\,2\,2\,2\,2\,1\,2\,1, 1\,7 \times 1.$

Grösse der mehrkernigen Zellen.

Die Dicke der mehrkernigen Zellen stimmt mit der der einkernigen überein. Die Länge der mehrkernigen Zellen ist bisweilen sehr bedeutend. Bei den von mir untersuchten Fäden hatten die vierkernigen Zellen im Durchschnitt eine Länge von 397,5 μ, während die grössten derselben eine Länge von 450 und 455 μ hatten. Doch ist diese Länge verhältnissmässig gering. Sie ist weniger als das Dreifache der mittleren Länge der einkernigen Zellen. Die Länge der zweikernigen Zellen war im Durchschnitt das Doppelte der einkernigen und bisweilen sogar noch etwas mehr. Bei einem Faden betrug die Länge der einkernigen Zellen im Durchschnitt 177 μ und die der zweikernigen 384 μ; bei einem anderen Faden die Länge der einkernigen im Durchschnitt 185 μ und die der zweikernigen 381 μ.

Wenn aus einer zweikernigen Zelle eine zwei- und zwei einkernige Tochterzellen entstehen (Fig. 6), so ist die Länge der zweikernigen Zelle anfangs immer geringer als die sämmtliche Länge der beiden einkernigen. Die Erscheinung ist mehr auffallend, wenn in der Mutterzelle die Querwand ganz fehlt, als wenn eine unvollkommene Querwand vorhanden ist. Ich untersuchte in 25 Fällen die oben beschriebene Zellencombination. In elf Fällen hatte die Querwand bei den zweikernigen Mutterzellen sich nur sehr wenig oder gar nicht entwickelt; in den 14 übrigen Fällen war ein mehr oder weniger bedeutender Theil zur Entwickelung gekommen. Im ersten Falle war die Länge der zweikernigen Tochterzellen im Durchschnitt 186 μ

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05156-0386-4

und die sämmtliche Länge der beiden einkernigen Zellen im Durchschnitt 275 μ, war also das Verhältniss 1:1,48. Im zweiten Falle betrug die Länge der zweikernigen Zellen im Durchschnitt 200 μ und die der beiden einkernigen zusammen 234 μ, war also das Verhältniss 1:1,17.

Was die Länge der Zellen angeht, so muss ich noch auf einen Punkt die Aufmerksamkeit richten. Wenn *Spirogyra*fäden in weniger günstige Verhältnisse kommen, so bekommen die Zellen, welche am Leben bleiben, oft eine ausserordentliche Länge, während sie einkernig bleiben. Bei *Spirogyra triformis* beobachtete ich solche Zellen, welche bei einer normalen Dicke eine Länge von 390—420 μ hatten.

Die Kerne.

Die Kerne der *Spirogyra*fäden mit mehrkernigen Zellen stimmen mit denen normaler Fäden überein. Die in der Natur vorkommenden Fäden und die aus denselben erhaltene Cultur zeigten in Bezug auf die Kerne die nämlichen Details. Bei beiden hatten die Kerne gewöhnlich einen Nucleolus, bisweilen auch zwei. Bei vielen Fäden beobachtete ich, dass, wenn einige Kerne zwei Nucleolen enthielten, einer derselben sehr klein war (Zwergnucleolus). Wo diese Erscheinung bei Fäden mit mehrkernigen Zellen vorkam, beobachtete ich sie sowohl bei den einkernigen als bei den mehrkernigen Zellen. Bei den mehrkernigen Zellen befinden die Kerne sich gewöhnlich in der Achse der Zelle und ist ihre Stellung wie bei normalen Zellen. Es kann aber auch vorkommen, dass die Kerne ausserhalb der Achse gerathen und sich mehr oder weniger davon entfernen (Fig. 5 u. 8), aber sehr selten stellen sie sich diametral gegenüber. Die Stellung der Kerne hängt zusammen mit der Stelle, wo die Querwände kommen (Fig. 9). Bei den zweikernigen Zellen z. B. sind die Kerne mehr von einander entfernt als von den Querwänden, während die gegenseitige Entfernung der Kerne geringer ist als die Summe der Entfernungen der Kerne von den nächsten Querwänden (Fig. 1). Wenn sich in solchen Zellen Querwände bilden, so werden sie in drei Theile zertheilt, von welchen der mittlere Theil der grösste ist, jedoch kleiner als die beiden anderen zusammen (Fig. 6). Bisweilen gelangt ein Kern in die Oeffnung einer Querwand (Fig. 7). Ich beobachtete solches bei einigen vierkernigen Zellen.

Das Cytoplasma.

Das wandständige Protoplasma und die Chlorophyllbänder setzen sich über die unvollkommenen Querwände fort. Die Chlorophyllbänder

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05156-0387-9

gehen oft durch sehr kleine Oeffnungen in den Querwänden. Die Suspensionsfäden laufen von den Kernen nach der Wand; sie verzweigen sich und die Verzweigungen sind bei den Pyrenoiden an dem wandständigen Protoplasma befestigt, wie bei normalen *Spirogyra*fäden. Wenn ein Kern in oder bei der Oeffnung einer Querwand liegt, verbreiten und verzweigen die Suspensionsfäden sich an beiden Seiten der Querwand. Sie befinden sich also in verschiedenen Zellabtheilungen.

Was das wandständige Protoplasma angeht, so muss ich besonders auf einen Punkt die Aufmerksamkeit richten. Wenn *Spirogyra*fäden in weniger günstige Verhältnisse kommen, so nehmen die Chlorophyllbänder bald einen andern Verlauf. Sie schlängeln sich auf unregelmässige Weise der Wand entlang und anastomiciren mit einander. Bisweilen häuft sich das Cytoplasma mit dem Chlorophyll in der Mitte der Zelle mehr oder weniger an. Bei den von mir untersuchten Fäden mit mehrkernigen Zellen waren die Chlorophyllbänder noch nicht immer zum vollkommen normalen Zustande zurückgekehrt. Der Verlauf war bisweilen noch mehr oder weniger abnorm, während die Pyrenoiden auch nicht das gewöhnliche Aussehen hatten. Der abnorme Zustand des wandständigen Protoplasmas, besonders der Chlorophyllbänder, veranlasst mich zu vermuthen, dass diese Erscheinung mit dem ganzen oder theilweisen Wegbleiben der Querwände in Verbindung steht.

Auswüchse an den Querwänden.

Während in einigen Zellen die Querwandbildung ganz oder theilweise ausbleibt, kommen in anderen Zellen an den Querwänden allerlei unregelmässige Auswüchse zur Entwickelung, welche sich weit in das Zelllumen ausstrecken (Fig. 12) und bisweilen sogar bis an den Kern reichen (Fig. 13). Weniger starke Wucherungen findet man bisweilen auch bei den Längswänden. Reagentien gegenüber verhalten die Auswüchse sich wie die Zellwand. Mit Chlorzinkjodlösung und mit Jodium und 76 % Schwefelsäure geben sie die Cellulosereaction; auch durch Rutheniumroth werden sie gefärbt. Bei Erwärmung in Glycerin bis 300° lassen sie ein Cellulosegerüst zurück. Sie zeigen Schichtung; bisweilen schliessen sie eine körnige Substanz ein.

Das öftere Vorkommen überflüssiger Zellwandwucherungen zeigt, dass das ganze oder theilweise Misslingen vieler Querwände nicht auf einer weniger kräftigen Zellwandbildung durch Mangel an Material beruht, sondern dass nur eine abnorme Zellwandentwickelung stattfindet.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05156-0388-5

Resultate.

Aus den vorigen Seiten ergibt sich, dass mehrkernige *Spirogyra*-zellen noch auf eine andere Weise entstehen können als Gerassimoff gezeigt hat. Es kommt mir wichtig genug vor, die von Gerassimoff wahrgenommene Erscheinung und die von mir beschriebene mit einander zu vergleichen. Es zeigt sich, dass bei oberflächlicher Uebereinstimmung viele wichtige Verschiedenheiten anzuweisen sind.

1. Gerassimoff setzte in Theilung begriffene *Spirogyra*zellen während einiger Zeit niederer Temperatur oder der Einwirkung von Anästheticis, Chloroform, Chloralhydrat oder Aether, aus.

Ich brachte eine zurückgegangene Cultur wieder zu kräftiger Entwickelung.

2. Gerassimoff erhielt aus einer in Theilung begriffenen Zelle eine kernlose und eine mit zwei Kernen oder mit einem zusammengesetzten oder grossen Kern.

Bei meinen Versuchen entsteht aus einer einkernigen Zelle eine zweikernige, wenn Karyokinese stattfindet und die Querwandbildung ganz oder theilweise zurückbleibt.

3. In den von Gerassimoff erhaltenen zweikernigen Zellen stehen die Kerne sich diametral gegenüber.

Bei den von mir erhaltenen mehrkernigen Zellen liegen die Kerne in der Zellachse, wie bei den normalen einkernigen Zellen.

4. Ausser zweikernigen Zellen erhielt Gerassimoff auch Zellen mit einem sehr grossen oder mit einem zusammengesetzten Kern.

Bei den von mir cultivirten Fäden kommen keine grossen oder zusammengesetzten Kerne vor.

5. Wenn die von Gerassimoff erhaltenen Zellen sich theilen, bekommen die Tochterzellen jede zwei Kerne oder einen grossen abnormen Kern, je nachdem die Mutterzellen enthielten.

Wenn bei den von mir erhaltenen zweikernigen Zellen die Karyokinese sich wiederholt, entstehen, im Falle die Querwandbildung wieder misslingt, auch Zellen mit drei, vier und mehr Kernen.

6. Die von Gerassimoff erhaltenen Zellen mit zwei Kernen und mit grossen Kernen bilden bei Vermehrung durch Theilung ganze Reihen solcher Zellen.

In den von mir cultivirten *Spirogyra*fäden liegen Zellen mit einem, zwei, drei, vier und mehr Kernen durch einander.

7. Die von Gerassimoff erhaltenen Zellen bilden dickere Zellenreihen.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05156-0389-4

Bei den von mir cultivirten Fäden sind die ein- und mehrkernigen Zellen gleich dick.

8. Was die Erblichkeit der von Gerassimoff wahrgenommenen Erscheinung betrifft, sei erwähnt, dass bei der Theilung die besonderen Eigenschaften der Mutterzellen auf die Tochterzellen übergehen, und dass dieselben nach der Copulation noch nicht ganz verschwunden sind. Gerassimoff erhielt nämlich hierbei keine Zellen mehr mit zwei Kernen, sondern wohl dicke Fäden mit grossen Kernen.

Die von mir beobachtete Erscheinung ist wenig standhaft; bald wiederholt sie sich bei der Karyokinese, bald nicht.

9. Die von Gerassimoff hervorgerufene Erscheinung ist mit einer Hemmung der Karyokinese verbunden.

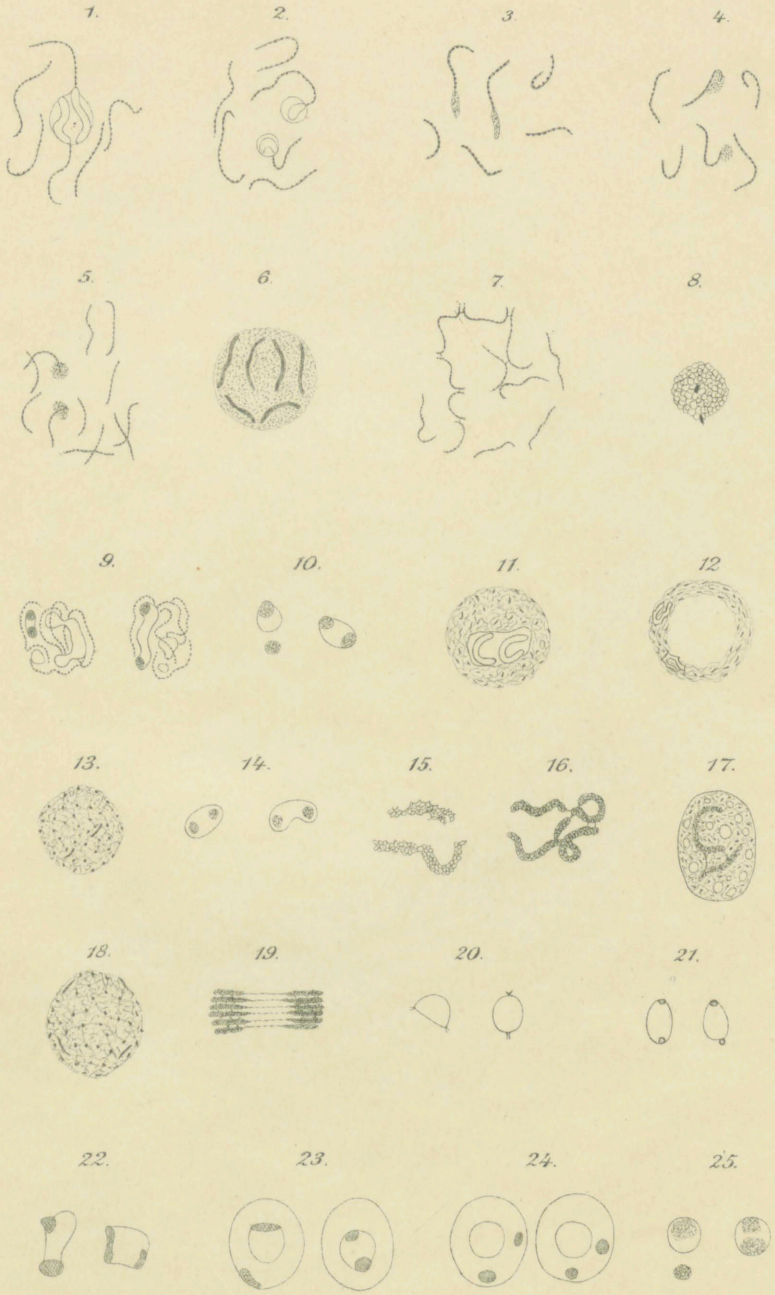
Die von mir wahrgenommene Erscheinung tritt auf, ohne dass äussere Einflüsse während der Karyokinese eine störende Einwirkung ausüben.

Steenwijk, Juni 1900.

Figuren-Erklärung.

Fig. 1. Eine zweikernige Zelle.
Fig. 2. Eine zweikernige Zelle mit unvollkommener Querwand.
Fig. 3. Wie oben.
Fig. 4. Eine vierkernige Zelle.
Fig. 5. Eine drei- und eine einkernige Zelle, aus einer Zelle entstanden.
Fig. 6. Eine zweikernige und zwei einkernige Zellen, aus einer Zelle entstanden.
Fig. 7. Eine vierkernige Zelle mit einer unvollkommenen Querwand.
Fig. 8. Eine fünfkernige Zelle.
Fig. 9. Karyokinese in einer zweikernigen Zelle mit unvollkommener Querwand.
Fig. 10. Communicirende Zellen, zwei drei- und zwei einkernige, aus einer Zelle entstanden.
Fig. 11. Zellenreihe, aus einer Zelle entstanden. Die letztgebildeten Querwände ohne Oeffnungen.
Fig. 12. Auswüchse an einer Querwand.
Fig. 13. Wie oben.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05156-0390-8



C. van Wisselingh. del.

L.J. Thomas Lith. Inst., Berlin S. 42.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Flora oder Allgemeine Botanische Zeitung

Jahr/Year: 1900

Band/Volume: 87

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

Artikel/Article: Ueber mehrkernige Spirogyrazellen. 378-386