Nachdruck verboten. Übersetzungsrecht vorbehalten.

# Über ein bisher wenig beobachtetes Gebilde und andere Erscheinungen im Kerne von Spirogyra (setiformis Kütz.).

(Zur Cytologie der Gattung Spirogyra. II.<sup>1</sup>)

Von

Viktor Czurda (Prag).

(Hierzu Tafel 3 u. 4 und 4 Textfiguren.)

Gelegentlich meiner Untersuchungen (1921) über die Löslichkeitsverhältnisse der Spirogyra-Nucleolen<sup>2</sup>) ist mir im Außenkern<sup>2</sup>) der Spirogyra setiformis Kütz. ein Gebilde aufgefallen, das ich auch in einigen Abbildungen jener Veröffentlichung (Taf. 14 Fig. 6, Taf. 15 Fig. 2 u. 3) festgehalten habe. Meine Aufmerksamkeit zog es durch sein häufiges Auftreten, durch seine konstante Einzahl und relativ gleichbleibende Größe auf sich. Beim Studium der cytologischen Literatur über Spirogyra stellte ich ferner fest, daß ein einziger Forscher ein neben dem Binnenkörper<sup>2</sup>) vorkommendes Gebilde im Spirogyra-Kern eingehend untersucht hat: C. VAN WISSELINGH. Von

<sup>&</sup>lt;sup>1</sup>) Der erste Teil dieser Arbeitenreihe über die Cytologie von *Spirogyra* erschien Bd. 44 dieses Archivs S. 346. (Weitere Teile der fortlaufenden Arbeitenreihen folgen.)

<sup>&</sup>lt;sup>2</sup>) Bezüglich der hier verwendeten Nomenklatur: "Binnenkörper" (HART-MANN) ist gleich: Nucleolus (Zacharias, Tröndle, van Wisselingh), "Kernkörperchen" (STRASBURGER, KLEBAHN), "nucleolo-noyau" (CARNOY, MEUNIER), "Nucleolonucleus" (MACFARLANE), "Folgecaryosom" (PETERSCHILKA). "Außenkern" (HARTMANN) = allgemein "Kern" oder "Nucleus" früherer Autoren. "Nebenkörper" (CZURDA) = "Zwergnucleolus" (van Wisselingh) (?), "zweites Kernkörperchen" (KLEBAHN) (?).

den übrigen Beobachtern wird, wenn überhaupt, vom Vorkommen eines zweiten Gebildes unter verschiedenen Namen ("zweiter Nucle-olus", "zweites Kernkörperchen", und ähnlichen) nur eine kurze Notiz gemacht und die Erscheinung als etwas Zufälliges, Abnormales hingestellt, und wenn auch das nicht, so fand sie doch keine ent-sprechende Beachtung. So sagt KLEBAHN (1888, S. 162): "Jeder" (nämlich Zygotenkern von Spirogyra jugalis), "enthält in der Regel ein Kernkörperchen, nur bei Sp. orthospira Näg. (Sp. majuscula Kütz.) ford ich wie in den Kernen der verstetiven Kellen nehen einem fand ich, wie in den Kernen der vegetativen Zellen, neben einem großen noch ein kleines Kernkörperchen (Taf. VII Fig. 8)". Auch in ihren Abbildungen sind mitunter neben dem großen Binnenkörper ein oder mehrere Körperchen eingezeichnet (siehe STRASBURGER, 1880, Taf. II Fig. 19-22). Meines Wissens hat aber VAN WISSELINGH Taf. 11 Fig. 19–22). Meines Wissens hat aber VAN WISSELINGH als einziger ein neben dem Binnenkörper im Außenkern vorhandenes Gebilde, das er "Zwergnucleolus" nennt, eingehend studiert. Auf Grund seiner Kernteilungserfahrungen, die er bei seiner Chromsäure-lösungsmethode gewonnen hatte, glaubt er die Erscheinung eines Zwergnucleolus lückenlos aufgedeckt zu haben. Ich stieß jedoch im Verlauf meines Studiums seiner Resultate und meines Objektes auf mehrfache Widersprüche, so daß ich mich schließlich veranlaßt gesehen habe, mein Objekt einer Detailuntersuchung zu unterziehen. Ebenso wie der genannte Autor war auch ich genötigt, den Verlauf der Caryokinese zu verfolgen, um über die Rolle dieses Gebildes einen Aufschluß zu erhalten. Auch zu diesen Erscheinungen soll das Folgende einen Beitrag liefern.

Gleich an dieser Stelle will ich für die während der Arbeit erfahrenen Unterstützungen Dank sagen. Vor allem spreche ich meinem verehrten Lehrer, Herrn Prof. Dr. A. PASCHER, herzlichsten Dank aus dafür, daß er mich bei meinen Untersuchungen, im besonderen bei der Literaturbeschaffung, in so liebenswürdiger Weise unterstützte. Auch Herrn A. NEUBER danke ich wärmstens für seine Mitarbeit beim Festhalten des Objektes mittels der photographischen Platte.

## Historisches.

Von einer eingehenden Darstellung der bisher erzielten Ergebnisse cytologischen Studiums an *Spirogyra* nehme ich hier Abstand. Ist doch jüngst erst eine solche von VAN WISSELINGH (1921, vorher NEUENSTEIN, 1914) gegeben worden. Bloß auf die Resultate von Spirogyra setiformis möchte ich hier etwas näher eingehen. Nachprüfungen sind nur dann wertvoll, wenn sie tunlichst am gleichen Material angestellt wurden. Sollte sich aber im Verlauf der Darstellung ein Hinweis auf andere Spezies als vorteilhaft ergeben, soll dortselbst die entsprechende Nachtragung oder Ergänzung erfolgen. DEGAGNY (1893) hat als erster über eine als Spirogyra setiformis bezeichnete Spezies cytologische Mitteilungen gemacht. Es ist aber

DEGAGNY (1893) hat als erster über eine als Spirogyra setiformis bezeichnete Spezies cytologische Mitteilungen gemacht. Es ist aber bedauerlich, daß er nichts Genaueres über das Aussehen der untersuchten Art angibt. Auch andere wünschenswerte Angaben fehlen. Seine Beobachtungen sind zum kleineren Teil an lebendem, zum größeren Teil an fixiertem Material (verdünnte Chrom-, Essig- und Pikrinsäure, vor allem aber FLEMMING'sches Chromosmiumsäuregemisch) gemacht. Nach der Wässerung färbte er mit Fuchsinoder Methylgrünlösung in Glycerin. Eine Rekonstruktion der Gerinnungsbilder, die er damit erzielt hat, ist nach seinen abbildungslosen Veröffentlichungen nicht einwandfrei möglich, da mit einzelnen Ausdrücken keine eindeutige Vorstellung verknüpfbar ist. Seine Ergebnisse lassen sich deshalb nicht kurz skizzieren. Von einer wörtlichen Wiedergabe sehe ich hier ab, indem ich auf jene Publikationen selbst verweise. Auf einzelne Momente wird hier fallweise aufmerksam gemacht werden. Eines geht aber aus seinen Mitteilungen mit Sicherheit hervor: daß er nämlich bei der untersuchten Spezies kein zweites, kleineres Gebilde (Zwergnucleolus), neben dem großen Binnenkörper im Außenkern beobachtet hat. Die Existenz eines so auffallenden Gebildes, wie es in meinen Präparaten der Fall ist, würde er gewiß verzeichnet haben.

Spirogyra setiformis wurde dann noch ein zweites Mal, von VAN WISSELINGH (1900), untersucht. Das von STEENWIJK stammende Material beschreibt er folgend:

"Die Fäden sind dunkelgrün; sie sind 116—128  $\mu$  dick; die Länge der Zellen beträgt meistens 80—120  $\mu$ ; bisweilen kommen auch längere Zellen vor, u. a. von 200  $\mu$ . Die Zellwand ist ziemlich dick. Bei den Querwänden ragt sie ein wenig nach außen hervor. Die Fäden sind da also etwas dicker. Die Chlorophyllbänder sind dunkelgrün und zeigen in der Mitte gewöhnlich einen Streifen. Ihre Anzahl beträgt vier oder fünf. Die Spiralen, welche sie bilden, sind einander sehr genähert. Der Winkel, den sie mit der Zellachse machen, ist viel größer als bei der Spirogyra triformis. Die Pyrenoide sind mehr entwickelt als bei Spirogyra triformis. Der Zellkern ist im lebenden Faden kaum wahrnehmbar. Derselbe ist kugelförmig und enthält meist einen Nucleolus. Die Zellen der Zygosporen sind kaum gedunsen. Die Zygosporen selbst sind oval mit stumpfen Spitzen. Sie sind ungefähr  $80-85~\mu$  dick und 120-160  $\mu$  lang. Ihre Membran ist glatt."

In diesem Material befanden sich auch Fäden, deren Aussehen etwas anders war. Sie waren hellgrün, dünner (95—100  $\mu$ ). Die einzelnen Zellen länger, mit weiteren Chromatophorenwindungen, infolgedessen mit besser sichtbarem Kern. Seine Ansicht, daß er es bei solchen Fäden auch mit *Spirogyra setiformis* zu tun habe, wurde durch Experimente bestärkt, welche die Tatsache ergaben, daß solche Variationen ernährungsphysiologisch bedingt sein können.

Zur Untersuchung verwendete er eine selbst ausgearbeitete Methode. Von einer eingehenden Nachprüfung dieser Methode ist in der Literatur noch nichts bekannt. Sie besteht im wesentlichsten darin, stark konzentrierte Chromsäurelösungen (20, 30—50 proz.) auf (mit FLEMMING'schem Gemisch) fixierte Zellen einwirken zu lassen, wodurch nach und nach Teile des Protoplasten in Lösung gehen und so verdeckt Gebliebenes zum Vorschein kommt, sofern es der Chromsäure einen größeren Lösungswiderstand darbietet als die umgebende Substanz.

Seine Methode hat noch keine allgemeine Anwendung gefunden. Der Autor hat diesem Umstand in seiner letzten Publikation (1921) einen ganzen Abschnitt gewidmet. Die Zurückhaltung von einer allgemeineren Verwendung ist aber vielleicht nicht so grundlos, als VAN WISSELINGH meint. Vor allem fehlt uns die genaue Kenntnis der Bedingungen und Erscheinungen der Lösung, die doch Voraussetzung sind (z. B. Versuchsdauer, Konzentration, Abhängigkeit vom Material). Mit den vorhandenen Angaben ist eine genaue Nachprüfung seiner Resultate nicht möglich. Ferner ist bei dieser Methode wiederum das unkontrollierbare Moment der vorhergehenden "guten Fixierung" im Spiel wie bei den üblichen Verfahren, um eine "Zerfließung" oder "Zusammenziehung" zu vermeiden. Aber abgesehen davon; hier läßt sich nicht einmal an ein und demselben Objekt eine Wiederholung der Beobachtung anstellen, um Beobachtungsfehler auszuschließen. Somit sind hier neben den Deutungsfehlern auch Beobachtungsfehler zu berücksichtigen. Im übrigen spielen bei ihm Hypothesen eine eben solche Rolle wie bei Autoren, die nach den Färberesultaten Schlüsse zogen. In dieser Art untertuchte er Spirogyra crassa (1898), Sp. triformis (1900), Sp. setiformis (1900), Sp. condensata (1921), Sp. dubia (1921). In kurzen Zügen spielt sich die Kernteilung bei Spirogyra nach VAN WISSELINGH folgendermaßen ab (Sp. crassa): "3. Bei Sp. cr. sind zwei Formen von Caryokinese zu unterscheiden, Caryokinese mit Segmentbildung und ohne Segmentbildung.

Caryokinese mit Segmentbildung.

4. Der größte Teil des Kerngerüstes bildet zehn perlschnurähnliche Fäden (Kern- oder Nucleusschnüre), welche dadurch, daß sie sich zusammenziehen, zehn Segmente bilden (Kern- oder Nucleussegmente).

5. Die Nucleolusfäden werden kürzer und dicker und erweisen sich als Schläuche mit dicker Wand. Der Inhalt durchbohrt diese Wand und auch die Wand des Nucleolus, dessen Form sich geändert hat, und tritt in der Form von zwei perlschnurförmigen Fäden nach außen (Nucleolusschnüre), welche sich zusammenziehen und zwei Segmente bilden (Nucleolussegmente).

6. Die Nucleoluswand und die Nucleolusschläuche lösen sich auf.

7. Bei beiden Nucleolussegmenten kommt in einem Ende ein kleines dünnes Fädchen oder Schnürchen vor. Wegen ihrer Widerstandsfähigkeit Chromsäure gegenüber habe ich die beiden Fädchen Widerstand-leistende Fädchen genannt. Dadurch unterscheiden sich die Nucleolussegmente von den Nucleussegmenten.

8. Das Kerngerüst zieht sich mit den zwölf Segmenten nach der Äquatorialebene des Kernes zurück und bildet die Kernplatte.

9. In der Kernplatte liegen die Segmente gleichmäßig verbreitet und befinden die Widerstand-leistenden Fädchen sich meist am Umrisse.

10. Beim Teilungsprozeß der Kernplatte findet in den Segmenten und in den Widerstand-leistenden Fädchen eine Längsspaltung statt. Während die Kernplattenhälften auseinander weichen, bleiben die Hälften der Widerstand-leistenden Fädchen anfangs an einem Ende miteinander verbunden.

11. Die halben Segmente, zwölf an der Zahl, wachsen seitwärts aus und verschmelzen miteinander. Dieser Vorgang findet ungefähr gleichzeitig mit dem Teilungsprozeß statt. Oft nimmt die Verwachsung schon von der Spaltung ihren Anfang; bisweilen findet solches erst nach der Spaltung statt.

12. Die Kernplattenhälften entwickeln sich zu Kernen und die Hälften der Widerstand-leistenden Fädchen zu Nucleolusfäden.

13. Die Widerstand-leistenden Fädchen führen eine zentripetale Bewegung aus.

14. Wenn die zwei Nucleolusfäden einander begegnen, werden sie von einer gemeinschaftlichen Wand umgeben und entsteht ein Nucleolus; begegnen sie einander nicht, so wird jeder Nucleolusfaden von einer Wand umgeben und entstehen zwei Nucleolen.

15. In den jungen Kernen bilden sich kugelförmige und unregelmäßige Massen, welche während der Entwicklung wieder verschwinden.

16. Die bei einigen Spirogyra-Fäden wahrgenommene erbliche Erscheinung, wie das regelmäßige Vorkommen eines Zwergnucleolus in den Kernen, welche zwei Nucleolen enthalten, oder das vorherrschende Auftreten von Kernen mit einem oder mit zwei Nucleolen, findet im Studium der Caryokinese ihre Erklärung.

Caryokinese ohne Segmentbildung.

17. Die Nucleolusfäden werden kürzer und dicker und erscheinen als Schläuche mit dicker Wand. Schließlich ist von denselben nichts mehr zu unterscheiden als zwei kleine Fädchen (Widerstand-leistende Fädchen); bisweilen sind dieselben miteinander verwachsen.

18. Die Nucleoluswand löst sich auf.

19. Das Kerngerüst zieht sich auf die Äquatorialebene zurück und bildet die Kernplatte.

20. Quer durch die Kernplatte laufen stäbchenähnliche Elemente, so daß sie, in vertikaler Lage gesehen, gestreift, von der Fläche aus gesehen, getüpfelt erscheint. Die beiden Widerstand-leistenden Fädchen liegen in der Kernplatte; bisweilen sind sie miteinander verwachsen.

21. Beim Teilungsprozeß der Kernplatte spalten sich die beiden in der Teilungsebene liegenden, Widerstand-leistenden Fädchen der Länge nach. Ihre Hälften bleiben, indem die Kernplattenhälften auseinander weichen, an einem Ende noch miteinander verbunden.

22. Die Kernplattenhälften entwickeln sich zu Kernen und die Hälften der Widerstand-leistenden Fädchen zu Nucleolusfäden.

23. In der Regel werden die beiden Nucleolusfäden von einer gemeinschaftlichen Wand umgeben und es entsteht ein Nucleolus. Selten bildet sich um jeden Nucleolusfaden eine Wand und es entstehen zwei Nucleolen.

24. In den jungen Kernen bilden sich kugelförmige und unregelmäßige Massen, welche während der Entwicklung wieder verschwinden."

Damit sind seine wichtigsten Resultate von der Caryokinese der Sp. crassa kurz skizziert, die auch — freilich mit gewissen Abänderungen — für andere Spezies Gültigkeit haben. Eine Abänderung in diesen wichtigsten Punkten ist durch spätere Arbeiten für Sp. crassa nicht erfolgt. Für Spirogyra setiformis stellte er "Caryokinese ohne Segmentbildung" als den einzigen Kernteilungsmodus fest. Die gewissen Modifikationen, die er aufgefunden hat, werde ich später zur Sprache bringen. Hier möchte ich die Erscheinung der Zwergnucleolen näher besprechen, soweit sie aus dem oben zitierten nicht hervorgeht. Zwergnucleolen fand er häufig bei Sp. crassa, selten bei Sp. setiformis. Bei der erstgenannten hat er sie genau studiert. Auf Grund seiner Untersuchungen kam er zu der Vorstellung, daß ein Auftreten von höchsten zwei Nucleolen, wovon der eine so klein sein kann, daß er kaum sichtbar ist, an das Vorhandensein zweier Nucleolusfäden gebunden ist. Die Kleinheit des Zwergnucleolus variiert sehr. Treten die beiden Nucleolusfäden in der Kernplatte weit entfernt voneinander auf, er erscheinen bei der Bildung der Tochterkerne zwei Nucleolen. Im anderen Falle werden die beiden Nucleolusfäden von einer gemeinsamen Wand umgeben: es erscheint ein Nucleolus. Über die Häufigkeit sagt VAN WISSELINGH:

"Ich fand Fäden von ungefähr 200 Zellen, deren etwa die Hälfte Kerne mit Zwergnucleolen enthielten, aber keine einzige einen Kern mit zwei Nucleolen von gleicher Größe. Nur einmal fand ich einen Faden mit Zwergnucleolen und mit Kernen, welche Nucleolen von gleicher Größe hatten. Derselbe bestand aus 184 Zellen. Wenn ich sechs Zellen in Teilung unberücksichtigt lasse, so kommen 90 Kerne mit einem Nucleolus darin vor gegen 88 mit zwei, wovon 58 mit Nucleolen von ziemlich gleicher Größe und 30 mit Zwergnucleolen, welche im Diameter halb so groß waren, als die neben denselben vorkommenden Nucleolen und bisweilen noch etwas kleiner waren. Die Zellen mit Zwergnucleolen lagen nicht zwischen den Zellen mit Nucleolen von gleicher Größe verbreitet; deren Vorkommen beschränkte sich vielmehr auf einzelne Teile des Spirogyra-Fadens."

In seiner schematischen Zusammenstellung sind 541 Zellen insgesamt dargestellt.

Davon 264 Zellen mit einem Nucleolus,

229 " mit zwei Nucleolen,

48 " im Teilungsstadium.

Auch bei Sp. setiformis fand er manchmal zwei Nucleolen. Aber ihre Entwicklungsgeschichte hat er der Seltenheit wegen nicht studiert.

Das sind die Untersuchungsergebnisse der beiden Autoren. Die später mitzuteilenden eigenen Beobachtungen sollen mit diesen An-

Archiv für Protistenkunde. Bd. XLV.

gaben besonders mit denen von VAN WISSELINGH verglichen und durch eine entsprechende Auswahl von Abbildungen illustriert werden.

# Material meiner Untersuchungen.

Das für meine Untersuchungen verwendete Material habe ich nach O. Borge (PASCHER'S Süßwasserflora in Deutschland, Bd. 9) als Spirogyra setiformis (ROTH.) KÜTZ. benannt. Die vegetativen Zellen 105–109  $\mu$  dick; ebenso die copulierenden. Die Länge der vegetativen Zellen schwankte zwischen dem 3-6 fachen der Breite, die der copulierenden zwischen dem 1-2 fachen. Chromatophoren. 4-6 an der Zahl, mit  $1-1^{1/2}$  Umgängen. Copulierende Zellen nicht angeschwollen, mit breiten, kurzen Copulationspapillen. Zygoten braun, von fast kugeliger bis ellipsoidischer Form, 81–98  $\mu$  dick, bis 1<sup>1</sup>/<sub>2</sub> mal so lang. Ihre Membran glatt (siehe Textfig. 1). Diese Spezies stammte aus dem Altwässergebiet der Elbe bei Celakowitz in Böhmen. Es wurde am 29. März 1921 eingebracht und bis zur Fixierung 14 Tage in Rohkultur gehalten. Die Detailbeschreibung füge ich zwecks späterer Nachprüfungen bei. Das Untersuchungsmaterial bestand durchwegs aus Fäden der genannten Spezies; es waren weder Chlorophyceen noch andere Algen beigemengt. In den Bestimmungstabellen werden Merkmale (Zelldimensionen, Chromatophorenzahl und ihre Lage, Zygotengestalt) zur Agnoszierung heran-gezogen, über deren möglichen Schwankungsbereich, von Standort zu Standort, wir noch gar nicht genau unterrichtet sind. Daher ist ein gegebenes Spirogyra-Material, selbst im Copulationsstadium, unter den vielen aufgestellten Arten schwer einzuordnen (siehe die gleiche diesbezügliche Bemerkung von VAN WISSELINGH, 1900, p. 358). Auf Grund meiner bisherigen Kenntnisse der Gattung Spirogyra muß ich betonen, daß mit einer Einteilung nach den genannten Momenten "Arten" unter dem gleichen Namen zusammengefaßt werden können, die nach einem anderen, in der Systematik bisher noch unberücksichtigt gebliebenen, aber weitaus wichtigeren Moment, nämlich der konstanten Kernform und dem -teilungsmodus auseinandergehalten werden müssen. Die Aufstellung so vieler Spezies entspricht nicht dem praktischen Bedürfnis, immer wiederkehrende Beschreibungen zu ersparen. An meinem Material habe ich, abgesehen von den Zellgrößenschwankungen, unter den Zygoten so verschiedene Formen angetroffen, daß ich Teile eines einzelnen

copulierenden Fadenpaares als Sp. setiformis KÜTZ., andere des gleichen Fadenpaares wieder als Sp. nitida LINK. hätte bestimmen müssen (siehe Textfigur). Möglicherweise ist auf etwas Ähnliches die Tatsache zurückzuführen, daß MERRIMAN (1913) eine im fixierten



Textfig. 1. Nach lebendem Objekt.

A u. B = vegetative Zellen; A länger ruhende, B lebhaft sich teilende Zellen. C u. D = Stücke aus einem copulierenden Fadenpaar.

12\*

Zustand "rundkernige" Sp. crassa (viele ihrer Abbildungen zeigen wenigstens Erscheinungen eines runden Kernes) untersucht hat, während STRASBURGER (1880), Moll (1893), VAN WISSELINGH (1898) eine "flachkernige" Sp. crassa vorliegen hatten. Eine Beschreibung der untersuchten Spezies fehlt allerdings bei MERRIMAN. Bei STRAS-BURGER (1880, S. 187) finde ich eine Notiz, die abermals zeigt, daß in dem wichtigen Moment der Kernform und Kernteilung differierende Materialproben nach der üblichen Einteilungsweise unter einer "Art" zusammengefaßt werden. Er schreibt dort: "... Wie ich aus meinen älteren, im Vergleich zu den Chromsäurepräparaten freilich sehr unvollkommenen Alkohol-Präparaten ersehe, verhält sich auch die, durch ihre stark gequollene Cuticula ausgezeichnete Sp. orthospira Näg. (Sp. setiformis Kürz.) ganz wie Sp. majuscula bei der Teilung." Borge faßt unter "Sp. majuscula Kürz." auch "Sp. orthospira Näg.", die Strasburger mit der "Sp. setiformis Kütz." identifiziert. "Sp. setiformis Kütz." stellt Borge aber als eigene Art auf. Nach Stras-BURGER hat demnach Sp. setiformis Kütz. einen linsenförmigen Kern, wogegen VAN WISSELINGH und ich eine rundkernige Form als Sp. setiformis Kütz. bezeichnen. Vergleiche ich weiter die Strasburgerschen Kernteilungsbilder von Sp. nitida (Autor nicht genannt), die freilich bei der 230 fachen Vergrößerung zu klein sind, um viele Details erkennen zu lassen, fühle ich mich besonders in Anbetracht des bisweilen "nitida-ähnlichen" Aussehens meiner Sp. setiformis Kütz. zur Frage gedrängt, ob die beiden in Rede stehenden Formen nicht sehr ähnlich oder gleich sind. Mit dieser etwas ausführlichen Anmerkung will ich bloß zeigen, wie wenig praktische, wohl aber auch theoretische Bedeutung dieser Nomenklatur zukommt. Die Frage, ob sich meine Sp. setiformis Kütz. mit der van Wisselingh's deckt, ist weiters auch nur teilweise bejahend zu beantworten. Denn eine größere Reihe von Momenten (allgemeine Kerngröße, gewisse, auffallende Prophasestadien, Chromatophorenausbildung, gleiche bio-logische Erscheinungen) sprechen dafür, andere aber (Kernform, Zelldimensionen), zeigen keine Übereinstimmung. Was die Zelldimensionen anlangt, so fehlte mir vorderhand die Gelegenheit, sie einem eingehenden Studium zu unterziehen. Hinsichtlich der Kernform will ich hier vorderhand bemerken, daß ich in unbeschädigten Zellen "in vivo" niemals "runde" Kerne gesehen habe; wo solche abgerundete Kerne angetroffen werden (in frischen, sorgfältig eingebrachten Proben äußerst selten), sind sie durch mechanische Ein-flüsse (Verwundung) oder durch oligodynamische Wirkung gewisser in der Lösung vorhandener Stoffe oder durch Pilzparasitismus bedingt. Das Gesamtaussehen solcher "in vivo" rundkerniger Zellen, besonders nach Verlauf einiger Zeit, erinnert lebhaft an die Abbildungen von RUMM in OLTMANNS' Morphologie und Biologie der Algen.

# Präparation und Untersuchungsmethode.

Die Fixierung erfolgte am 12. April um  $21,30^{1}$ ) — 23,00 — und 13. April um 0,30 Uhr; und zwar mit folgender Lösung:

100 ccm .... dest. Wasser, 1,5 g ..... Chromsäure, 1,00 ccm .... Eisessig.

Die Fixierflüssigkeit wurde reichlich dosiert. Nach der Einwirkung durch 24 Stunden hindurch wurde das Material minimal 3-4 Stunden in fließendem Leitungswasser gewässert und hierauf der Färbung nach HEIDENHAIN'scher Methode unterworfen (Schwefelsaures Eisenoxydammon, Hämatoxylin von der Fa. E. Merk, Darmstadt). Die Entwässerung erfolgte in der üblichen Weise durch steigenden Alkohol; vermittels Xylol wurden die Objekte in Kanadabalsam eingebettet. Die mikroskopische Untersuchung der so gewonnenen Dauerpräparate<sup>2</sup>) wurde ausnahmslos mit  $\frac{1}{12}$  hom. Immers. (Reichert) und Oc. 4 durchgeführt. Ich bediente mich eines großen LEITZ-Statives mit großem Abbe'schen Beleuchtungsapparat und mit Kreuztisch. Von jedem beobachteten Teilungsstadium wurden bei genau zentriertem Kreuztisch die entsprechenden Koordinaten zu Protokoll genommen und das zu diesen Koordinaten gehörende Stadium der Bequemlichkeit wegen mit Schlagworten gekennzeichnet. Zugleich wurde - wenigstens zu Beginn meiner Beobachtungen - jedes festgestellte Teilungsbild mittels ABBE'schen Zeichenapparates genau

<sup>1</sup>) Links vom Beistrich stehen Stunden, rechts Minuten.

<sup>2</sup>) Die Dauerpräparate entfärben sich relativ rasch. Zwei verschiedene Prozesse treten dabei vermutlich in Erscheinung. Die frisch hergestellten Präparate zeigen nach wenigen Tagen schon ein völliges Ausbleichen des Objektes vom Deckglasrand aus bis zu einer gewissen Tiefe. Es erweckt, zumal das Fortschreiten der Entfärbung mit Zunahme der Tiefe langsamer und unmerklicher wird, den Eindruck, daß es sich hierbei um einen Oxydationsprozeß handelt (Sauerstoff der Luft). Gleichzeitig erfolgt ein erst nach längerer Zeit (Monaten) nachweisbares, gleichmäßiges Bleichen aller Teile des Präparates. Die beigeschlossenen Mikrophotogramme sind größtenteils nach 8 Monate alten Präparaten hergestellt. Fig. 2, 6 und besonders Fig. 12 der Taf. 4 zeigen die erfolgte Entfärbung am deutlichsten am Nebenkörper (K, k). (Vgl. dagegen die Fig. 2 u. 3 der Taf. 15 meiner vorigen Publikation.) entworfen. Alle für diese Studie angelegten Zeichnungen wurden bei gleicher Vergrößerung (1600 fach) gezeichnet. Zu jeder Zeichnung wurden die entsprechenden Koordinaten hinzugefügt. Auf diese Weise wurde eine zweifache Kontrolle über die Beobachtungen geführt. Damit suchte ich mehrfaches zu erreichen: Diese, wenn auch einigermaßen zeitraubende Genauigkeit ermöglicht mir, jedes einmal gesehene Bild rasch und eindeutig wiederzufinden, was für eine Nachprüfung der angelegten Zeichnungen und der Detailergebnisse von außerordentlicher Bedeutung ist. Ferner kann ich meine Notierungen statistisch verwerten, da ich bei der doppelten Kontrolle nicht Gefahr laufe, ein Stadium zweimal festzuhalten. Aber auch ein Übersehen von Teilungsphasen wurde damit vermieden.

Da mir aus Gelegenheitsbeobachtungen manche unerwartete Bilder bekannt waren, so ging ich gleich von vornherein darauf aus, erst die Mannigfaltigkeit der Gerinnungserscheinungen festzuhalten und nicht mit einer Auswahl von Phasenbildern den erwarteten Teilungsvorgang zu rekonstruieren, wobei "nicht typische", "schlecht fixierte" oder sonstwie "abnormale" Bilder in Wegfall kommen. Diese "nicht normalen" Fälle haben meines Wissens in der — wenigstens engeren — Fachliterätur noch keine entsprechende Berücksichtigung gefunden und ich glaube daher auch in dieser Hinsicht einen kleinen, neuen Beitrag liefern zu können. Für dieses Studium war naturgemäß die oben beschriebene Arbeitsweise mit Zeichenapparat, Kreuztisch und den Notierungen der Ortskoordinaten unerläßlich. Zu Beginn der Untersuchungen wurde jedes angetroffene Teilungsstadium tunlichst genau gezeichnet. Später ergaben sich aber stets häufiger Bilder, die sich mit bereits gezeichneten fast völlig zur Deckung bringen ließen. Die Ortskoordinaten eines solchen zweiten Stadiums wurden dann bei dieser Zeichnung vermerkt. Tn dieser Weise wurden vom Kernteilungsvorgang 96 Teilungsphasen in Zeichnungen festgehalten und diesen Zeichnungen insgesamt 214 beobachtete Teilungsbilder beigeordnet. Die Zahl konnte infolge Mangels an weiteren Teilungsphasen nicht vergrößert werden, wie es statistische Untersuchungen erfordern. Es bedarf jetzt aber noch einer besonderen Anmerkung bezüglich der Anfertigung jener Zeichnungen. Infolge der Größe der Objekte und der stark auf-lösenden Optik (1/12 hom. Imm. und Oc. 4) ergeben sich nämlich für die Darstellung der gesehenen morphologischen Details bedeutende Schwierigkeiten.

Es gibt zwei Möglichkeiten, die räumlichen Verhältnisse eines jeweils gegebenen Kernes zeichnerisch (wie auch photographisch)

festzuhalten. Als erste die, bei welcher die verschiedenen optischen Querschnitte nebeneinander in ebensovielen Zeichnungen wiedergegeben werden. Das ergäbe bisweilen eine etwas zu große Zahl von Bildern. Als zweite Möglichkeit kommt die Projektion sämt-licher optischer Querschnitte in eine einzige Zeichenebene in Betracht. Um eine räumliche Vorstellung solcher Reproduktionen zu ermög-Um eine raumliche vorstenung solcher Reproduktionen zu ermog-lichen, bedarf es einer Darstellungsweise, durch die die Über-lagerung der Teile zum Ausdruck gebracht werden kann (ver-schiedene Nuancierung). Aber abgesehen von der Unmöglichkeit, die sonst üblichen Ausdrucksweisen auch für cytologische Arbeiten die sonst üblichen Ausdrucksweisen auch für cytologische Arbeiten allgemein in Anwendung zu bringen — durch verschiedene Nuan-cierung wird ja die Tinktionsfähigkeit einzelner Teile bereits dar-gestellt —, würden zuviel Einzelheiten auf einer Fläche zusammen-gedrängt werden, wodurch dann manche, vielleicht wichtige Teile, infolge Überdeckung gar nicht zum Vorschein kämen. Ich habe zu einer Art von Kompromiß gegriffen. Es sei hervorgehoben, daß die hier beigeschlossenen Abbildungen nicht alle Einzelheiten enthalten. hier beigeschlossenen Abbildungen nicht alle Einzelheiten enthalten, welche an dem jeweils vorgelegenen Objekt sichtbar waren. Und zwar wurde vom kernumgebenden Plasma, von den Plasmasträngen, vom Außenkern und der Spindel nur der mittlere (größte) optische Querschnitt eingezeichnet. Die übrigen Teile des Kernes, Binnen-körper und Binnenkörperchen wurden in diese Querschnittszeichnung projiziert. Sich überdeckende, gefärbte Teile wurden durch Aus-sparung mit weißer Konturlinie angedeutet, ein Notbehelf, der dem wirklichen Bild nicht entspricht. Überdies wurde bei einzelnen Abbildungen ein schematischer Seitenrift beizerschen um die Leur wirklichen Bild nicht entspricht. Überdies wurde bei einzelnen Abbildungen ein schematischer Seitenriß beigegeben, um die Lage-beziehung der Teile zu veranschaulichen. In Figuren von Kern-plattenstadien (Taf. 3 Fig. 11—13) und von Stadien, wie sie in Taf. 3 Fig. 22—25 abgebildet sind, sind überhaupt nur einzelne Querschnitte festgehalten, in die das eventuell außerhalb liegende Binnenkörperchen eingezeichnet wurde (siehe daselbst im Seitenriß!) Alle Details wiedergebende, genaue Zeichnungen lassen sich ohne gewisse Mängel nicht geben; daher schien es mir wichtig zu sein, eine ausführliche Anmerkung diesbezüglich einzuschieben.

# Beobachtungsergebnisse.

## A. Ruhekern.

Der lebende Kern ist ziemlich genau im Mittelpunkt der Zelle inmitten der Zellvakuole an einer Anzahl von Plasmasträngen auf-

#### VIKTOR CZURDA

gehängt. Zum Teil ist er durch die Chromatophoren verdeckt. In lebhaft sich teilenden Zellen, bei denen die Zellänge der Breite häufig gleichkommt, ist er nur als Schatten zu sehen. In solchen Zellen ist der Winkel, den die Chromatophoren mit der Zellachse einschließen, sehr groß und außerdem schließen die einzelnen Bänder aneinander. An Materialproben, die aus dem botanischen Garten der hiesigen Universität stammten (Juni 1921), waren diese Verhältnisse so extrem ausgebildet, daß man die Fäden beim flüchtigen Betrachten gar nicht für *Spirogyra* ansah. In Rohkultur habe ich nicht solche Zustände beobachtet. Die Zellen waren wohl in Teilung begriffen, zeigten aber eine Länge, die im Durchschnitt etwa dem  $2^{1}/_{2}$  fachen der Breite entsprach. In solchen Zellen sind die Chromatophorenwindungen soweit voneinander, daß die Kernkonturen erfaßbar sind. Solche Umrißskizzen gebe ich in Textfig. 2 wieder. Der



Textfig. 2. Umriß des größten optischen Querschnittes lebender Kerne. (<sup>1</sup>/<sub>12</sub> homog. Imm., Oc. Nr. 4.) Die Pfeile deuten die Richtung der Zellachse an.

Kern ist nach meinen Beobachtungen im normalen Zustand, d. h. unter den unveränderten Standortsbedingungen, nicht kugelförmig,<sup>1</sup>) sondern hat ungefähr die Gestalt eines sehr niedrigen Cylinders, dessen Achse in der Zellachse liegt und von dessen Mantelfläche die Aufhängefäden seitwärts ausstrahlen. Die wahre Breite, Form und die Endigungen der Aufhängefäden an den Pyrenoiden konnten nicht gesehen werden. Trotz der nicht geringen Mühe war es mir bei

1) VAN WISSELINGH spricht allerdings von "runden" ruhenden Kernen.

bloßer Beobachtung des unbeinflußten, lebenden Kernes dieser Spezies nie gelungen, eine Grenze und ihren Verlauf zwischen Außenkern und der ihn umgebenden Plasmaschicht festzustellen, wiewohl deren Existenz aus der Tatsache hervorgeht, daß nach der Gerinnung beide Teile deutlich und scharf voneinander abgesetzt sind. Ich kann zu den MEUNIER'schen Beobachtungen (1888, p. 342-43) über die Gestalt des Außenkernes bei rundkernigen Spirogyra-Formen nichts beitragen. Der Autor sagt nämlich, daß die Kugelgestalt des Außenkernes dadurch verändert erscheint, indem er mit Spitzen in die Basis der Aufhängefäden hineinragt.

VAN WISSELINGH glaubt auf Grund gewisser Beobachtungen, die er am lebenden Objekt bei Einwirkung gewisser Reagentien machen konnte, annehmen zu können, daß der Spirogyra-Außenkern eine "Kernwand" in Gestalt eines "festen", "dünnen" und "allseits geschlossenen Häutchens" besitzt. Seine Versuche erstrecken sich vor allem auf Sp. crassa, im weiteren aber auch auf Sp. triformis und Sp. maxima. Ob er diese Erscheinung auch an Sp. setiformis studiert und ob er sie hier ebenso beschaffen wiedergefunden hat, wie dort, kann ich aus seinen Ausführungen nicht entnehmen. Neben der flachcylindrischen Kernform kommen noch allerhand unregelmäßige Gestalten vor. Die Außenkernmasse scheint vollkommen homogen zu sein. In ihr eingebettet liegt der große Binnenkörper. Im optischen Schnitt $\pm$ quadratisch aussehende Kerne besitzen einen kugelförmigen Binnenkörper. Bei flachcylindrischen Kernen ist er in der Richtung der Zellachse etwas "abgeplattet": 10,0:10,5; 8,0:9,0; 9,5:11,0; 9,0:11,5. Ob diese Abplattung des Binnenkörpers nicht bloß eine scheinbare ist, hervorgerufen durch eine Überlagerung eines halbzylindrischen, optisch dichteren Mediums, als es der Zellsaft darstellt, - das bleibe freilich dahingestellt. Der Umstand, daß eine solche Abplattung gerade am stärksten bei flachcylindrischen Außenkernformen in der Richtung der Zellachse wahrzunehmen ist und daß ferner bei + isodiametrischen Kernformen Abplattungen des Binnenkörpers, wenn überhaupt, nach anderen Richtungen als in der Zellachse vorkommen, scheint zugunsten der letzten Ansicht zu sprechen. Aber nicht alle Abplattungen, die vorkommen, lassen sich ungezwungenerweise als Lichtbrechungserscheinungen deuten. Die Lage des Binnenkörpers ist nicht immer genau zentral. Bisweilen ist er ziemlich exzentrisch gelagert, aber niemals so, daß seine Oberfläche die des Außenkernes berührt. Früher scheint eine Abplattung, wenn eine solche tatsächlich vorliegt, einzutreten. Er selbst erscheint vollkommen homogen, membranlos mit stärkerer Lichtbrechungsfähigkeit als das umgebende Medium, der Außenkern; im größten optischen Schnitt sind seine Konturen eben noch erfaßbar.

Neben diesem Binnenkörper ist manchmal noch ein zweiter, weitaus kleinerer, aber auch optisch dichterer, kugelförmiger Körper im Außenkern sichtbar. Im optischen Querschnitt gehen seine Konturen meist verloren; aber durch Heben und Senken des Tubus ist er unzweideutig nachzuweisen. Ich nenne ihn Nebenkörper. Die Außenkern- und Binnenkörpergröße findet man ungleich, wenn man daraufhin eine Reihe von Zellen untersucht. Die schwankenden Größen einer Probe sind in erster Linie durch die Teilung und die Ruhedauer des Kernes bedingt. Untersucht man die Kerndimensionen an einem Standort längere Zeit hindurch bis zum Eintritt der Copulation, so fällt allgemein auf, daß die Außenkern- und Binnenkörpermasse in copulierenden Zellen um ein Mehrfaches an Volumen kleiner sind als in vegetativen Zellen. Bei der Besprechung der Gerinnungserscheinungen am ruhenden Kern werde ich nochmals darauf zu sprechen kommen; ich verweise gleichzeitig auf die dort beigeschlossenen Zeichnungen. Die Lage des Kernes bei Eintritt der Copulation habe ich nicht genug eingehend beachtet; aber aus einer Reihe von Notierungen geht unzweideutig hervor, daß bei *Sp. setiformis* der Kern nicht auf ebensolche Weise zur Bildung der Copulationspapille in Beziehung steht, wie sie HABERLANDT (1890) für *Sp. quinina* angibt. Oftmals sieht man ihn gerade auf der gegenüberliegenden Seite.

Bei der Gerinnung tritt eine wesentliche Veränderung des Kernes ein. Der Außenkern rundet sich, ohne seine Lage in der Zellsaftvakuole zu verlassen, ab; alle Aufhängefäden scheinen nicht intakt zu bleiben. Die vordem homogen aussehende Außenkernmasse wird körnig. "Eingefallene", unregelmäßige Kerngestalten, die mitunter in fertigen Präparaten angetroffen werden, sind meinen Feststellungen zufolge erst bei der Entwässerung in den Alkoholstufen entstanden (siehe Textfig. 3). Verschiedene Fixierflüssigkeiten verhalten sich nicht vollkommen gleich. So wird z. B. nach Einwirkung von 96 oder 100 proz. Alkohol der Kern seitlich an den Chromatophor verlagert. Die gleiche Erscheinung erwähnt STRAS-BURGER 1880 S. 172. Nach der Chromsäurefixierung ist weiteres im Kern der anscheinend homogen gebliebene Binnenkörper und der Nebenkörper sichtbar. Der Binnenkörper enthält in seiner zentralen Partie manchmal bestimmte Gebilde in der Ein- oder Mehrzahl, deren ungewisse Natur ich schon in meiner vorigen Publikation (S. 336) erwähnt habe. Bei der Quellung des Binnenkörpers durch Agentien,

## Spirogyra (setiformis Kütz.).

besonders Kalilauge, erfahren auch sie eine deutliche Vergrößerung (vgl. Taf. 14 Fig. 11 u. 12 jener Publikation!). Schon beim flüchtigen Betrachten des geronnenen Kernes fällt seine Volumenverminderung auf. Ich suchte wenistens für den Binnenkörper diese Erscheinung unter Vernachlässigung mehrfacher Fehlerquellen zahlenmäßig darzustellen. Ohne Rücksicht auf die unentschiedene Frage, ob im lebenden Zustand dem Binnenkörper eine Kugelgestalt zukommt,



Textfig. Nr. 3. Genaue Umrißzeichnungen von Kernen der Spirogyra setiformis, in denen die Details fortgelassen sind. Nr. 1-7 vegetative Kerne, 8-12 Kerne aus einem durch Copulationspapillen bereits verbundenen Fadenpaare, und zwar 8, 9, 10 aus dem einen, 11 u. 12 aus dem anderen Fadenstück.

nehme ich sie als gegeben an und rechne mit dem arithmetischen Mittel von mehreren Durchmessermessungen sein Volumen. Auf gleiche Weise berechne ich den geronnenen Binnenkörper. Diese Zahlen, die ja nur Schätzungswerte vorstellen sollen, setze ich nun, mit weiterer Vernachlässigung der Tatsache, daß das zu messende Objekt das eine Mal in Wasser, das andere Mal in Kanadabalsam, also in einem optisch viel dichteren Medium beobachtet wurde, zum Vergleich nebeneinander:

	Lebend	Fixiert				
Kern nach der Teilung	ca. 2000 µ <sup>3</sup>	ca. 500 $\mu^3$				
Ruhekern	" $3500 \mu^3$	" 870 µ <sup>3</sup>				
Ruhekern	$, 4000 \mu^3$	" 1350 μ <sup>3</sup>				
Kern vor der Teilung	" 8800 µ <sup>3</sup>	" 2000 µ <sup>3</sup>				

Aus diesen als Beispiele zitierten und mehreren anderen Zahlen geht, wenn man solchen Zahlen Schätzungswert überhaupt beimißt, hervor, daß der Binnenkörper durch die Gerinnung auf etwa den vierten Teil des ursprünglichen Raumes zusammenschrumpft; eine Tatsache, die von vielen Cytologen zu wenig berücksichtigt wird. Damit soll vorläufig unter gleichzeitigem Hinweis auf die Ausführungen von MEXER (1920, S. 463-473) darauf aufmerksam gemacht werden, daß die vielfach vertretene Ansicht, Chromsäure fixiere den Protoplast ohne wesentliche morphologische Veränderungen (STRASBURGER 1880), keinesfalls in dem von STRASBURGER angenommenen Umfang zutrifft. Die Fortsetzung der Untersuchungen über Fixierungsveränderungen und die eingehende Mitteilung behalte ich mir vor.

Färberesultat. Wenn die so fixierten Ruhekerne der bereits eingangs beschriebenen Färbung unterworfen werden, fallen weitere Einzelheiten am geronnenen Kern auf. Der Außenkern ist sehr scharf konturiert und nicht selten wie durch eine starke, dunkle Linie umrissen (siehe Taf. 4 Fig. 1). Diese Aufnahme läßt die erwähnte Er-scheinung so auffällig dartun, daß man sich möglicherweise zum Glauben verleitet fühlt, in diesem Bild eine vorgenommene Retouche zu erblicken. Es stellt aber eine Kopie des unveränderten Originalnegatives vor. Die Kontur ist aber nicht immer so auffällig ausgeprägt. Ihr Zustandekommen erklärt sich — wenigstens so weit als sich das mikroskopische Bild auflösen läßt — durch folgende Umstände: An der Grenzfläche zwischen kernumgebendem Plasma und dem Außenkern befinden sich sowohl innerhalb wie auch außerhalb zahlreiche, gefärbte Körnchen. Davon kann man sich am leichtesten überzeugen, wenn man die optische Ebene als Tangential-ebene an die Oberseite des Kernes einstellt. Im größten optischen Schnitt aber sieht man nur einen Teil dieser Körnchen, die eben gerade in der optischen Ebene liegen, während ein anderer Teil, der gerade ober- oder unterhalb der Ebene zu liegen kommt, in ihr nur als + intensiver Schatten zum Ausdruck kommt. Ist die Zahl der Körnchen besonders groß, dann scheinen sie zu einer Linie zusammenzuschließen. Das zahlreiche Erscheinen färbbarer Körnchen läßt die Möglichkeit wenigstens erwägbar erscheinen, ob es sich nicht hier, in der Grenzschicht zweier Medien, um Niederschlagserscheinungen handelt, deren Bildung bei der Fixation oder bei der nachfolgenden Färbung erfolgt ist. Außer diesen zahlreichen Körnchen in der Grenzschicht sind auch im Inneren des Außenkernes solche Gebilde sichtbar; allerdings sind sie hier in bedeutend geringerer und in von Kern zu Kern wechselnder Anzahl vorhanden. Auch ihre Größe und Verteilung im Raum ist verschieden. Systematisch untersuchte ich 2046 Zellkerne. Die Bilder wechseln im allgemeinen

nach der Länge der "Ruheperiode" und nach dem Grad des Farbstoffentzuges.

In Kernen, deren Teilung vor kurzer Zeit abgeschlossen wurde (vgl. das Stadium auf Taf. 3 Fig. 27), sind außer den Körnchen in der Grenzschicht im übrigen Außenkern keine zu bemerken. In "Ruhekernen" macht es so ganz den Eindruck, als lägen diese Körnchen längst gewisser fadenartiger Bildungen, die auch schon in den Abschlußstadien der Teilung sichtbar sind. Diese Bildungen sind nur an gefärbtem Objekt zu beobachten und auch da nur deutlich bei einem gewissen Strahlengang des Lichtes. Das sind wohl jene Bildungen, die einmal als "Kernfaden", ein andermal als "Linin-fäden" (STRASBURGER) oder als "Lininfadennetz" (FLEMMING) bezeichnet wurden. Infolge ihrer Feinheit und unauffälligen optischen Verhalten konnte bei der verwendeten Optik nichts Objektives über ihr Aussehen, ihren Verlauf, ihre Lagebeziehung festgestellt werden. Ich kann nur soviel mit Sicherheit aussagen, daß ich sie, ohne ihren Anfang und Ende beobachtet zu haben, unregelmäßig im Außenkern verlaufen sah und daß an ihnen gefärbte Körnchen verschiedener Größe und Form angelagert zu sein scheinen. VAN WISSE-LINGH ist auf Grund der Lösungserscheinungen zur Anschauung gelangt, daß die Körnchen durch feine Fäden miteinander verbunden seien (Sp. crassa); ein Netzwerk durchsetze den Außenkern. Etwas Ähnliches, wie er es in seinen schematischen Abbildungen darstellt, konnte ich, wie ich schon bemerkt habe, bei Sp. setiformis mit dieser Färbemethode nicht sichtbar machen. Sp. crassa wurde auch von MERRIMAN (1912) mittels Färbung untersucht. Die dieser Publikation beigelegten, sehr guten Zeichnungen zeigen ebenfalls die netzartig verbundenen Körner im Außenkern. An dieser Stelle sei auch darauf aufmerksam gemacht, daß beim Vergleich der beiden genannten Veröffentlichungen die Verschiedenheit der Kernform sehr auffällt. VAN WISSELINGH beschreibt für die genannte Spezies einen linsenförmigen, MERRIMAN einen kugelförmigen Kern. Vom Zwerg-nucleolus van Wisselingh's ist in den MERRIMAN'schen Abbildungen nichts zu finden, wiewohl das Vorhandensein eines solchen bei dieser Spezies nach Angaben jenes Autors keine Seltenheit ist. Die Abbildungen würden für eine rundkernige Form, wie sie mir als Sp. setiformis eben vorliegt, eher passen als für eine flachkernige. Wie mir aus einer Reihe von Kernbeobachtungen an verschiedenen Formen bekannt ist, bleibt die Kerngestalt bei der gleichen Spezies konstant die gleiche. Deshalb vermute ich, daß sich die in den beiden Publikationen beschriebenen Formen nicht decken.

Neben diesen Gebilden liegt im Außenkern der große, schwarzgefärbte Binnenkörper. Wegen seiner intensiven Färbung läßt er keine Details seines Aufbaues erkennen. Seine Gestalt nähert sich + der Kugelform. Seine Dimensionen sind nicht unbeträchtlichen Schwankungen unterworfen, weswegen ich diese Erscheinung auch verfolgte. Freilich, eine befriedigende Lösung vermag ich jetzt nicht zu geben. Eines ist sicher: Sowohl der Kern als Ganzes als auch seine Binnenkörpermasse zeigen im Verlauf ihrer haploiden Phase kein konstantes Volumen. Zur Zeit ihrer stärksten Teilfähigkeit und in der darauf folgenden Periode, besonders in Ruhepausen, ist das Volumen beider beträchtlich größer als zur Zeit der Copulation. Ob diese unmittelbar nachweisbare Volumsabnahme allmählich mit dem Näherrücken zur Copulation vor sich geht oder ob sie sprunghaft ist, kann nicht mit vollster Gewißheit beantwortet werden, da vorderhand eine Reihe von Umständen meine bisherigen statistischen Notierungen unsicher machen. Schon durch die Kernteilung kommt nämlich ein Schwanken der Dimensionen zustande. Auch ist der Einfluß ernährungsphysiologischer Momente auf die Kerngröße unbekannt, der wohl als gleichzeitig mitwirkender Faktor in Betracht kommen muß. Die Messungen an vegetativen Zellen ergaben für den Durchmesser des Binnenkörpers Zahlen innerhalb der Grenzwerte 5,5–8,0  $\mu$ , für copulierende um 4  $\mu$  herum (vgl. die Abbildungen Nr. 3 am Maßstab).

Soweit ich die cytologische Conjugatenliteratur übersehe, hat KAUFMANN (1914) eine Volumsverminderung des Kernes bei der Copulation von *Cylindrocystis* hervorgehoben und angegeben, daß Kerne im Copulationsstadium im Durchmesser etwa halb so groß sind als im vegetativen Zustand (fixiertes Material). Er sagt weiter darüber (p. 745): "Die Größenverminderung des Zygotenkernes dürfte durch Wasserverlust mitbedingt sein und ihre ökologische Bedeutung in einem Schutz des Kernes während der Ruheperiode liegen." Auch in anderen Algengruppen liegt gleiche Erscheinung vor. So sagt PASCHER (auf p. 233) "Der Copulationskern" [bei *Chlamydomonas*] "ist, ähnlich wie bei den *Desmidiaceen*, viel kleiner als der normale vegetative Kern".

Obwohl schon die beigeschlossenen Abbildungen diese Tatsache genug deutlich veranschaulichen, will ich sie doch noch zahlenmäßig ausdrücken. Ich erinnere an die Dimensionen, die ich oben in einigen Beispielen angeführt habe. Der Kern in copulierenden Zellen besitzt einen Binnenkörper, dessen Volumen im fixierten Zustand um 300  $\mu^3$  herum schwankt. Diese bedeutungsvolle Tatsache läßt es etwas verständlicher erscheinen, weshalb die zahlreichen, bisher unternommenen Versuche, die Copulation experimentell hervorzurufen, nicht mit der Präzision geglückt sind, wie sie als Vorbedingung für die Untersuchung einer ganzen Reihe von wichtigen Fragen notwendig ist. Es liegen allerdings Berichte über experimentelle Erzielung der Copulation bei *Spirogyra* vor (KLEBS 1896, *Spirogyra* varians HASS. und Spirogyra inflata VAUCH). Diese experimentellen Erfolge besitzen aber keine Allgemeingültigkeit. Sogar die Frage: Waren die erwähnten Erfolge wirklich nur als Reaktion auf die Einflußnahme durch das Experiment zu deuten? hat eine gewisse Berechtigung. War die Copulation nicht vielleicht infolge der bereits vorhandenen "Copulationsstimmung" "aus sich selbst heraus" vor sich gegangen, wobei das Experiment weder fördernd noch hemmend eingegriffen hat? Über diese Verhältnisse soll aber bei anderer Gelegenheit in Zusammenhang berichtet werden. Ich begnüge mich hier, bei der Besprechung des Kernes, mit dem Hinweis auf den möglichen Zusammenhang zwischen Kern-(Binnenkörper-) größe und "Copulationsstimmung".

Neben dem großen Binnenkörper erblickt man in vielen Kernen einen zweiten, aber viel kleineren, ebenso schwarzgefärbten, kugelförmigen Körper, der auch im ungefärbten Zustand sichtbar ist. Ich glaubte zunächst in diesem Körperchen VAN WISSELINGH's "Zwergnucleus" vor mir zu haben, und zwar aus folgenden Gründen: Er tritt genau so, wie jener Autor angibt, nur in der Einzahl auf, er besteht aus einer optisch dichteren Masse, ist ebenso wie der große Binnenkörper tinktionsfähig. Weiter verliert er, wie ich zu meiner vorigen Publikation ergänzend bemerken muß, in gleicher Weise wie der große Binnenkörper seine Tinktionsfähigkeit nach Säurebehandlung ganzer Zellen.

Mehrfache Abweichungen gegenüber den Befunden meines Vergängers veranlaßten mich, diesmal das Körperchen und seine Genese an Hand von Färbungen zu untersuchen. VAN WISSELINGH hat die Erscheinung eines Zwergnucleolus nur an Sp. crassa eingehend studiert. Auch bei Sp. setiformis fand er solche Gebilde wieder, aber so selten, daß er sie nicht näher beobachtet hat. Schon die Bemerkung über ihre Seltenheit war auffallend, wo ich doch dieses Gebilde so häufig im Kern angetroffen habe. Dabei muß aber die Möglichkeit in Erinnerung gebracht werden, daß uns nicht die gleiche Spezies vorgelegen haben muß. Die auffallende Häufigkeit ließ mich vermuten, daß ein solches Gebilde — der Nebenkörper in jedem Kern vorhanden ist. Wegen der Unmöglichkeit, die Frage,

#### VIKTOR CZURDA

ob das bisweilen unsichtbare Gebilde durch den Binnenkörper nur verdeckt ist, durch direkte Beobachtung bei Drehung der Zelle zu entscheiden, suchte ich statistisch über das Auftreten eines Nebenkörpers Näheres zu erfahren. Ich habe mit Hilfe der  $1/12}$  hom. Imm. und Oc. 4 die Kerne in den Fäden der Reihe nach durchsucht; im ganzen 2046 Kerne. In 1568 Kernen war ein Nebenkörper sichtbar, in den restlichen 478 unsichtbar. Diese Zahlen verhalten sich etwa wie 25:75. In den einzelnen Fäden war aber das Verhältnis nicht immer wie 1:3. Ich zitiere daher in nachstehender Tabelle einige Beispiele, um das Schwanken dieses Verhältnisses von Faden zu Faden zu illustrieren. Die untereinanderstehenden Zahlen zusammen geben die Gesamtanzahl der Zellen eines untersuchten Fadenstückes.

÷	Faden Nr.	1	2	3	4	<b>5</b>	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	Sichtbar Unsichtbar	57 13	84 20	29 10	$\begin{array}{c} 67\\ 25\end{array}$	24 8	52 19	$\begin{array}{c} 56 \\ 24 \end{array}$	31 13	98 32	32 1	37 8	$\begin{array}{c} 60 \\ 26 \end{array}$	$\frac{72}{17}$	51 10	26 10

Diese Verhältnisse drängen die Frage auf: Hat nicht jeder Kern ein solches Gebilde? Hätte - angenommenerweise - jeder Kern einen solchen Nebenkörper, so kann es bei einseitiger mikroskopischer Beobachtung unmöglich stets sichtbar sein, da der Binnenkörper groß ist und es verdecken kann. Es drängt sich eine andere Frage auf: Wie oft kann unter einer großen Anzahl von Fällen bei diesen gegebenen Verhältnissen so ein kleines Gebilde durch das größere verdeckt sein? Ich suchte mir mit einer einfachen Rechnung diese Möglichkeit klarzulegen. Aus meinen systematischen Kernuntersuchungen war mir bekannt, daß in überwiegend größerer Zahl der Fälle (8:2) der Nebenkörper in unmittelbarster Nähe des Binnenkörpers liegt, so daß sich die beiden Oberflächen zu berühren scheinen. Der Vereinfachung wegen sei die Annahme gemacht, daß Binnenkörper und Nebenkörper Kugeln sind und daß unter einer großen Anzahl von Fällen jeder Punkt der Binnenkörperoberfläche einmal Berührungspunkt des Nebenkörpers sein wird. Nach den genannten Voraussetzungen können dann die beiden Kalottenflächen - nämlich die Summe aller Punkte, die der Nebenkörper zu Berührungsstellen haben kann, ohne selbst durch Hervorragen über den Rand des Binnenkörpers sichtbar zu werden — mit dem Rest der Kugeloberfläche verglichen werden. Die für die Berechnung nötige Größe der Kalottenhöhe wird durch Messung aus geometrischen Zeichnungen entnommen. In Textfig. 4 sind drei solche nach beobachteten Größenverhältnissen in etwas vergrößertem Maßstab entworfene Konstruktionsbeispiele wiedergegeben, wie sie zur Berechnung gedient haben.



Es galt dann aber weiter noch den Grenzfall festzusetzen, wo der Nebenkörper bei mikroskopischer Beobachtung eben gerade noch oder gerade schon als solcher erkannt werden kann. Nach meinen Beobachtungserfahrungen ergab sich jene Lage als Grenzfall, in der der Nebenkörper etwa 0,5 µ hervorragt. An großen, geometrisch ebenmäßigen Körpern würde natürlich ein viel geringeres Hervorragen genügen, um bereits das Vorhandensein sicher feststellen zu können. Allein die Kleinheit und die bisweilen vorkommenden Unregelmäßigkeiten der Form und die färbbaren Körner im Außenkern erlauben nicht früher sichere Schlüsse. Die mit diesen Überlegungen gewonnenen Zahlenverhältnisse bewegen sich innerhalb der Grenzfälle 30:70 und 46:54. Der aus einer Reihe solcher Zahlen gewonnene Mittelwert beträgt 35:65. Vergleicht man nun dieses Zahlenverhältnis mit dem aus der unmittelbaren Beobachtung erhaltenen (478:1568, also etwa 25:75), so sieht man, daß die Beobachtungsresultate über diese berechnete Wahrscheinlichkeit hinaus günstig sind. Das ist auf Rechnung der Vernachlässigungen zu setzen. 13 Archiv für Protistenkunde. Bd. XLV.

Auch Folgendes, daß bei den vorigen Erwägungen noch nicht berücksichtigt wurde, muß ich noch hervorheben. Daß der Neben-körper erst unzweideutig als solcher feststellbar wird, wenn er  $0.5 \,\mu$ hervorragt, stimmt nur dann, wenn er bei der mikroskopischen Beob-achtung unter dem Binnenkörper liegt. Liegt er jedoch oberhalb, so ist er bei der verwendeten Optik infolge der Lichtbeugungs-erscheinungen oft früher schon nachweisbar. Solche Fälle wurden erscheinungen oft früher schon nachweisbar. Solche Fälle wurden bei der Zahl "sichtbar" mitgerechnet. Schließlich darf nicht ver-gessen werden, daß die Messungen, mit denen diese Rechnungen angestellt wurden, durch Lichtbeugungs- und Lichtbrechungs-erscheinungen sehr unsicher sind (Beobachtung des Kernes in der Zelle!) und daß speziell der schwer meßbare Wert des Durchmessers vom Nebenkörper einer weitaus größeren Genauigkeit bedürfte, weil gerade durch ihn das Verhältnis großen Verschiebungen unterworfen ist. Wie wenig Bedeutung freilich, was Genauigkeit anlangt, den gewonnenen Werten beizumessen, gestatten sie, glaube ich, doch die Verwendung als Schätzungswerte bei der Lösung der oben ge-stellten Frage: Wie oft kann überhaupt der Nebenkörper unter den gegebenen Verhältnissen durch den Binnenkörper verdeckt sein? Das Resultat der Erwägungen ist so günstig, daß ich wohl mit Recht das Vorhandensein in jedem Kern annehmen kann. Demnach wäre diese Erscheinung von Kern auf Kern vollkommen vererbbar und nicht nur teilweise, wie VAN WISSELINGH angibt. Von seinen wäre diese Erscheinung von Kern auf Kern vollkommen vererbbar und nicht nur teilweise, wie van WISSELINGH angibt. Von seinen Ergebnissen will ich hier nur die schematische Darstellung heraus-greifen (S. 216), die zeigen soll, daß zwei Binnenkörper dann auf-treten, wenn die "Nucleolusfäden" in der (den) Kernplatte(n) von-einander entfernt liegen. Insgesamt sind dort 541 Zellen dargestellt; davon 246 Kerne mit einem Binnenkörper, 229 Kerne mit zwei Binnenkörpern,

48 Kerne im Teilungsstadium.

48 Kerne im Teilungsstadium. Von der Möglichkeit, daß ihm in Kernen mit einem Binnen-körper der Nebenkörper durch Überdeckung vom Binnenkörper der Beobachtung entgangen sein könnte, erwähnt er nichts, wiewohl sie beachtenswert gewesen wäre. Denn er erwähnt ja auch nichts, daß seine Untersuchungsweise ein Verborgenbleiben des Nebenkörpers ausgeschlossen hat. Ich denke allerdings nicht daran, die bei meiner Spezies gewonnenen Erfahrungen auch unbedingt bei Sp. crassa machen zu müssen. Im Gegenteil, ich halte es für durchaus wahr-scheinlich, daß hier andere Verhältnisse festgestellt werden. Von einer Reihe mehr oder weniger gelegentlicher Kernbeobachtungen an Sp. maxima, Sp. Weberi, Sp. mirabilis und einigen unbestimmten

rund- und flachkernigen Arten ausgehend erwarte ich cytologisch nichts Einheitliches bei der Gattung Spirogyra.

Unter den 2046 untersuchten Ruhekernen habe ich 12 Kerne mit 2 annähernd gleichgroßen Binnenkörpern vorgefunden. 10 von ihnen besaßen neben den beiden großen Binnenkörpern noch einen Nebenkörper wie die "normalen" Kerne (siehe Taf. 3 Fig. 3). Auch diese Tatsachen stehen im Widerspruch mit der VAN WISSELINGH'schen Hypothese. Seinen Angaben und seiner Hypothese zufolge kommen nur zwei Binnenkörper im Kern vor. Im übrigen konnte ich an solchen Kernen nichts Auffallendes wahrnehmen. Nachtragen möchte ich hier noch die Angaben von STRASBURGER, die er über die Zahl und Größe der Binnenkörper bei *Spirogyra* macht (1880, p. 186). "Die Zellkerne führen bei dieser Species (*Sp. crassa*) meist mehrere, am häufigsten 2 Kernkörperchen. Dieses kommt bei *Sp. majuscula* nur ausnahmsweise vor und könnte vielleicht aus der Gestalt der Zellkerne folgen. Bei Sp. nitida, deren Kernanlage zur Zeit, wo die Kernkörperchen auftreten, fast kugelig sind, sehen wir nämlich auch gleich nur ein Kernkörperchen sich bilden. Bei Sp. majuscula treten mehrere auf und zwar erscheint der Zellkern in dem betreffenden Entwicklungsstadium noch sehr flachgedrückt. Da er hierauf bauchig anschwillt, so werden die Bedingungen für das Wachstum eines mittleren Kernkörperchens günstiger und dieses allein entwickelt sich weiter, während die anderen schwinden. Bei Sp. crassa (var.) bleibt der Zellkern überhaupt flach im Verhältnis zu seiner relativ bedeutenden Höhe und daher entwickeln sich auch die in Mehrzahl angelegten Kernkörperchen gleichmäßig weiter." Das Auftreten mehrerer Binnenkörper kenne ich aus einer Reihe von Gelegenheitsbeobachtungen an einer flachkernigen Spezies. Die Erscheinung ist so andersartig, daß ein näheres Eingehen darauf eine sorgfältige Untersuchung erst voraussetzt.

Soviel über den ruhenden Kern mit Binnenkörper und Nebenkörper. Bezüglich des Nebenkörpers will ich die Ergebnisse nochmals zusammenfassen. Bei der Durchmusterung der Kerne im fixierten und gefärbten Zustand habe ich in 75 Proz. der Beobachtungsfälle neben dem großen Binnenkörper ein zweites, kleineres Gebilde von relativ konstanter Größenordnung — einen Nebenkörper --feststellen können. Da der Kern in den Dauerpräparaten nur aus einer Richtung her betrachtet werden kann, glaube ich einen solchen auch in den übrigen 25 Proz. der Beobachtungsfälle als vorhanden annehmen zu können, zumal eine, freilich nicht alle Möglichkeiten umfassende Überlegung, ein Verhältnis von 35:65 ergeben hat. Ich habe in 11 Fällen gefärbte Kerne, die bei einseitiger Beobachtung keinen Nebenkörper zeigten, durch Druck auf das Präparat zur Drehung veranlaßt und in jedem dieser Fälle den verdeckten Nebenkörper zum Vorschein bringen können. Da aber auf diese Weise nicht immer die gewünschte Drehung zustande kommt, um eine lückenlose Statistik zu ermöglichen, da aber auch die Präparate der Zerstörung anheimfallen, wurde von einer solchen Untersuchungsweise Abstand genommen.

## B. Kernteilung.

Wie sich dieser Vorgang in vivo abspielt, wissen wir so gut wie nicht. Schon STRASBURGER weist auf die Tatsache hin, daß bei Spirogyra während der Caryokinese in vivo nichts von den feineren morphologischen Details wahrzunehmen ist. Bei Sp. setiformis konnte ich nicht einmal so viel von den Kernveränderungen beobachten, als STRASBURGER für Sp. majuscula angibt. Das mag wohl mit der Kernform zusammenhängen. Was wir von diesen Vorgängen wissen, ist nichts anderes als eine Reihe von Bildern des durch die Entmischung veränderten Objektes. Wiewohl wir nicht imstande sind, aus den Gerinnungsbildern auf die Vorgänge in vivo zurück-zuschließen und alle derartigen Versuche vorderhand von höchst problematischem Wert sind, ist es trotzdem, wie schon von mehrfachen Seiten darauf hingewiesen wurde, unberechtigt, alle Färbungs-und Fixierungsergebnisse als wertlos beiseite zu schieben. Eine reale Basis liegt diesen Vorgängen zweifelsohne zugrunde, wie uns die große Reihe cytologischer Publikationen beweist. Da uns aber die Gerinnungsvorgänge selbst, sowie die morphologischen Ver-änderungen des Objektes durch diese Vorgänge unbekannt sind, müssen wir uns vorderhand bei der Verwertung von fixiertem und gefärbtem Material damit begnügen, die so gewonnenen Resultate rein deskriptiv zu behandeln. Können doch heute nicht einmal die rein deskriptiven Mitteilungen der Forscher in entsprechenden Einklang gebracht werden, noch weniger ihre Versuche, kausale Zu-sammenhänge zwischen den einzelnen Erscheinungen herzustellen und die "Struktur" des lebenden Kernes mit Hilfe toten Materials zu rekonstruieren.

188

Im folgenden will ich eine Beschreibung der Gerinnungsbilder geben, welche ich durch Fixierung mit Chromsäure und Färbung mit Hämatoxylin erzielt habe. Die Bilder will ich nach Tunlichkeit gleich so ordnen, wie es den bisherigen jahrzehntelangen Erfahrungen entspricht. Um langatmige Schilderungen zu umgehen, mit denen schließlich doch nicht das wahre Bild zu rekonstruieren ist, setze ich eine möglichst große Auswahl von Bildern, die ich mit allfälligen Bemerkungen versehen werde. Bei dieser Beschreibung soll das Verhalten des Nebenkörpers hervorgehoben werden. Denn ein Gebilde, das unserer früheren Annahme nach in jedem Kern vorkommt, läßt eine bestimmte Rolle bei der Caryokinese erwarten. Wir fragen also: Lassen sich die VAN WISSELINGH'schen Angaben über seine Rolle bestätigen oder kommt diesem Nebenkörper eine andere Genese zu? Schon beim flüchtigen Überblicken der Teilungsbilder mußte

ich feststellen, daß sie sich nicht ohne Bedenken als kontinuierliche Reihe fortschreitender Teilungsphasen anordnen lassen. Besonders unter den Anfangs- und Schlußstadien trifft man vielfach Bilder an. die sich zu einem bereits gegebenen Stadium weder vorher noch nachher bestimmt anreihen lassen. Hier ist die Art der Anordnung vorderhand der persönlichen Ansicht anheimgestellt. Ich legte und lege, wie ich schon bemerkt habe, ein besonderes Gewicht darauf, daß ein jedes beobachtete, wenn auch noch so "abnormal" aussehende Bild festgehalten werde, auch, wenn es in eine schon vorhandene kontinuierliche Phasenfolge nicht hineinzupassen scheint. Daß hierbei nicht Teilungsbilder einer eventuell anwesenden anderen Spezies irrtümlicherweise mit festgehalten wurden, war durch vorherige orientierende Untersuchungen des Materials berücksichtigt worden. Wie ich schon bei der Beschreibung des Untersuchungsobjektes betont habe, bestanden die zur Untersuchung gelangten wie auch andere Proben desselben durchwegs nur aus Sp. setiformis, ohne durch andere Spirogyra-Spezies oder andere Algen überhaupt gemengt zu sein. Die Schwierigkeiten bei der Anordnung ergeben sich deshalb, weil sich mittels der oben schon besprochenen, genauen Vergleichsmethode unzweideutig die Tatsache feststellen läßt, daß die beobachteten Teilungskerne, besonders in den Anfangsstadien, keine bestimmt verlaufende, chronologisch übereinstimmende Reihenfolge der Veränderungen merken lassen. Man sieht sich plötzlich vor der Frage, welche der Veränderungen am Kern zur Altersbestimmung herangezogen werden sollen; sollen es die Veränderungen am Binnenkörper sein oder die Ausbildung der Kernspindel oder andere Erscheinungen des Kernes. Gibt es also am lebenden Kern keine solche chronologisch bestimmt verlaufende Reihenfolge der Kernteilungsvorgänge, oder ist die Buntheit der Bilder bloß eine Sekundärerscheinung, die beim Gerinnungsvorgang zustande kam? Diese Erscheinung hat nach meiner Meinung VAN WISSELINGH veranlaßt, für Sp. crassa zwei Kernteilungsmodi anzunehmen (1898). Durch eine Auswahl von Abbildungen (Taf. 3 Fig. 4—11) suche ich diese Tatsache zu illustrieren. Die Schwierigkeiten gehen daraus deutlich hervor. Ich finde es also durchaus nicht wunderlich, daß gerade in bezug auf die Anfangsstadien die Literaturangaben, in denen zu oft nur wenig begründete Annahmen eine größere Rolle spielen als die tatsächlich beobachteten Bilder, so sehr auseinandergehen. Kein Forscher hebt aber stark genug hervor, daß er alle Beobachtungen berücksichtigt hat, was in Anbetracht der wechselvollen Bilder von nicht geringer Bedeutung wäre. Einzelne meiner Abbildungen würden sich — einzeln betrachtet — mit den Angaben des einen Forschers decken, andere wieder mit denen eines zweiten usw. Da die Zahl der möglichen Beobachtungsfehler nicht unbeträchtlich ist, wie ich im Verlauf meiner Erörterungen schon mehrfach betont habe, ist es gar nicht überraschend, daß die Ansichten der verschiedenen Forscher so wenig in Übereinstimmung gebracht werden können. Soviel an allgemeiner Bemerkung. In Übereinstimmung mit den Angaben von Degagent und

werden können. Soviel an allgemeiner Bemerkung. In Übereinstimmung mit den Angaben von DEGAGNY und VAN WISSELINGH über Sp. setiformis und MERRIMAN über eine andere, Sp. crassa genannte Spezies konnte ich in allen meinen Prophasestadien die Erscheinung beobachten, daß an Stelle des runden Binnenkörpers ein solcher mit unregelmäßiger Gestalt, später ein oder mehrere große Ballen oder ein ± großer Haufen runder, verschieden großer Körner vorliegt. Oft gleichzeitig damit sind an den fadenartigen Bildungen des Außenkernes reichlicher dunkel färbbare, gröbere Körner zu sehen, als es sonst, im ruhenden Kern, der Fall ist. Die Gleichzeitigkeit ist aber nicht immer wahrzunehmen. Diese Bilder ließen sich wohl am besten mit einem "Zerfall des Binnenkörpers in allmählich kleiner werdende Körner" illustrieren; zugleich betone ich, daß dieser Ausdruck rein bildlich aufzufassen ist. Gerade über diese Erscheinungen sind die verschiedenen Autoren oft recht verschiedener Ansichten. So schildern z. B. jene Autoren, die die Existenz einer besonders ausgebildeten Nucleoluswand (-membran) annehmen, den Vorgang als eine Ausstoßung von Masse in Form von Ballen. Moll (1893) spricht wiederum von einem Übertritt der Nucleolusmasse aus dem Nucleolus in den Kernfaden, der dann später in 12 Stücke zerfällt. Auf die Hilfsvorstellungen,

die bei diesen und anderen Versuchen zum Verständnis herangezogen werden müssen, beispielsweise vom Entstehen gewisser Öffnungen in der Nucleoluswand, vom vorherigen Auflösen der Membran und so ähnlichem mehr, gehe ich hier nicht ein, weil ihre Existenz + problematisch ist. Am lebenden Objekt ist von diesem Stadium angefangen nichts von morphologischen Details zu erkennen. Dieser Zerfall des Binnenkörpers läßt aber keinen einheitlichen Zug erkennen. Infolge Mangels an irgendwelchen Anhaltspunkten für das Zustandekommen des "Zerfalles" sowie seines unregelmäßigen "Verlaufes" begnüge ich mich mit der Festhaltung der erzielten Bilder Taf. 3 Fig. 4-11. Auch bei der Anlage der Spindel und beim Auflösen der Außenkernmembran läßt sich kein bestimmter Zeitpunkt des Beginnes und kein gleichartiger Verlauf aus meinen Präparaten entnehmen, wie die beigeschlossenen Abbildungen Taf. 3 Fig. 5-11 deutlich zeigen. Schon die auffallende Verschiedenheit der Außenkerngröße ist nicht ohne Bedenken deutbar. Man kann ja an die wechselnde Größe des in Teilung eintretenden Kernes denken. Ob damit eine restlose Erklärung ihres Zustandekommens gegeben ist, muß aber unbeantwortet bleiben. Eine Reihe von Bildern stimmt mit den Angaben anderer Autoren. So haben TANGEL (1882), STRAS-BURGER, MITZKIEWITSCH (1898) angegeben, daß die Spindel in dem an den Polen des Kernes sich angesammelten Cytoplasma zuerst sichtbar wird und daß sie hier anfangs vierpolig — nach anderen Forschern — noch mehrpolig ist (WISSELINGH, KARSTEN, 1909). Vier- und mehrpolig angelegte Spindeln sind auch in meinen Präparaten sichtbar gewesen (Taf. 3 Fig. 7). Vergleicht man aber meine Abbildungen (Taf. 3 Fig. 9), scheinen sie für die FLEMMING'sche Feststellung, daß die Spindel innerhalb der Außenkernmembran zuerst angelegt wird, zu sprechen. Vergleiche FLEMMING 1882, p. 332, Abbildung eines Kernes, dessen Kernplatten auseinanderweichen. Aus meinen statistischen Notizen läßt sich aber entnehmen, daß der an zweiter Stelle genannte Fall der viel seltenere ist. Auch Stadien, die zwischen diesen beiden Fällen eine Mittelstellung einnehmen könnten, habe ich vorgefunden. Die Vorstellung von einer Kernmembran wird natürlich durch derartige Bilder unbestimmt und man wird mit Recht fragen: ist in solchen Stadien die sichtbare Konturlinie überhaupt die noch vorhandene Kernmembran. Wenn auch auf Grund einer Reihe solcher Momentbilder wenig über die Erscheinung ausgesagt werden kann, so lehren solche Beispiele immerhin die Notwendigkeit einsehen, daß eine große Zahl von eingehenden Beobachtungen erst eine entsprechende Vorstellung zu

geben vermag. Im Außenkern ist während der Ruheperiode ein Nebenkörper vorhanden.

Wenn sich der Kern zur Teilung anschickt und sein Binnen-körper in einzelne Ballen "zerfällt", ist natürlich der Nebenkörper unter mehreren ähnlichen solchen Bildungen nicht kenntlich. In späteren Stadien geht dieser "Zerfall" des Binnenkörpers weiter und in solchen Stadien, besonders, wenn an Stelle des Binnenkörpers ein Haufen feiner Körnchen liegt, ist abermals ein Gebilde von kritischer Größe innerhalb der eventuell noch vorhandenen Kernmembran sichtbar. Alle beim "Binnenkörperzerfall" entstandenen Ballen ver-schwinden durch weitere "Zersplitterung", bloß ein rundliches Gebilde aus der Größe des Nebenkörpers im Ruhekern bleibt vom Kernplattenstadium an in der größeren Zahl der beobachteten Teilungsstadien sichtbar. Ich spreche es als den erhaltengebliebenen Nebenkörper an. In allen beobachteten Kernplattenphasen und solchen knapp vor- oder nachher fixierten Stadien, also allgemein gesagt solchen Stadien, in denen die färbbare Substanz in Form feinster Körnchen vorliegt, konnten Gebilde in der Einzahl und von kritischer Größe festgestellt werden. Im ganzen hatte ich 60 Prophasestadien<sup>1</sup>) zur Verfügung, von denen 15 im Kernplattenzustand 1) den völlig in feine Körnchen "aufgelösten" Binnenkörper zeigten. In allen diesen 15 Fällen war ein Gebilde in der Einzahl und von kritischer Größe vorhanden. Seine Lage wechselt so sehr, daß es den Anschein hat, als käme ihm im Kernteilungsbild keine bestimmte Lage zu. Nie aber sah ich es in der Kernplatte selbst liegen, sondern irgendwo abseits (Taf. 3 Fig. 12). Bei entsprechend gedehnten Spindeln befindet es sich bisweilen an einem Pol (Taf. 3 Fig. 13), mitunter auch auf halber Strecke zwischen Kernplatte und Pol. Daraus läßt sich entnehmen, daß dieser Nebenkörper an der Bildung der Kernplatte nicht teilnimmt; weiter, daß es sich hier infolge seiner wechselnden Lage nicht um zentriolähnliches Gebilde handelt. Wäre das vorliegende Gebilde mit dem "Zwergnucleolus" VAN WISSELINGH's identisch, so dürfte es nach der Ausbildung der Kernplatte nicht mehr sichtbar sein. Die Kernplatte ist flachzylindrisch. Sie besteht aus einer großen Zahl reihig angeordneter Körnchen, die mit der verwendeten Optik infolge vielfacher Über- und Unterlagerung nicht genauer aufgelöst werden

<sup>&</sup>lt;sup>1</sup>) Siehe die Figurenerklärung der Taf. 3. Dortselbst sind die in dieser Publikation nicht wiedergegebenen Stadien chronologisch unter die hier beigeschlossenen 25 Teilungsbilder eingeordnet.

können. Diese Bilder stimmen recht gut mit den Abbildungen von MERRIMAN (1913) Taf. 13 Fig. 12—17, Fig. 20—23. Auch VAN WISSE-LINGH beschreibt die Kernplatte und das Verhalten der beiden Kernplattenhälften auf diese Weise.

Die Kernveränderungen vom Kernplattenstadium bis zu jenem, wo die beiden Hälften ihren definitiven Abstand erreicht haben. habe ich an 37 Teilungskernen festzuhalten gesucht. 1) Unter diesen konnte ich in 32 Fällen ein in der Einzahl vorkommendes Gebilde von kritischer Größe beobachten. Das Gebilde hat auch hier keine konstante Lage. Bald befindet es sich mitten zwischen den Kernplattenhälften (Taf. 3 Fig. 16, 17), bald in der Nähe der einen oder der anderen Kernplattenhälfte, bald an der Basis eines Aufhängefadens. Die Form ist meist rund ('Taf. 3 Fig. 15, 17), seltener oval (Taf. 3 Fig. 16). Die darauf folgenden Veränderungen an der färbbaren Substanz (Kernplattenhälften) sind nicht sehr auffallend. Während sie in den letztbeschriebenen Teilungsphasen als scheinbar kompakte Ballen vorliegen, scheint jetzt wiederum eine Auflockerung stattzufinden. Bei etwas weiter vorgeschrittenen Stadien bemerkt man eine undeutliche, kreisförmige oder ovale Umrißlinie um die färbbare Substanz. Außerhalb ist eine granulöse, innerhalb eine körnchenfreie Substanz. Diese Erscheinung macht - rein bildlich beschrieben — den Eindruck, als würde sich vom Kernplattenmaterial ausgehend um dieses herum eine "Vakuole" (vgl. DEGAGNY, 1893, p. 1398) bilden (Taf. 3 Fig. 21, 22), die im Verlauf des Teilungs-abschlusses an Volumen zunähme und in der das färbbare Kernplattenmaterial in Form von Balken, Strängen und Fäden unregelmäßig verteilt ist (Taf. 3 Fig. 23, 24). Diese "Vakuole" ist, wie spätere Stadien lehren, der in Ausbildung begriffene Außenkern.

Es ist unmöglich anzugeben, was hier am fixierten Objekt von den tatsächlichen Verhältnissen richtig erkannt wurde, da die mikroskopische Beobachtung diese Verhältnisse nur unzureichend erfassen kann. Wir urteilen auf das Aussehen allein hin und verwenden bei ihrer Schilderung wohl zu häufig völlig unpassende Begriffe. Um so problematischer muß dann der Versuch einzelner Forscher erscheinen, wenn sie die Beobachtungsergebnisse vom toten Material ohne vorherige eingehende Kritik ihrer Verwertbarkeit auf den in vivo sich abspielenden Vorgang übertragen wollen. Es ist also die Forderung zu betonen, zuerst die Gerinnungsveränderungen eingehender zu studieren als es bisher der Fall war.

<sup>&</sup>lt;sup>1</sup>) Siehe Figurenerklärung der Tafel 3.

Gewisse Erscheinungen sind am fixierten ebenso wie am lebenden Objekt nachweisbar. An jedem einzelnen, ins Auge gefaßten Moment muß aber vorher untersucht werden, welche Veränderungen es bei der Gerinnung mitmacht.

Im weiteren Verlauf des Teilungsabschlusses ist mehr und mehr eine "Konzentration" der färbbaren Teile zu einer einheitlichen Masse, dem neuen Binnenkörper, zu bemerken. Über diese im vor-letzten Abschnitt genannten Kernvorgänge lagen mir 40 Stadien vor (Taf. 3 Fig. 23, 24<sup>1</sup>)). 28 von diesen zeigen ein in der Einzahl vorhandenes, scharf ausgeprägtes Gebilde; in den übrigen 12 konnte eine solches überhaupt nicht oder mit ungenügender Sicherheit nachgewiesen werden. Seine Lage ist in dieser Entwicklungsstufe ebenso verschieden im Teilungsbild wie in den vorher besprochenen. Neben Fällen, in denen das Gebilde an der Basis eines Aufhänge-fadens oder mitten zwischen den beiden sich entwickelnden Tochterkernen anzutreffen ist, sieht man vielfach auch solche, in denen es außen an der Oberfläche des einen oder anderen Außenkernes aufliegt. Auch in dieser Phase konnte weder eine Teilung noch Anzeichen für eine solche aufgefunden werden. Die bereits erwähnten Abschlußstadien sind durch eine "Zusammenziehung" oder "Vereini-gung" der färbbaren Teile zu einem einzigen, anfangs noch unregelmäßigen, später kugelförmigen Gebilde, dem Binnenkörper, gekennzeichnet. Bei genauerem Zusehen lassen sich unter einem bestimmten Strahlengang des Lichtes gerade, fadenartige Bildungen wahrnehmen, die in der Mehrzahl von der Außenkernoberfläche zu der sich "sammelnden" Binnenkörpermasse ungefähr radial verlaufen (Taf. 3 Fig. 25, 26). Ich habe 77 Stadien dieser Entwicklungsstufe untersucht. Hier lag nur mehr in acht Fällen das in den vorhergehenden Teilungsbildern noch genug häufige Gebilde vor; auch hier wieder nur außerhalb der Außenkernmembran. In 18 dieser 77 Fälle war jedoch im Außenkern des einen oder der beiden Tochterkerne ---meist in unmittelbarster Nachbarschaft des Binnenkörpers — ein nebenkörperähnliches Gebilde in der Einzahl, jedoch von geringerer Größe zu beobachten. Sechs Stadien zeigten solche neben dem noch vorhandenen Nebenkörper im kernumgebenden Plasma. Die zwei im Außenkern vorhandenen sind also bei der Abrundung des Binnenkörpers aus ihm hervorgegangen, während der im kernumgebenden Plasma befindliche vom Mutterkern stammt. Im Zeitpunkt des Selbständigwerdens der Tochterkerne besitzt ein jeder von ihnen

<sup>&</sup>lt;sup>1</sup>) Siehe Figurenerklärung der Tafel 3.

bereits einen solchen. Die erwähnten sechs Stadien zeigen aber weiter, daß eine Teilung des Nebenkörperchens sicherlich bei der Caryokinese nicht erfolgt und daß er im Kern nach der Kernteilung erst entsteht. Im Außenkern bleibt er dann bis zur Teilung dieses Kernes, bei der er in das kernumgebende Plasma gelangt, ohne in eine sichtbare Beziehung zu den Tochterkernen zu treten.

## Zusammenfassung der Untersuchungsergebnisse.

Die Ergebnisse meines bisherigen cytologischen Studiums an Spirogyra setiformis Kütz. lassen sich in den wenigsten Punkten folgend resümieren:

Ihr Ruhekern weist nach der Fixierung mit der genannten Chromsäurelösung annähernd Kugelform auf. Er enthält einen relativ großen Binnenkörper und neben ihm einen wesentlich kleineren, in seiner Größe auffallenderweise ziemlich konstant bleibenden Nebenkörper, der mit Hämatoxylin ebenso färbbar ist wie der große Binnenkörper. In 75 Proz. der beobachteten Kerne wurde er tatsächlich gesehen und in den restlichen 25 Proz. der Fälle an Hand von Überlegungen als vorhanden angenommen. Ein in jedem Kern vorhandenes Gebilde läßt eine gewisse Rolle bei der Caryokinese erwarten. Auf Grund meiner statistischen Notierungen konnte ich Nachstehendes festlegen. In den Prophasestadien, die sich am besten charakterisieren lassen, wenn wir von einem "Zerfall des Binnenkörpers" in größere und kleinere runde Ballen und Körnchen sprechen — der Ausdruck ist aber vorderhand nur bildlich zu verstehen -, ist der Nebenkörper unter anderen runden Ballen natürlich nicht kenntlich. Aber in allen nachfolgenden Kernplattenstadien, in denen die Binnenkörpersubstanz vollständig in feine Körnchen "aufgelöst" ist, wurde ein solches Gebilde von kritischer Größe vorgefunden. In späteren Phasen, etwa bis zu jenem Zeitpunkt, wo die beiden Kernplattenhälften ihren definitiven Abstand erreicht haben und ihre Umformung einsetzt, wurde es in den meisten Kernen noch angetroffen, seltener schließlich in den Abschlußstadien, überhaupt nicht mehr in bereits selbständig gewordenen Tochterkernen. Die untersuchten Teilungskerne lassen erkennen, daß ihm keine bestimmte Lage im Teilungsbild zukommt. Somit kann es sich nicht um ein zentriolähnliches Gebilde Auch ein dem Nucleolus höherer Pflanzen handeln. analoges Gebilde ist es nicht, weil es, wie wir gesehen haben, ohne irgendwelche Anteilnahme am Kernteilungsprozeß in seiner Gestalt und Einzahl oft bis in sehr späte Teilungsphasen hinein zu beobachten ist. Ich konnte ein solches noch in einem Stadium bei einem der beiden Tochterkerne außerhalb der neu angelegten Kernmembran feststellen, deren Binnenkörpermassen bereits abgerundet waren und in deren Nähe jeder der beiden Tochterkerne — also innerhalb der neuen Kernmembran — schon einen allerdings etwas kleineren Nebenkörper sichtbar werden ließ. Die Tatsachen, daß erstens jeder Kern ein solches Körperchen aufweist, daß zweitens jeder selbständig werdende Tochterkern mit einem solchen bereits ausgestattet ist, fordern mit Notwendigkeit seine Bildung in irgendeinem Stadium der Teilung. Da eine Teilung des alten Nebenkörpers weder direkt beobachtet werden noch indirekt irgendwie wahrscheinlich gemacht werden konnte, nehme ich an, daß er zu den Tochterkernen und ihrer Bildungsweise nicht in Beziehung steht.

Für diese Annahme sprechen Stadien, wie ich sie schon oben erwähnt habe. Sie zeigen zwei fast völlig rekonstruierte Tochterkerne mit eigenen Nebenkörpern und in der Nähe des einen Tochterkernes im Plasma außerhalb der Kernmembran den noch vorhandenen alten Nebenkörper. Er geht also auf eine unbekannte Weise aus dem sich abrundenden Binnenkörper hervor und bleibt im Außenkern bis zur nächsten Kernteilung, bei der er in das kernumgebende Plasma gelangt. Die aus dieser Kernteilung hervorgehenden Tochterkerne bilden wiederum bei der Abrundung ihrer Binnenkörper für sich je einen neuen Nebenkörper aus. Die Erscheinung könnte als eine "periodische Ausstoßung von Binnenkörpersubstanz" angesehen werden.<sup>1</sup>) Über das weitere Schicksal des Nebenkörpers im kernumgebenden Plasma konnte überhaupt nichts aufgefunden werden, weil er in späteren Stadien färberisch nicht mehr nachzuweisen ist.

Die einzige bisherige Studie über ein ähnliches Gebilde stammt von VANWISSELINGH an *Spirogyra crassa*. Seine Angaben und Hypothese sind mit meiner Mitteilung aus mehreren Gründen nicht in Einklang zu bringen:

- 1. Er ist ein regelmäßiger Kernbestandteil.
- 2. Ein Nebenkörper kommt auch in Kernen vor, die zwei annähernd gleichgroße Binnenkörper besitzen.
- 3. Seine Größenordnung ist relativ konstant.
- 4. Seine Masse nimmt an der Bildung der Kernplatte nicht teil.
- 5. Eine Teilung dieses Gebildes erfolgt nicht.

<sup>&</sup>lt;sup>1</sup>) Inwieweit die Volumsverminderung der kopulierenden Kerne bei *Spirogyra* durch den gleichen oder ähnlichen Vorgang zustande kommt, soll in einer späteren Arbeit gezeigt werden.

6. Er wird nicht mehr Bestandteil des einen oder anderen Tochterkernes.

Daraus scheint mit hervorzugehen, daß der von mir beobachtete Nebenkörper eine ganz andere Bildung darstellt als der "Zwergnucleolus" VAN WISSELINGH'S. Dann hätte ich hier eine ganz eigenartige Erscheinung beschrieben, welche in dieser Form weder bei *Spirogyra* noch bei anderen pflanzlichen Organismen bisher festgestellt wurde.

Prag, Botanisches Institut d. deut. Univ., Viničná 3a.

### Literaturverzeichnis.

Im folgenden zitiere ich bloß die hier namentlich erwähnten Publikationen, da eine lückenlose Zusammenstellung der cytologischen *Spirogyra*-Literatur erst jüngst von VAN WISSELINGH (1921) gegeben wurde.

- CZURDA, V.: Zur Frage der Nucleoluslöslichkeit bei Spirogyra. Arch. f. Protistenk. 1921.
- DEGAGNY, CH.: Sur les matières formées par le nucleole, chez le Spirogyra setiformis, et sur la direction qu'il exercé sur elles au moment de la division du noyau cellulaire. Compt. rend. 1893.
- : Sur la morphologie du noyau cellulaire chez les Spirogyras etc. Compt. rend. 1893.
- -: Sur la concordance des phénomènes de la division du noyau cellulaire chez les Lis et chez les Spirogyras etc. Compt. rend. 1893.

FLEMMING, W.: Zellsubstanz, Kern- und Zellteilung. Leipzig 1882.

HABERLANDT: Zur Kenntnis der Conjugation von Spirogyra. Sitz.-Ber. d. Akad. d. Wiss. in Wien 1890.

KARSTEN, G.: Die Entwicklung der Zygoten von Spirogyra jugalis. Flora 1909.

KAUFMANN: Über den Entwicklungsvorgang von Cylindrocystis. Zeitschr. f. Bot. 1914. KLEBAHN: Über die Zygosporen einiger Conjugaten. Ber. d. deutsch. bot. Ges. 1888. MERRIMAN: Nuclear division in Spirogyra crassa. The bot. Gazet 1913.

- MEYER, A.: Morphologische und physiologische Analyse der Zelle. I. Fischer, Jena 1920.
- MITZKEWITSCH: Über die Kernteilung bei Spirogyra. Flora 1898.
- Moll, J. W.: Observation on karyokinesis in Spirogyra. Verh. d. kon. Akad. vom Wetensch. te Amsterdam, Abt. Nat. wiss. 1893. (War mir nicht zugänglich, zitiert nach VAN WISSELINGH.)
- NEUENSTEIN: Über den Bau der Zellkerne bei den Algen und seine Bedeutung für ihre Systematik. Arch. f. Zellforsch. 1914.

OLTMANNS: Morphologie und Biologie der Algen. II. Fischer, Jena 1905.

PASCHER, A.: Über die Kreuzung einzelliger haploider Organismen. Ber. d. deutsch. bot. Ges. XXXIV.

STRASBURGER: Zellbildung und Zellteilung. Fischer, Jena 1880.

VAN WISSELINGH, C.: Über die Kernteilung bei Spirogyra. Flora 1900.

-: Über den Nucleolus von Spirogyra. Bot. Ztg. 1898.

-: Zehnter Beitrag zur Kenntnis der Caryokinese. Beihefte z. bot. Centralbl. 1921.

## Tafelerklärung.

#### Tafel 3.

Sämtliche Stadien sind bei der gleichen Vergrößerung,  $1/12}$  hom. Imm., Oc. 4, mit dem Zeichenapparat gezeichnet (1600 fach). Bei der Reproduktion erfuhren sie eine Verkleinerung auf 2/3 des Originals. Da nicht einmal alle gezeichneten Teilungsphasen zur Reproduktion gelangen können, werde ich zur Ergänzung der im Text mitgeteilten summarischen Zahlen hier zwischen die reproduzierten Teilungsstadien die übrigen, nicht mitgeteilten so einordnen, wie es meiner Ansicht nach der chronologischen Reihenfolge entspricht, um detaillierter zu zeigen, wie diese Auswahl der hier gegebenen Abbildungen, eines Bruchteiles aller beobachteten Teilungsphasen, erfolgt ist. Gleichzeitig werde ich in dieser Zusammenstellung das Auf- bzw. Nichtauftreten des Nebenkörpers verzeichnen.

Fig. 1 u. 2. Ruhekern mit Binnenkörper und Nebenkörper.

Fig. 3. Ruhekern mit zwei Binnenkörpern und einem Nebenkörper.

### Kernteilungsprozeß.

",+" = Nebenkörper sichtbar; "O" = der gleiche unsichtbar. Kolonne I (Kol. I) bezieht sich auf den Mutterkern, Kol. II auf die Tochterkerne.

		Kol	. I	Kol.	II
	Anzahl	+	0	+	Ο
werden der Binnenkörper:	3	3	—		
körperzerfall"	6	?	?		
	1	?	?		
	1	?	?	_	
eginnende Spindelanlage	10	?	?		
nliche Stadien:	4	?	?		
örperzerfall und Spindelbildung	<b>2</b>	?	?		
	1	?	?	_	
nliche Stadien:	9	?	?		
	5	?	?		
nliche Stadien:	3	?	?		
ttenausbildung	5	5			
nliche Stadien:	3	3			
atte	1	1			
nliches Stadium:	1	1		_	_
itte	5	<b>5</b>	_		
nderweichen d. Kernplattenhälft	en 2	2		_	
tere Stadien:	15	13	<b>2</b>	-	_
nderweichende Kernplatten	2	<b>2</b>	—		
nenballung der Kernplatten	5	<b>5</b>	—		
nliche Stadien:	8	5	3	_	
	4	4	—		
ver Abstand erreicht	1	1		_	_
	werden der Binnenkörper: körperzerfall" weginnende Spindelanlage unliche Stadien: örperzerfall und Spindelbildung unliche Stadien: uttenausbildung nliche Stadien: utte unliches Stadium: utte underweichen d. Kernplattenhälft tere Stadien: underweichende Kernplatten underweichende Kernplatten underweichende Kernplatten underweichende Kernplatten underweichende Kernplatten underweichende Kernplatten underweichen derweichen	Anzahlwerden der Binnenkörper:3körperzerfall"611beginnende Spindelanlage10unliche Stadien:4örperzerfall und Spindelbildung2unliche Stadien:9unliche Stadien:3uttenausbildung5nliche Stadien:3utte1unliche Stadien:3utte1unliche Stadien:3utte1unliches Stadium:1utte5underweichen d. Kernplattenhälften2tere Stadien:15underweichende Kernplatten5unliche Stadien:8underweichende Kernplatten4ver Abstand erreicht1	KolAnzahl+werden der Binnenkörper:333körperzerfall"61?neginnende Spindelanlage10nliche Stadien:4??inliche Stadien:9?1nnliche Stadien:9?1inliche Stadien:3?5inliche Stadien:3?5inliche Stadien:3.1itte111itte5.5inderweichen d. Kernplattenhälften2?2nenballung der Kernplatten5.5unliche Stadien:8.4.4.4	Kol. IAnzahl+ $\bigcirc$ werden der Binnenkörper:33körperzerfall"6?h?1eginnende Spindelanlage10?nliche Stadien:4?orperzerfall und Spindelbildung2?nliche Stadien:9?nliche Stadien:9?inliche Stadien:3?nliche Stadien:3?nliche Stadien:33itte nausbildung55nliche Stadien:11nliche Stadien:11itte11nliches Stadium:11itte55underweichen d. Kernplattenhälften22inderweichende Kernplatten55inliche Stadien:853wer Abstand erreicht11-	Kol. IKol.Anzahl+-werden der Binnenkörper:33körperzerfall"6?1?-heginnende Spindelanlage10?1??nliche Stadien:4?1?-örperzerfall und Spindelbildung2?1??inliche Stadien:9?1?-inliche Stadien:3?inliche Stadien:3?inliche Stadien:33itte11-inliche Stadien:11-inliche Stadien:11-inliche Stadien:33-itte11-inliche Stadien:33-inderweichen d. Kernplattenhälften22-inderweichende Kernplatten55inliche Stadien:853-wer Abstand erreicht11

198

			Kol	. I	Kol.	II
	·	Anzahl	+	0	+	0
	Ähnliche Stadien:	9	4	5	—	—
Fig. 19.	Desgl.	1	1	—		
Fig. 20.	Veränderungen der Kernplattenhälften	1	1	—		
Fig. 21.	Desgl.	1	1			—
	Ähnliches Stadium:	1	1	—		—
Fig. 22.	Bildung der Außenkerne	1	1			
	Ähnliches:	3		3		_
Fig. 23.	Desgl.	1	1	—	_	
	Ähnliche Stadien:	<b>23</b>	17	4		
Fig. 24.	Desgl.	1	1			
	Beginnende Binnenkörperbildung:	4	<b>2</b>	<b>2</b>	—	_
Fig. 25.	Desgl.	2	2	—	—	
	Binnenkörperbildung:	13		13	1	25
Fig. 26.	Desgl.	1	1			<b>2</b>
	Abrundung der Binnenkörper:	26	1	25	13	39
Fig. 27.	Desgl.	1	1		2	
	Desgleichen:	27	1	26	21	33
Fig. 28.	Die Kerne vor dem Selbständigwerden	1		1	2	

#### Tafel 4.

Figurenerklärung (siehe hierzu Anmerkung auf S. 173).

Abgesehen von der Tatsache, daß vom Kern in intakter Zelle schon durch die Überlagerung der Chromatophoren kein scharfes Bild zu erzielen ist, kommt noch der Umstand hinzu, daß die zur Verwendung gelangte Optik (REICHERT-Objektiv Nr. 3, REICHERT hom. Imm.  $\frac{1}{12}$ , Oc. 2) dem photographischen Zweck nur teilweise entspricht, was auch von den übrigen Hilfsapparaten (z. B. eine Halbwattlampe als Lichtquelle) gilt. Die unzulängliche Apparatur ist bei der Beurteilung der Reproduktionen zu berücksichtigen. Fig. 1—12 sind mit  $\frac{1}{12}$  hom. Imm. Oc. 2 bei ca. 18 cm Balglänge, Fig. 13 mit Obj. 3 Oc. 2 bei ca. 25 cm Balglänge aufgenommen. Kondensorbrennpunkt wurde dem jeweiligen Objekt entsprechend verschoben, ebenso die Blendenöffnung variiert. Zu den Aufnahmen wurden Platten der Firma Schleußner (Frankfurt) verwendet.

Fig. 1. Ruhekern; scharfe Kontur des Außenkernes; Nebenkörper unsichtbar.

Fig. 2. Ruhekern mit Nebenkörper.

Fig. 3. Binnenkörper "zerfällt", Anlage einer 4 poligen Spindel.

Fig. 4. Binnenkörper "zerfällt" in kleinere und größere Ballen.

Fig. 5. Kernplattenstadium mit Nebenkörper an einem Pol (identisch mit Fig. 13 der Taf. 3).

Fig. 6. Auseinanderweichende Kernplatten, Nebenkörper im Aufhängefaden.

Fig. 7. Kernplatten im definitiven Abstand, Nebenkörper dazwischen.

Fig. 8. Desgl., Nebenkörper am Pol (Taf. 3 Fig. 19).

Fig. 9. Bildung des Außenkernes, Nebenkörper vorhanden (Taf. 3 Fig. 22). Fig. 10. Desgl.

Fig. 11. Desgl. (Taf. 3 Fig. 24).

Fig. 12. Einer der beiden Tochterkerne mit altem  $(K_i)$  und neuem (k) Nebenkörper (Taf. 3 Fig. 27).

Fig. 13. Eine Übersichtsaufnahme des zur Untersuchung präparierten Materials.



Verlag von Gusta/Fischer in Jena.

Archiv für Protistenkunde Bd. XLV.

# Taf. 4.



Czurda phot.

13

Verlag von Gustav Fischer in Jena.

# **ZOBODAT - www.zobodat.at**

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Archiv für Protistenkunde

Jahr/Year: 1922

Band/Volume: 45\_1922

Autor(en)/Author(s): Czurda [Denk] Viktor

Artikel/Article: Über ein bisher wenig beobachtetes Gebilde und andere Erscheinungen im Kerne von Spirogyra (setiformis Kütz.). 163-199