

Nachdruck verboten.
Übersetzungsrecht vorbehalten.

Zur Frage der Nucleoluslöslichkeit bei *Spirogyra*.

Von
Viktor Czurda (Prag).

(Hierzu Tafel 14 u. 15 und 7 Textfiguren.)

I. Einleitung und kurze Besprechung der Literatur.

Um die Verschiedenheit der Nucleolen bei *Spirogyra* und der mit gleichem Namen belegten Zellkernbestandteile der Phanerogamen, die bereits aus dem morphologischen Verhalten beider hervorgeht, exakter darzustellen, unternahm es TRÖNDLE (1912), den Beweis auch auf chemischer Basis zu führen. Es fehlte allerdings bis dahin nicht an derartigen Versuchen, vornehmlich durch MEUNIER (1888) und ZACHARIAS (1881 u. f.), aber sie waren nicht genügend vertiefend. Er verglich das Verhalten der beiden gleichnamigen Zellkernbestandteile gegenüber starken Mineralsäuren und Alkalien das von seinen Vorgängern nicht genügend systematisch gesammelt war, in Parallelversuchen, um so die unvereinbaren und vielfach widersprechenden Ergebnisse zu klären. Seine Versuche bestanden in folgendem: *Spirogyra*-Material, das nicht näher bestimmt ist, von dem nur notiert wird, daß es „von mittlerer Fadendicke“ war, wurde in 100proz. Alkohol fixiert. Die Lagerung des Materials bis zur Versuchsdurchführung ist nicht angegeben. In toto gelangte es in Säure. Bloß das Material für den Schwefelsäureversuch wurde in Schnitte mittels Paraffin zerlegt. Die Arten der gebrauchten Säuren und die Dauer der Behandlung ist aus der beigefügten tabellarischen Zusammenstellung ersichtlich (Tabelle I). Welche weitere Behandlung das jeweilige Versuchsobjekt erfahren hat, wird nicht weiter detailliert, zumindest ist es nicht präzise genug an-

geführt. Es ist bloß z. B. „Färbung mit Eisenhämatoxylin“ an-
gemerkt. Die Ergebnisse sind in der Tabelle I untergebracht.

An *Spirogyra*-Alkoholmaterial bereits gemachte
Lösungsversuche mit Mineralsäuren und Alkalien.¹⁾

In der Kolonne „Ergebnis“: „●“ = Nucleolus gefärbt oder auf andere Weise
als vorhanden nachgewiesen. „0“ = Nucleolus „gelöst“. Dauer der Säureeinwirkung
in Stunden und Minuten angegeben.

	Konz.	Dauer Std, Min.	Färbung	Ergebnis	Autor	
Salzsäure	konz.	—	—	0	ZACHARIAS (1910)	
	"	0,10	Hämat.	0—●	TRÖNDLE	
	"	0,20	"	0—●	"	
	fast konz.	—	"	0	MEUNIER (1886) ²⁾	
	2—4 Proz.	—	—	●	"	
	2 Proz.	24,00	Hämat.	●	TRÖNDLE	
heiß	0,2 "	—	—	●	ZACHARIAS	
	0,3 "	3,00	—	●	W. ZIMMERMANN (1921)	
	2 "	0,30	—	0—●	TRÖNDLE	
	Salpetersäure	konz.	0,02	Hämat.	●	KAUFMANN
		"	0,06—0,10	"	0—●	"
		"	0,10	"	0	TRÖNDLE
"		0,20	"	0	"	
"		3,00	"	?	"	
fast konz.		—	—	0	MEUNIER	
heiß	5 Proz.	24,00	Jodlös.	●	TRÖNDLE	
	3 "	50,00	"	●	"	
	2 "	24,00	"	●	"	
	2 "	0,30	Hämat.	0—●	"	
	2 "	1,00	"	0—●	"	
	Schwefelsäure	konz.	0,02	Hämat.	●	TRÖNDLE
"		0,05	"	0	"	
Phosphorsäure	83 Proz.	0,10	Hämat.	0	TRÖNDLE	
	83 "	24,00	"	0—●	BERNHARDS	
	42 "	24,00	"	—	"	
Phosphorsäure	konz.	0,10	Hämat.	●	TRÖNDLE	
Wolframsäure	"	1,00	"	●	"	
	"	5,30	"	●	KAUFMANN	
	"	10,00	"	●	"	
	"	20,00	"	●	"	
	"	40,00	"	0	"	
	Kalilauge	2 Proz.	38,00	Jodlös.	?	TRÖNDLE
1 "		14,00	"	●	"	
1 "		38,00	"	●	"	
heiß	1 "	0,05	Hämat.	0	"	
	Ammoniak	konz.	48,00	Jodlös.	0—●	TRÖNDLE
"		120,00	Hämat.	0—●	"	

¹⁾ NĚMEC's wertvolle Nucleoluslösungsversuche (1910) sind in dieser Zusammen-
stellung nicht eingeordnet, weil er insofern eine etwas modifizierte Versuchs-
anordnung gewählt hat, als er die Fäden vor der Säurebehandlung in siedendes
Wasser getaucht hatte. Hier soll aber nur die bloße Säurewirkung auf Alkohol-
material berücksichtigt werden.

²⁾ War mir nicht zugänglich; zitiert nach TRÖNDLE.

Von den höheren Pflanzen untersuchte TRÖNDLE Wurzelspitzen von *Vicia faba*, *Hyacinthus*, in 100proz. Alkohol fixiert, und junge Blütenknospen von *Lilium Martagon*, die in 70proz. Alkohol fixiert waren. Gelegentlich auch noch Endosperm von *Fritillaria* und das Epithel der Harzgänge von *Pinus*. Auch von der Behandlungsweise der höheren Pflanzen finden sich nur knappe Notierungen. Die Objekte wurden in Paraffin eingebettet, in 10 μ -Schnitte zerlegt und diese erst der Reagentieneinwirkung ausgesetzt. Sie wurden weiter 1—1½ Stunden gewässert, und nachher, wie *Spirogyra*, mit Jodlösung, Eisenhämatoxylin oder Hämalaun tingiert. Diese Färbungsergebnisse, an *Spirogyra* und an den obengenannten höheren Pflanzen gewonnen aus den Parallelversuchen, wurden nun verglichen und auch in dieser Hinsicht, chemisch physikalisch also, eine Differenz gefunden und zwar: die Nucleolen der *Spirogyra* „lösen sich“ in diesen Agentien, nicht aber die Nucleolen der höheren Pflanzen, sondern nur die Chromosomen. Bei jeder derartigen Arbeit können nicht genug Detailnotizen über den Versuchsgang gemacht werden, da wir es in der Zelle als einem Ganzen mit einer großen Reihe von noch unbekanntem Faktoren zu tun haben und die Zelle uns ja noch einen unaufgerollten chemisch-physikalischen Komplex darstellt.

Anlässlich der Aufforderung zu einer Nachprüfung der TRÖNDLEschen Ergebnisse, die ich der Liebeshwürdigkeit des Herrn Prof. Dr. A. PASCHER verdanke — ich will gleich an dieser Stelle meiner angenehmen Pflicht nachkommen, ihm hierfür sowie Literaturbeschaffung meinen Dank auszusprechen —, habe ich unter Zuhilfenahme der obengenannten Arbeit die Versuche wiederholt. Ich bin aber stets auf Differenzen gestoßen, die hauptsächlich darin bestanden, daß sie meist eine Färbbarkeit (gleich Unlöslichkeit) ergaben. Dadurch war ich genötigt nach den Ursachen zu suchen. Aus mehrfachen auf S. 352 zu erörternden Gründen beschränkte ich mich vorderhand auf die Untersuchung von Alkoholmaterial und dessen Reaktion auf Säuren. Auch mit Alkalien wurde, aber nicht vertieft genug, experimentiert.

Durch spätere Literaturangaben (nach 1912) wurde diese Frage verwickelter. Es hat nämlich auch KAUFMANN (1914) die Lösungsversuche an Grünalgen angestellt und sie nicht nur teilweise für eine unbestimmte *Spirogyra*-Spezies bestätigt, sondern sie auch für andere Conjugaten als gültig vorgefunden, so für *Cylindrocystis brébissonii menegheni*, *Penium digitus*, *Tetmemorus*, einige Closterien und andere Desmidiaceen. Aus seiner Versuchsanordnung gibt er an: *Cylindrocystis* wurde mit 50proz. Alkohol fixiert und mit Eiweiß

auf den Objektträger aufgeklebt, um mit Säure behandelt zu werden. Dann wurde gewässert, drei Tage in 100proz. Alkohol aufbewahrt und gefärbt.

0,01 Stunde in konz. Salpetersäure: Nucleolen gelöst, Negative scharf, der übrige Kern dunkel gefärbt, ohne Struktur. Zellen mit zwei Nucleolen auch zwei Negative.

0,05 Stunde in konz. Salpetersäure: das gleiche Ergebnis.

0,10 Stunde in konz. Salpetersäure: der Kern war stark geschrumpft und hat an Deutlichkeit gelitten. Die Nucleolusnegative waren nur schwach zu erkennen.

KAUFMANN hat vergleichsweise auch eine *Spirogyra* untersucht und festgestellt, daß nach 2 Minuten noch keine Lösung durch diese Säure erfolgt ist, sondern erst nach 6—10 Minuten.

0,05 Stunde in konz. Salzsäure: Nucleolus gut gelöst.

0,05 Stunde in konz. Schwefelsäure: Die Nucleolen gelöst. Die Cellulosemembran war verschwunden, die Pyrenoidstärke war verschwunden und zeigte deutliche Negative; Kerngerüst, Pyrenoide und Zellplasma waren unverändert.

Phosphor-Wolframsäure: TRÖNDLE erzielte nach 1 Stunde Behandlung weder eine Chromosomenlösung bei höheren Pflanzen, noch eine Nucleoluslösung bei *Spirogyra*. KAUFMANN gelang es bei *Cylindrocystis* größtenteils schon nach 1 Stunde, besseren Erfolg hatte er nach 2 Stunden Einwirkung; vollständige Lösung nach 5, 9 und 30 Stunden, während das Kerngerüst „wie sonst gefärbt und kaum etwas zusammengezogen“ war. Mit dem gleichen Agens hat er *Spirogyra* und Mikrotomschnitte von *Vicia faba* vergleichsweise untersucht und berichtet: „Bei *Spirogyra* war der Nucleolus nach 5 $\frac{1}{2}$, 10, 20 Stunden noch sichtbar, und erst nach 40 Stunden waren an seiner Stelle scharf umgrenzte Negative zu beobachten. *Vicia faba* zeigte gelöste Chromosomen, . . . und zwar waren hier die Chromosomen nach 24 Stunden noch deutlich vorhanden, nach 48 Stunden waren sie zum größten Teil und nach 72 Stunden ganz verschwunden.“

In jüngster Zeit berichtet A. MEYER (1920) über BERNHARDS' Untersuchungen, die der Nachprüfung der TRÖNDLE'schen Funde an höheren Pflanzen gegolten haben. Er hat für diese die TRÖNDLE'schen Angaben, soweit sie Löslichkeit der Nucleolen (bei höheren Pflanzen) in 42 und 83proz. Phosphorsäure betreffen, bestätigt; daß nämlich die Nucleolen der höheren Pflanzen in dieser Säure unlöslich sind. Für uns wichtig sind jedoch die Angaben über *Spirogyra*. MEYER sagt wörtlich: „Die Nucleolen in Fäden von *Spirogyra*, die

8 Tage im Dunklen gestanden hatte, dann 24 Stunden in 50proz. Alkohol fixiert worden waren, quollen (nämlich in 42proz. Phosphorsäure), so daß ihr Durchmesser um 50 Proz. zunahm. Lösung trat auch bei *Spirogyra* nach 24 Stunden nicht ein.“ Weiter unten: „Das Verhalten der Nucleolen von *Spirogyra* (in 83proz. Phosphorsäure) hat Herr BERNHARDS aus äußeren Gründen nicht mehr völlig klären können. Nur kürzere Zeit mit Alkohol behandelte und kürzere Zeit in Phosphorsäure gelassene, dann nur $\frac{1}{2}$ Stunde in Wasser gewaschene Zellen von *Spirogyra* zeigten den Kern gelblich gefärbt und der Nucleolus schien gelöst zu sein. Als mit 8 Wochen in 50proz. Alkohol fixiertem Material experimentiert wurde und das Auswaschen der Phosphorsäure 24 Stunden lang, also gründlich erfolgt war, fanden sich in vielen Zellen die Nucleolen deutlich erhalten.“

Bei fast abgeschlossenem Manuskript erhielt ich von der W. ZIMMERMANN'schen Arbeit über *Volvox* Kenntnis. Sie bringt einige für meine Fragestellung bemerkenswerte Daten. Dieser Autor hat, von den besonders durch ZACHARIAS (1910) und TRÖNDLE (1912) gemachten Erfahrungen ausgehend, das chemische Verhalten des „Binnenkörpers“ bei *Volvox* untersucht, wenn auch nicht umfassend genug, um die sich einstellenden Bedenken wegen der Verwendbarkeit solcher, nicht alle noch fraglichen und vielleicht einflussnehmenden Versuchsmomente zu zerstreuen. Seine mikrochemischen Befunde zusammenfassend, kommt er nämlich wiederum, ähnlich wie ZACHARIAS, zur Ansicht: „Der Binnenkörper von *Volvox* verhält sich also recht ähnlich wie die Nucleolen höherer Pflanzen und zeigt ein abweichendes Verhalten gegenüber dem Binnenkörper von *Spirogyra* und den Chromosomen. Zwei Ausnahmen hiervon müssen jedoch hervorgehoben werden:

1. Die Binnenkörper von *Volvox* sind in starken Säuren mindestens zum großen Teil löslich, während TRÖNDLE die Unlöslichkeit in Mineralsäuren als besonderes Charakteristikum der echten Nucleolen höherer Pflanzen hervorhob. Hierzu ist allerdings zu bemerken, daß entgegen diesen Angaben TRÖNDLE'S z. B. SCHWARZ (1892)¹⁾ und NĚMEC (1910) für Phanerogamen sowie GROSS (1917)²⁾ für tierische Eier die Löslichkeit der Nucleolen behaupteten (siehe auch Anm. 1 p. 279). Dasselbst steht: „Die außerordentlich eingehenden

¹⁾ F. SCHWARZ: Die Morphologie und chemische Zusammensetzung des Protoplasmas. Beitr. z. Biol. d. Pflanzen von COHN, Bd. 5 1892.

²⁾ R. GROSS: Beobachtungen und Versuche an lebenden Zellkernen. Diss. Halle 1917.

Untersuchungen A. MEYER'S (1920, p. 219) an Nucleolen von *Allium cepa* stimmen im allgemeinen mit den hier (mit den in einer Vergleichstabelle zusammengestellten Ergebnissen von ZACHARIAS, TRÖNDLE und MEUNIER) angeführten Reaktionen von TRÖNDLE und ZACHARIAS überein — abgesehen von einer weitgehenden Löslichkeit der Nucleolen in konzentrierten Mineralsäuren.“

2. Die Binnenkörper von *Volvox* werden durch Autolyse zum mindesten sehr stark angegriffen, während die Nucleolen höherer Pflanzen nach OES (1908)¹⁾ bei Autolyse im Gegensatz zu den Chromosomen erhalten bleiben.“

Das Gesagte stützt ZIMMERMANN auf Versuchsergebnisse bei *Volvox* und auf den Vergleich seiner Daten mit den in der Literatur verzeichneten. Seine Versuchsanordnungen waren zweifacher Art: Er nahm 1. die Einwirkung der Agentien vermittelt Hindurchsaugens unter dem Deckglas, also an Zellen in toto vor und beobachtete die Veränderungen unmittelbar unter dem Mikroskop, oder 2. mit der Zentrifuge sedimentierte *Volvox*-Proben wurden in Reagenzgläsern mit dem Agens versetzt und nach Abbruch der Einwirkung durch Wässerung entweder in Wasser, Alkohol, auch Glycerin unmittelbar beobachtet, oder erst nach der üblichen Zerlegung in Mikrotomschnitte; also auch hier eine Behandlung ganzer Zellen. Verwendet wurde teils lebendes, teils fixiertes Material.

Nach 2 $\frac{1}{2}$ Minuten langer Einwirkung von konz. Salzsäure, auch Schwefelsäure, war nichts mehr vom Binnenkörper in lebend verwendeten Zellen zu sehen. Nach Abbruch der Einwirkung erschienen einzelne Körner, die ZIMMERMANN eventuell als wieder erfolgte Ausfällungen von gelöster Binnenkörpersubstanz betrachten möchte. 10 Minuten lang mit Salzsäure behandeltes und 2 Stunden in fließendem Wasser gewaschenes Material, das geschnitten und mit Eisenhämatoxylin gefärbt worden war, zeigte mehrere solcher Körner. Über ihre Herkunft konnte der Autor nichts Genaueres aussagen. Manchmal konnte er sie ohne Zweifel mit der Lösung des Binnenkörpers in Zusammenhang bringen. Über die Versuche mit 0,3proz. Salzsäure berichtet er folgendes: „Material 24 Stunden mit Alkohol 70 Proz. vorbehandelt. Der Binnenkörper trat scharf lichtbrechend hervor. Eine 3stündige Einwirkung ergab keine weiteren Veränderungen. Zum Vergleich ebenso behandelter Binnenkörper von *Spirogyra* sowie Chromosomen von *Volvox* übertrafen den

¹⁾ A. OES: Über die Autolyse der Mitosen. Bot. Zeitschr. 1908.

—: Neue Mitteilung über encymatische Chromatolyse. Zeitschr. f. Bot. 1910.

Binnenkörper von *Volvox* erheblich an Konturschärfe und Lichtbrechung.“ Weiter beobachtete er den Einfluß von Pepsin und Salzsäure, Methylgrün-Essigsäure, Jod-Jodkalium und Autolyse. Auf Grund dieser Versuchsergebnisse kam er zu der oben mitgeteilten Anschauung.

Beim Überblicken der mitgeteilten Literaturangaben, die sich mehrfach widersprechen, ist man genötigt, den Grund dieser Differenzen nur in den nicht übereinstimmenden Versuchsanordnungen zu suchen, wenn man subjektive Beobachtungsfehler ausschließt.

1. Alle genannten Angaben sind nämlich an Experimenten gewonnen, die nicht genügend umfangreich und erschöpfend sind, um andere noch denkbare Möglichkeiten auszuschließen.

2. So hat sowohl MEUNIER, ZACHARIAS, TRÖNDLE, KAUFMANN und W. ZIMMERMANN, als auch BERNHARDS mit einem nicht näher charakterisierten *Spirogyra*-Material experimentiert. Bei der morphologischen Verschiedenheit der einzelnen *Spirogyra*-Spezies ist die Möglichkeit, daß die Kerne nach der Agentienwirkung nicht völlig gleiche Bilder zeigen werden, von nicht geringer Wahrscheinlichkeit. Ich denke nicht daran, daß sich bei einem so „einfachen“ chemischen Experiment, wie es die Behandlung der Zelle mit Säure oder Lauge darstellt, chemische Differenzen des Kernes, einer komplizierten, heterogenen Phase, feststellen ließen. Aber bei der Verschiedenheit der übrigen Zellorgane kann die eigentliche — angenommenerweise bei allen *Spirogyra*-Spezies gleichbleibende — Reaktion des Kernes bei der Einwirkung verdeckt werden oder anders erscheinen, was für den Vergleich verschiedener *Spirogyra*-Arten von Bedeutung wäre.

3. Es wurde teils mit lebenden, teils mit fixierten Objekten experimentiert. Da wohl die chemisch-physikalischen Konstanten dieser heterogenen Systeme durch die Fällung eine gewisse Änderung erfahren, wird es nicht angängig sein, am lebenden Objekt gemachte Erfahrungen auf fixiertes ebenfalls zu übertragen. Der Prozentgehalt des Alkohols war auch nicht immer gleich. Zudem drängt sich die Frage auf, ob und welchen Einfluß die Dauer der Lagerung in Alkohol auf die Kernlöslichkeit ausübt.

4. Wie verhält es sich mit der Tinktionsfähigkeit nach Säure- oder Laugenbehandlung, wenn die Färbung mit Eisenhämatoxylin neben anderen Reagentien als Beweis für das Vor- oder Nichtvorhandensein des Nucleolus mit herangezogen wird? Wenn er geschwärzt ist, ist er vorhanden, im nichtgefärbten Zustand muß er aber nicht gelöst sein. Es bedürfte natürlich besonderer Mittel, um seine Existenz bei verloren gegangener Tinktionsfähigkeit

nachzuweisen. Auf Grund der auffallenden Differenzen von TRÖNDLE, NĚMEC, KAUFMANN einerseits, andererseits BERNHARDS erscheint es naheliegend, an einen Tinktionsverlust zu denken, der dann zur Ansicht geführt hat, der Nucleolus sei gelöst. Leider hat BERNHARDS die auf andere Weise als vorhanden festgestellten Kerne nicht zu tingieren versucht, um über die Färbbarkeit Aufschluß zu erhalten. Die tinktionsunfähigen *Spirogyra*-Nucleolen, die bisher untersucht wurden, und die Chromosomen bei höheren Pflanzen (TRÖNDLE, KAUFMANN) bewegen sich in einer Größenordnung von 3—4,5 μ . Tinktionsunfähige Organe von dieser Größe können leicht als gelöst betrachtet werden. Ich habe deshalb im folgenden das Hauptgewicht der Beobachtung auch darauf gerichtet, ob es gelingt Kerne zu finden, die unzweideutig vorhanden sind und trotzdem mit Eisen-hämatoxylin, wie es TRÖNDLE und KAUFMANN verwendeten, nicht färbbar sind.

4. Wenn Tinktionsverlust vorliegt — wodurch ist er bedingt? Durch Inhaltstoffe, die sich in der Zelle vorfinden, ist es die Hydrolyse des Nucleolus, sind es Stoffe, die gelegentlich der Versuchsdurchführung hineingelangen. Z. B. die Salze des Leitungswassers beim Wässern? Vielleicht sind es Stoffe kolloidaler Natur, die nicht ständig in jeder Zelle auftreten und die hier, wo sie auftreten, einen Tinktionsverlust des Nucleolus bedingen. Ist es möglich, durch Fortführung solcher Stoffe, die bei der Behandlung des Materials in toto durch die Zellmembran nicht hindurchtreten können, den eintretenden Tinktionsverlust zu beseitigen?

Diese Fragen, wie sich die genannten Faktoren in den Versuchen äußern, sind nicht aus Literaturangaben eindeutig zu beantworten. Dazu bedarf es umfangreicher Versuche. Über solche an Alkoholmaterial angestellte Experimente soll im folgenden referiert werden; auch sie können vorderhand natürlich nur eine Orientierung geben.

II. Methodik.

Die Fixierung der verwendeten *Spirogyra*-Spezies erfolgte durchwegs nach dem Vorgange TRÖNDLE'S mit 100 proz. Alkohol. Nach 12 Stunden wurde die Rohchlorophylllösung durch frischen 100 proz. Alkohol ersetzt. Bei Spezies mit geringerer Fadendicke (25—40 μ) genügte einmaliger Wechsel, bei Arten über 100 μ Dicke wurde nach 24 Stunden nochmals gewechselt. Die Fixierflüssigkeit wurde reichlich dosiert (50 faches Volumen). Nach 24 Stunden bzw. 36 Stunden Fixierung erfolgte Übertragung in 96 proz. Alkohol zwecks

Aufbewahrung oder Überführung in destilliertes Wasser zur Versuchsdurchführung. Zur Aufnahme der einzelnen Flüssigkeiten (Säuren, Laugen) wurden zylindrische Standgläser von ca. 120 ccm Volumen, wie sie in Sammlungen verwendet werden, benützt. Die Übertragung des ganzen Materials erfolgte mit Glasnadeln. Das Material zum Schneiden wurde mittels Chloroform in Paraffin eingebettet; die Mikrotomschnitte von 10–20 μ wurden mit Glycerin-eiweiß auf den Objektträger aufgeklebt und in der üblichen Weise durch die Chloroformalkoholreihe in destilliertes Wasser übergeführt. Von jedem Versuchsmaterial wurde ein Teil zum Vergleich parallel mitbehandelt, um die Säurewirkung festzustellen. Hiernach wurde gewässert und zwar die Schnitte in fließendem Leitungswasser und stehendem, öfters gewechseltem destillierten Wasser, ganze Objekte in stehendem destillierten Wasser gespült. Aus mehrfachen Färberversuchen nach HEIDENHAIN'scher Methode zwecks Orientierung über den Einfluß der Dauer von Beizung mit 2proz. Eisenalaun (Schwefelsaures Eisenoxydammon), von Färbung mit Hämatoxylin (E. Merck, Darmstadt) ging folgendes hervor: bei all den vorliegenden Objekten wurde auf die feineren Kernstrukturen kein so großes Gewicht gelegt, als vielmehr auf die Feststellung der zeitlichen Grenzwerte, innerhalb derer der *Spirogyra*-Nucleolus mit diesem Verfahren gut färbbar ist. Diese Grenzwerte der schon ausreichenden und der noch möglichen Beiz- und Färbedauer liegen relativ weit auseinander. Die Alaunbeize war minimal 0,15 Stunden, maximal 60,00 Stunden zur Einwirkung gebracht. Auch darüber hinaus scheint die Länge dieser Einwirkung bei einer primitiven Kritik nicht irgendwie für die Färbung von Ausschlag zu sein. Für die Färbung wurden die Grenzwerte von 0,30–48,00 Stunden und darüber als brauchbar gefunden. Nach Abbruch der Färbung wurde im Leitungswasser gewässert (fließend) 0,10–0,15 Stunden, hierauf entsprechend in Alaun differenziert. Die Dauer hing dabei von dem Ergebnis der mikroskopischen Beobachtung ab. Hierauf erfolgte die Wässerung und Entwässerung in der Alkoholreihe und über Xylol die Einbettung in Kanadabalsam. Die nicht genug einwandfreien, während des Versuchsganges gemachten, mikroskopischen Beobachtungen der Objekte im Wasser oder anderen Flüssigkeiten wurden an den so gewonnenen Präparaten mit $\frac{1}{12}$ REICHERT-Homogenimmersion und 1,5 mm Apochromaten vervollständigt. Die Färbung der Dauerpräparate ist leider nicht dauerhaft; so sind ein Jahr alte Präparate bereits gebläßt.

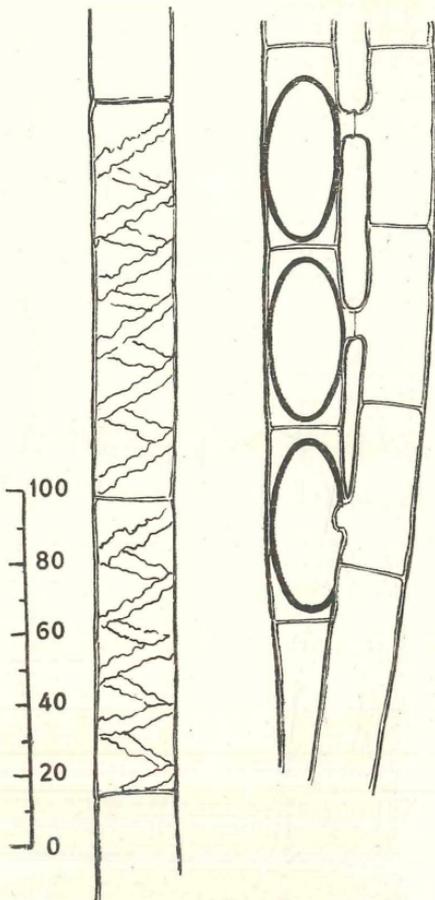
III. Versuchsergebnisse.

1. *Spirogyra communis* (HASS.) KÜTZ. (mit *Spirogyra fallax* (HANSG.) WILLE).

(Bestimmt nach BORGE in PASCHER, Die Süßwasserflora von Deutschland. Bd. IX.)

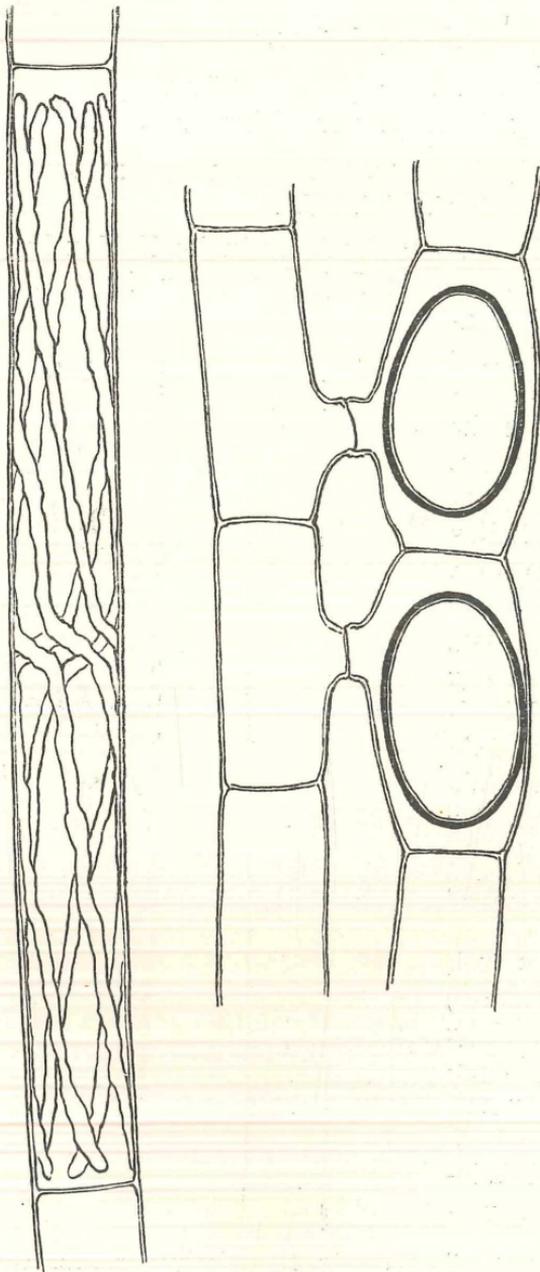
Material vom 24. April 1920 aus Sandkähnen der Moldau Prag-Smichow. Eingbracht wurde es in Leitungswasser in gläserne Kulturgläser, in denen die eingesetzte Copulationsstimmung fast verloren ging. Nicht so weit entwickelte Watten vegetierten im Wasser durch 4 Monate weiter, aber ohne die geringsten Copulationsansätze. Vegetative Zellen 22–28 μ dick, 2–4 mal so lang, glatte Querwände, ein Chromophor mit $2\frac{1}{2}$ –7 Umgängen. Zygoten ellipsoidisch, 20–26 μ dick, 2– $2\frac{1}{2}$ mal so lang, Mittelschicht glatt, Membran gelb. Ein Großteil des fixierten Materials zeigte starke Erscheinungen der oligodynamischen Wirkung der in Leitungswasser gelösten Salze (siehe Textfig. 1).¹⁾

Im gleichen Rasen waren auch Fäden von *Spirogyra fallax* (HANSG.) WILLE. Vegetative Zellen 28–34 μ dick, 8–14 mal so lang, mit gefalteten, am häufigsten aber mit ungefalteten Querwänden. 1–5 Chromatophoren mit $\frac{1}{4}$ –1 Windung. Copulierende Zellen verkürzt, angeschwollen, Zygoten ellipsoidisch, 38–48 μ dick, Membran bräunlich und netzig. Außer diesen Spezies fanden sich noch Fäden einer dritten Art vor, die 33–38 μ dick waren, deren Zellen



Textfig. 1. *Spirogyra communis*.

¹⁾ Die Ergänzung der Beschreibungen der einzelnen verwendeten Spezies durch möglichst genaue, mit dem Zeichenapparat entworfene Zeichnungen von vegetativen

Textfig. 2. *Sp. fallax*.

3—5 mal so lang waren. Glatte Querwände, ein Chromatophor mit 4 bis 5 Umgängen. Mangels an Copulationsstadien konnte sie nicht bestimmt werden.

Ausgehend von den TRÖNDLE'schen

Lösungsergebnissen, gewonnen an Alkoholmaterial, schien es mir vom Vorteil zu sein, die Zellen im geschnittenen Zustand der Säureeinwirkung auszusetzen. Das am 27. April 1920

fixierte Material wurde nach einer Lagerung von acht Monaten in 96proz. Alkohol in der schon oben angegebenen Weise eingebettet und in 10—20 μ -Schnitte zerlegt. Mit dem so vorbereiteten Material wurden die in der Tabelle zusammengefaßten Versuche (Tabelle II) ausgeführt. Wenn durch

und copulierenden Zellen erfolgte zu dem Zwecke, um eine Nachprüfung der hier niedergelegten Ergebnisse bei möglichst genau übereinstimmenden Spezies zu ermöglichen. (Vgl. PASCHER: Drei Anregungen. Arch. f. Protistenk. Bd. 37 1916 p. 198.)

die Säuren die Lösung des Nucleolus der in toto behandelten Zellen bewirkt wird, müssen die Lösungsbilder klarer erscheinen, wo die Beobachtung durch die Schrumpfung oder Quellung des Zellinhaltes nicht behindert wird. Innerhalb des Möglichenbereiches solcher Versuchsdurchführung war aber überall eine Färbung zu erzielen, die von der normalen in nichts zu unterscheiden war. Ein mögliches Übersehen von Kernen mit gelöstem Nucleolus war bei diesen Untersuchungen der Präparate in Berechnung gezogen. Auch keine im TRÖNDLE'schen Sinn „angegriffene Nucleolen“ wurden festgestellt.

Tabelle II.

Spirogyra communis (*Sp. fallax*, Sp. sp.). Lagerung in 96proz. Alkohol vom 27. April 1920 — ca. 20. Januar 1921. Schnittmaterial von 10–20 μ Dicke.
 „●“ = Nucleolus intensiv schwarz gefärbt. „○“ = Nucleolus schwach oder völlig ungefärbt. „+“ = Nucleolus vorhanden, nicht gelöst.

Säure	Dauer	Wässerung	Beizung	Färbung	Differenz	Resultat	Nr.
HCl konz.	0,10	10,00	12,30	12,00	0,02	● +	1
„	0,10	22,20	1,45	3,15	0,02	● +	2
„	0,10	0,30	6,30	1,25	0,01	● +	3
„	1,00	0,30	23,30	15,00	0,03	● +	4
„	1,00	9,20	21,25	1,00	0,01	● +	5
„	1,00	24,00	9,00	15,00	0,02	● +	6
„	2,00	22,50	8,25	13,00	0,02	● +	7
„	6,00	22,20	42,10	3,00	0,02	● +	8
„	24,00	30,40	16,40	1,00	0,01	● +	9
HCl 2%	24,00	40,00	0,45	24,00	0,02	● +	10
„	90,30	45,45	1,00	24,00	0,03	● +	11
heiß, konz.	0,30	41,20	24,00	0,50	0,01	● +	12
„	1,00	—	—	—	—	? ?	13
HNO ₃ konz.	0,10	40,00	2,00	19,00	0,02	● +	14
„	1,00	49,10	16,00	5,50	0,01	● +	15
„	6,00	22,25	42,10	3,00	0,01	● +	16
„	32,00	25,00	19,15	23,30	0,04	● +	17
HNO ₃ 2%	24,00	24,00	20,10	1,50	0,03	● +	18
„	90,00	23,30	22,15	0,45	0,01	● +	19
heiß, konz.	0,30	46,00	58,45	1,05	0,03	● +	20
„	1,00	—	—	—	—	? ?	21
H ₃ PO ₄ 83° _o 1)	0,12	23,40	5,35	3,05	0,05	● +	22
„	1,03	21,05	1,40	5,38	0,05	● +	23
H ₂ SO ₄ konz.	0,04	22,20	2,45	23,00	0,03	● +	24
„	0,10	—	—	—	—	? ?	25
KOH 2%	0,10	—	—	—	—	? ?	26

Auch eine Volumsveränderung des Nucleolus oder Lösungsspuren des Außenkerns (HARTMANN) ließen sich bei der Kleinheit der Objekte nicht wahrnehmen. Beim Vergleich der gewonnenen Präparate mit den Kontrollpräparaten konnte auch an dem übrigen Protoplastbestandteil keine auffallende Veränderung sicher nachgewiesen

1) Bezogen von der Firma E. Merck, Darmstadt.

werden (Taf. 14 Fig. 1 u. 2). So schienen die Pyrenoidkerne etwas gequollen zu sein; unzweideutig war aber eine Vergrößerung des lichten Hofes um die Pyrenoidkerne herum (Verquellung des Assimilationsproduktes) festzustellen. Bisweilen allerdings auch diese nicht (Taf. 14 Fig. 2). Diese Verquellung galt im besonderen Maße als Wirkung der Phosphorsäure. Die Untersuchungen dieser Art waren über die in der Tabelle notierten Zeiträume hinaus nicht ausführbar, da infolge der Lösung der Eiweißschichte die Schnitte abgeschwemmt wurden. Aus der Tabelle II geht hervor, daß konzentrierte Salzsäure innerhalb der Einwirkungszeit von 24 Stunden, konzentrierte Salpetersäure nach 32 Stunden, konzentrierte Schwefelsäure nach 0,04 Stunden, Phosphorsäure nach 1,03 Stunden den Nucleolus bei diesen drei untersuchten *Spirogyra*-Spezies nicht zu lösen vermögen. Die Versuchsergebnisse, die TRÖNDLE an einer *Spirogyra* sp. gemacht hat, und die er, wie mir scheint, generell für alle *Spirogyra*-Arten als zutreffend angenommen hat, wurden von ihm der Chromosomenlöslichkeit sogar gleichgesetzt. Nach meinen Funden gibt es aber diesbezüglich bei *Spirogyra* selbst schon individuelle Verschiedenheiten. Auch bei BERNHARDS lag ein solcher Fall der Unlöslichkeit vor. Nicht eine chemische Verschiedenheit des Nucleolus ist als einzige Ursache dessen denkbar; die morphologischen Verschiedenheiten der Zellen verschiedener Spezies allein schon können die Reaktion des Nucleolus individuell ungleich erscheinen lassen. Dies trifft für unsere Fälle zu, wie aus dem Folgenden hervorgehen wird. Zwei konträre Angaben liegen nun vor. Zur Klärung der Frage, welche der beiden Angaben die objektivere ist, konnte aus dem Vergleich meines Versuchsganges mit dem TRÖNDLE'S nicht viel gewonnen werden, da seine Angaben knapp gehalten sind. Die einzige feststehende Differenz in den beiden Versuchsgängen ist die, daß ich mit Schnitten experimentiert habe, wogegen er mit ganzen Zellen gearbeitet hat. Sollte in meinen Versuchen die lange Lagerung in Alkohol von entscheidendem Einfluß sein, was zufolge kürzer Angaben in der zitierten Literatur vielleicht denkbar wäre? Die größte Wahrscheinlichkeit hatte aber die Vermutung, daß die Differenzen in der *Spirogyra*-Spezies selbst ihre Ursache haben. Die Lösungsversuche wurden auch an ganzem Material unternommen (Tabelle III). Alle aus den drei Spezies zusammengesetzten Proben wurden nach der Säurebehandlung nach HEIDENHAIN'Scher Methode gefärbt und stets sehr gute Färbungen des Nucleolus erzielt (Taf. 14 Fig. 3 u. 4). Überdies wurden Parallelproben mit Jodjodkali versetzt. Der Nucleolus hat sich \pm intensiv gelb gefärbt. Hervor-

Tabelle III.

Spirogyra communis (Sp. *fallax*, Sp. sp.). Lagerung in 96proz. Alkohol vom 27. April 1920 — ca. 31. Januar 1921. Zeichenerklärung in Tabelle II. Zellen in toto behandelt.

Säure	Dauer	Wässerung	Beizung	Färbung	Differenz	Resultat	Nr.
HCl konz.	0,10	4,00	6,45	1,10	0,04	● +	1
„	1,00	22,00	41,30	9,30	0,04	● +	2
„	4,00	12,30	5,50	24,00	0,06	● +	3
HNO ₃ , konz.	0,10	23,10	9,30	2,15	0,02	● +	4
„	1,00	22,45	7,00	1,00	0,02	● +	5
„	4,50	13,00	6,00	25,00	0,04	● +	6
H ₂ SO ₄ konz.	0,08	12,50	15,30	6,00	0,02	● +	7
H ₃ PO ₄ , 83%	0,10	6,10	6,20	12,00	0,03	● +	8
„	1,00	13,00	24,00	24,50	0,04	● +	9
„	4,00	13,30	18,50	6,20	0,03	● +	10
KOH, 2%	0,10	8,30	12,00	12,00	0,04	● +	11

heben möchte ich, und das mit Rücksicht auf das Folgende, daß sich selbst bei starkem Zusatz von Jod das Zellumen nur sehr schwach rotviolett gefärbt hat, daß also diese untersuchten Zellen wenig Stärke besaßen. Keine Verfärbung des Zellumens wurde nach der Salzsäurebehandlung erhalten. Durch 2proz. Kalilauge war rasch eine starke Quellung des Nucleolus, der Pyrenoidkerne und des Chromatophoren eingetreten, so daß in 1—2 Minuten die Konturen im ungefärbten Zustand bereits verschwommen waren (Taf. 14 Fig. 5). Nach 0,15 Stunden Einwirkungszeit der 2proz. Lösung war er mit Hämatoxylin dunkel rauchgrau färbbar, bei Jodzusatz zeigte er nicht mehr die gleiche Gelbfärbung wie nach Säurebehandlung. Sie konnte zum Teil durch die leichte rotviolette Färbung des Zellumens verdeckt gewesen sein.

2. *Spirogyra setiformis* (ROTH) KÜTZ.

Diese Spezies stammte aus einem Tümpel des Altwassergebietes der Elbe bei Čelakowitz in Böhmen, gesammelt am 29. Mai 1921. An der Fundstelle wurde sie eine Zeit hindurch beobachtet, um den Copulationsbeginn festzustellen. Dieser wurde an einigen Watten am 8. Mai wahrgenommen und auch von diesem Stadium Proben eingesammelt. Beidemale wurden die Proben mit einem großen Zusatz an Leitungswasser zum Originalwasser in weiten Gläsern in der Nähe des Fensters mit 2—3 Stunden Frühsonne untergebracht. Von den Rohkulturen älteren Datums sind alle innerhalb einer Woche fast völlig zugrunde gegangen, mit Ausnahme einer, die in reinem Leitungswasser untergebracht und außerdem übervölkert war; ursprünglich war sie gar nicht zur Beobachtung bestimmt.

An dieser wurde keine oligodynamische Wirkung des Leitungswassers festgestellt, wohl aber bei den zugrunde gegangenen. Die

Watten waren nur von dieser *Spirogyra*-Spezies zusammengesetzt. Durch den

nächsten Monat (April) assimilierten und teilten sich die Zellen sehr lebhaft (Teilungsmaximum

von 23—24 Uhr). Im Mai wurden die Teilungen spärlicher in raschem Abfall

(das Glasgefäß war überfüllt mit Fäden), das Absterben erfolgte rapid. Copulationsanzeichen aber

irgendwelcher Art wurden nicht beobachtet. Das eingebrachte, in „Copulationsstimmung“ be-

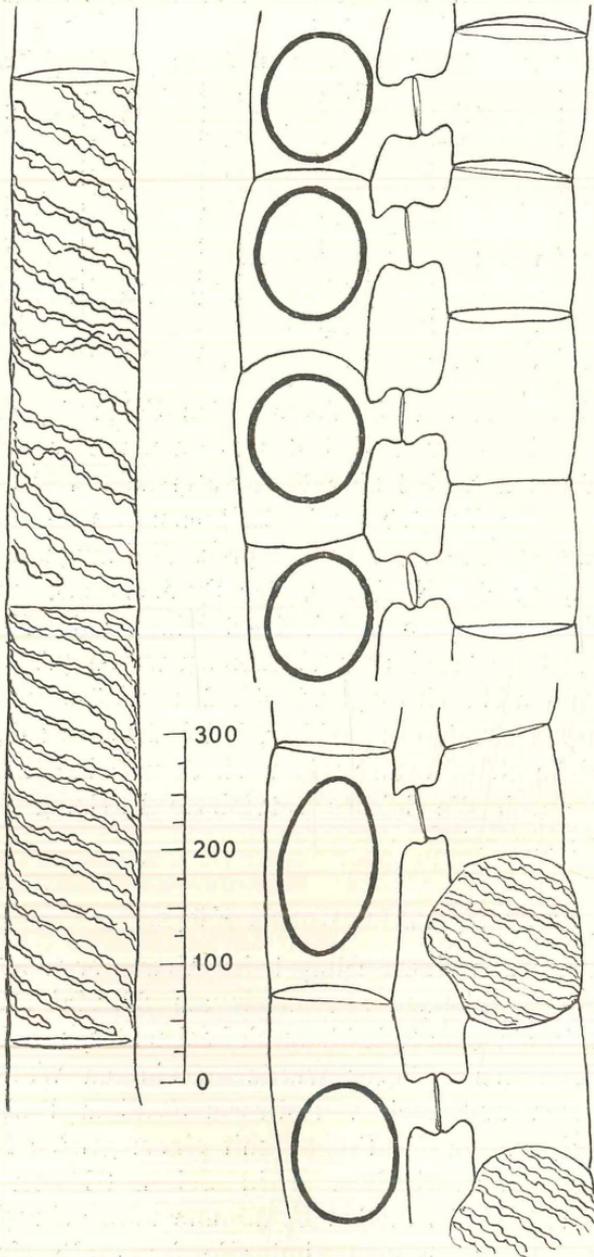
findliche Material jüngeren Datums, vom 9. Mai, zeigte noch neben zahl-

reichen vegetativen Fäden solche mit bereits gebildeten Zygoten oder erst

ausgebildeten Copulationspapillen oder sie äußerte sich in der auffallenden Verkürzung der Zellen.

Die begonnene Copulation war 4—6 Tage fortgeschritten, kam aber dann meist mit der

Ausbildung der Papillen zum Stillstand.



Textfig. 3. *Sp. setiformis*.

Die vegetativen Zellen 105—109 μ dick, ebenso die copulierenden. Die Länge der vegetativen schwankte zwischen dem 3—6fachen der Breite, die der copulierenden zwischen dem 1—2fachen. Chromatophoren, 4—6 an der Zahl, mit 1—2 $\frac{1}{2}$ Umgängen. Copulierende Zellen nicht angeschwollen mit breiten und kurzen Copulationspapillen. Zygoten braun, von fast kugel- bis ellipsoidischer Form, Membran glatt, 81—98 μ dick, bis 1 $\frac{1}{2}$ so lang. Siehe Textfig. 3!

Die für die Untersuchung bestimmten Zellfäden wurden in der schon beschriebenen Weise am 8. April 1921 um 10 Uhr fixiert und weiter behandelt und gelangten nach ein bis acht Wochen langer Lagerung in der Alkoholreihe und destilliertem Wasser in die Säure. In den Zellen war reichlich Stärke enthalten, ebenso Gerbstoffe. Das Schnittmaterial zeigte in keinem der unternommenen Versuche eine herabgesetzte Färbbarkeit; der Außerkern des Nucleolus sowie der übrige Protoplast schienen nicht sehr verändert zu sein, zumindest konnten keine Veränderungen mit Hilfe der Parallelversuche sicher festgestellt werden. Bloß nach der Einwirkung von 2- und 5proz. Kalilauge trat eine sichtbare Quellung des Nucleolus, bis auf das achtfache Volumen (Taf. 14 Fig. 11 u. 12), der Pyrenoide, der Zellmembran und der Stärke ein, die gleich beim Hinzutreten der Flüssigkeit vor sich ging. Nicht gefärbte oder gar gelöste Kerne wurden in keinem Versuch aufgefunden. In dem einen Fall, in dem auch TRÖNDLE Mikrotomschnitte für den Schwefelsäureversuch verwendet hatte, war nach 5 Minuten eine Lösung eingetreten. Da, wie ich schon vermerkt habe, seine Notierungen über den Versuchsgang dürftig sind, ist es mir nach meinen bisherigen Erfahrungen unmöglich, einen Vergleich anzustellen und über diese Differenzen, die mir nach dem Bisherigen auf keine Weise irgendwie erklärlich erscheinen, etwas auszusagen. Dieses Faktum ist es auch, das als einziges mit meiner weiter unten zu erörternden Vermutung über den Grund der Verschiedenheit von Beobachtungsergebnissen früherer Autoren im Widerspruch steht. Bei allen Versuchsfällen wurden mit Jodjodkali Proben parallel mit versetzt und eine gelblich-braune Färbung des Nucleolus erzielt (Tabelle V).

Anders verhält es sich bei ganzen Zellen. Schon nach 0,03 Stunden war folgendes zu beobachten. Das Lumen der Zelle vergrößert sich etwas durch die Quellung der Zellmembran. Die Stärkekörner quellen rasch an; dadurch werden die einzelnen Zellorgane zueinander verlagert — es entsteht eine förmliche Bewegung in der Zelle —; die Pyrenoidkerne quellen etwas. Das starke Lichtbrechungsvermögen des Nucleolus schwindet, eine Volumsveränderung konnte aber

Tabelle V.

Spirogyra setiformis fixiert am 8. April 1921 nm 10 Uhr. 10 μ -Schnitte.
Versuchsdurchführung nach 1–3 Wochen.

Säure	Dauer	Wässerung	Beizung	Färbung	Differenz	Resultat	Nr.
HCl, konz.	0,15	65,0	24,15	9,45	0,03	● +	1
	1,10	64,25	24,15	6,30	0,03	● +	2
	5,30	53,20	18,00	12,00	0,05	● +	3
	8,15	—	—	—	—	? ?	4
HNO ₃ , konz.	0,10	52,00	13,50	24,00	0,02	● +	5
	1,00	51,10	13,50	24,00	0,03	● +	6
	4,00	4,00	2,00	0,55	0,02	● +	7
	8,00	8,50	11,25	8,33	0,05	● +	8
H ₃ PO ₄ 83%	0,13	6,20	2,00	2,15	0,02	● +	9
	0,50	5,20	2,00	2,15	0,02	● +	10
	8,0	2,40	21,40	13,45	0,04	● +	11
KOH, 2%	0,10	24,20	32,10	2,10	0,04	● +	12
	„ 5%	0,10	24,20	32,10	2,10	0,04	● +

mit Sicherheit nicht festgestellt werden. Die grobkörnigen Granula des Außenkerns (im HARTMANN'schen Sinne) werden feinkörnig. Dieses alles ist beim Hinzutreten der Säure festzustellen ohne Hilfenahme irgendwelcher Färbungsmittel. Währt die Säureeinwirkung längere Zeit, sinkt das Lichtbrechungsvermögen des Nucleolus noch mehr, und in einer Anzahl von Zellen so sehr, daß er durch diesen Eingriff vollständig gelöst zu sein scheint. Es muß jedoch nicht allein das Sinken des Lichtbrechungsvermögens (Dichteabnahme) des Nucleolus sein, das seine Sichtbarkeit vermindert. Denkbar ist ja auch der Fall, daß das Lichtbrechungsvermögen der „Flüssigkeit“, welche das ganze Lumen der Zelle erfüllt, durch in „Lösung“ gegangene kolloidale Stoffe, da diese durch die Zellmembran nicht hindurchtreten können, erhöht wird. Ist die optische Ebene durch die Äquatorialebene gelegt, so bedarf es oft sehr genauer Beobachtung, um die Konturen des Nucleolus eben noch zu erfassen. Das ist aber nicht durchwegs in allen Zellen eines Fadens; vornehmlich gilt das Letztgesagte von Zellen, deren Chromatophorenwindungen weit voneinander liegen und wenig Stärke enthalten. Bei noch längerer Einwirkung bis zu 8 Stunden ändert sich das Bild nicht bemerkenswert. Soviel über das ungefärbte Bild. Unterwirft man solche behandelte Zellen, die wenigstens 0,03 Stunden in einer der drei Säuren gelegen hatten, der HEIDENHAIN'schen Färbungsmethode, so erscheinen die Nucleolen einer Versuchsprobe nicht alle gleich gefärbt. Zum Teil finden sich nach der Differenzierung solche, die scheinbar gelöst sind, andere, die noch schwach rauchgrau gefärbt sind, andere, die noch eine relativ dunkle Nuance behalten haben. Keiner von ihnen aber zeigt normale Schwärze.

Der Außenkern, der im unbehandelten Zustand einen kugelförmigen oder \pm unregelmäßigen Ballen darstellt und neben dem Nucleolus noch ein kleineres Körperchen¹⁾ eingebettet enthält (Taf. 14 Fig. 6, Taf. 15 Fig. 3), erscheint mit unregelmäßigen Umrissen, ja oft sind von ihm nur einzelne „Fetzen“ übrig (Taf. 14 Fig. 7). Daneben lassen sich mehr oder weniger Kerne mit normalem Umriß feststellen. Die Bilder sind wechselreich. Auffallenderweise färbt er sich in einzelnen Zellen viel dunkler als in unbehandelten Zellen. Ganze tiefschwarze, unregelmäßige Partien finden sich (Taf. 14 Fig. 8 u. 9). Eben Kerne mit fast ungefärbtem Nucleolus und dunkel gefärbtem Außenkern erwecken sehr lebhaft den Glauben an eine Herauslösung des Nucleolus. (Siehe oben die Bemerkung über die Lichtbrechungsveränderungen) Diese Bilder dürften den Autoren vorgelegen haben, die von einer Lösung gesprochen haben, besonders TRÖNDLE und KAUFMANN. Meine Vermutung stütze ich auf die bei beiden Seiten in gleicher Zeit erfolgenden Veränderungen im Kern. Überall schon nach 0,03 Stunden. Ferner auf die Angaben jener Autoren, daß ihnen Präparate mit fast „unangegriffenen“ Nucleolen, mit solchen, die lichter gefärbt waren, infolge „teilweiser Herauslösung von Substanz“, und mit solchen durch Vakuolen ersetzte vorgelegen haben. Auch diese Erscheinung ist in meinen Präparaten eingetreten. Sonst konnte ich aus dem Vergleich der beiderseitigen Angaben, TRÖNDLE's, KAUFMANN's einerseits, andererseits meine, nichts finden, das mir mit vollster Gewißheit meine vorhin geäußerte Ansicht bestätigte; in Präparate oder in eingehende Versuchsprotokolle der früheren Autoren konnte ich nicht Einsicht nehmen. (Beide Autoren sind verstorben.)

Von jeder Versuchsprobe (Tabelle IV) wurde ein Teil auch mit Jodjodkali zu tingieren gesucht, ob auch da eine Verschiedenheit des Tinktionsgrades wahrzunehmen ist. Leider führte diese Weise zu keinem Ziel, weil nach der Salpetersäure-, Phosphorsäure-, Schwefelsäure- und Kalilaugebehandlung das ganze Lumen der Zellen infolge der hydrolisierten Stärke sich dunkelblau färbte und so der Nucleolus der Sichtbarkeit entzogen wurde. Nach Salzsäure fand keine Blaufärbung der in Lösung gegangenen Stärke statt, dafür stellte sich aber eine Gelbfärbung ein, bei der der Nucleolus undeutlich als gelbliche Kugel sichtbar war. Ich suchte auf andere Weise durch direkte, eingehende Beobachtung zur Beantwortung der Frage nach

¹⁾ Das Studium dieses kleinen Körperchens habe ich noch nicht völlig abgeschlossen; ich behalte es mir vor.

Tabelle IV.

Spirogyra setiformis fixiert am 8. April 1921 10 Uhr. Ganzes Material.

Säure	Dauer	Wässerung	Beizung	Färbung	Differenz	Resultat	Nr.
HCl	0,03	6,30	19,15	1,00	0,03	0—● +	1
	0,10	6,30	19,05	1,00	0,03	0—● +	2
	0,21	1,10	9,20	23,10	0,02	0—● +	3
	0,21	13,25	23,10	2,00	0,02	0—● +	4
	0,21	32,00	10,30	2,00	0,02	0—● +	5
	1,00	5,37	43,05	0,55	0,03	0—● +	6
	4,00	23,40	4,12	2,17	0,05	0—● +	7
HNO ₃	0,03	6,30	19,15	1,00	0,03	●—0 +	8
	0,10	12,24	0,30	11,42	0,03	●—0 +	9
	0,23	1,10	9,20	23,10	0,03	●—0 +	10
	0,23	13,25	23,10	2,00	0,03	●—0 +	11
	0,23	32,15	9,30	11,00	0,04	●—0 +	12
	1,10	11,25	0,30	11,00	0,03	●—0 +	13
	4,30	23,40	4,10	2,15	0,05	●—0 +	14
H ₃ PO ₄	0,03	6,30	19,15	4,50	0,01	0—● +	15
	0,12	21,45	1,45	4,45	0,04	0—● +	16
	0,23	1,10	9,30	23,10	0,02	●—0 +	17
	0,23	13,25	23,25	2,00	0,02	●—0 +	18
	0,23	32,00	9,30	6,30	0,04	●—0 +	19
	0,56	21,00	4,10	4,50	0,01	0—● +	20
	4,10	23,40	6,50	2,10	0,04	0—● +	21
KOH, 2%	0,03	6,50	4,20	6,50	0,02	●—0 +	22
	0,10	16,20	12,00	10,50	0,03	●—0 +	23
KOH, 5%	0,05	36,00	13,50	12,00	0,01	●—0 +	24
	0,12	40,00	4,30	22,50	0,06	●—0 +	25

dem Vor- oder Nichtvorhandensein des Nucleolus zu gelangen. Es finden sich im normalen, mit Hämatoxylin nicht gefärbten Nucleolen nämlich Gebilde, von denen sich infolge ihrer Kleinheit und ihrem nicht allzusehr differierenden Lichtbrechungsvermögen gegenüber der Nucleolussubstanz schwer sagen läßt, ob es kleine bis zu 2 μ messende Vakuolen sind oder ob es unscharf sichtbare Kristalle oder andere Gebilde sind. Ihre Zahl schwankt im normalen Kern zwischen 1—5. Meist zeigen sie kugelförmige, aber auch ellipsoidische Form. Sie liegen, soweit die Beobachtungen reichen, immer in der Zentralpartie des Nucleolus. Bei entsprechend starker und guter Optik ist es bei der Größe dieses Organs (*Spirogyra setiformis*) unschwer, die Tiefenlage festzustellen. Sie liegen knapp unter- und oberhalb des größten optischen Querschnittes. Diese verwendete ich infolge der Häufigkeit ihres Auftretens als Anhaltspunkte dafür, ob die völlig ungefärbten Nucleolen, die freilich in meinen Präparaten relativ selten sind, herausgelöst wurden. Wiewohl der Begriff „Vakuole“ nicht scharf zu umschreiben ist, scheint mir aus den TRÖNDLE'schen Zeichnungen und Erklärungen hervorzugehen, daß er an einen mit irgendwelcher Flüssigkeit gefüllten Hohlraum dachte, vielleicht nach Art einer Zellsaftvakuole. Daß dem nicht so ist,

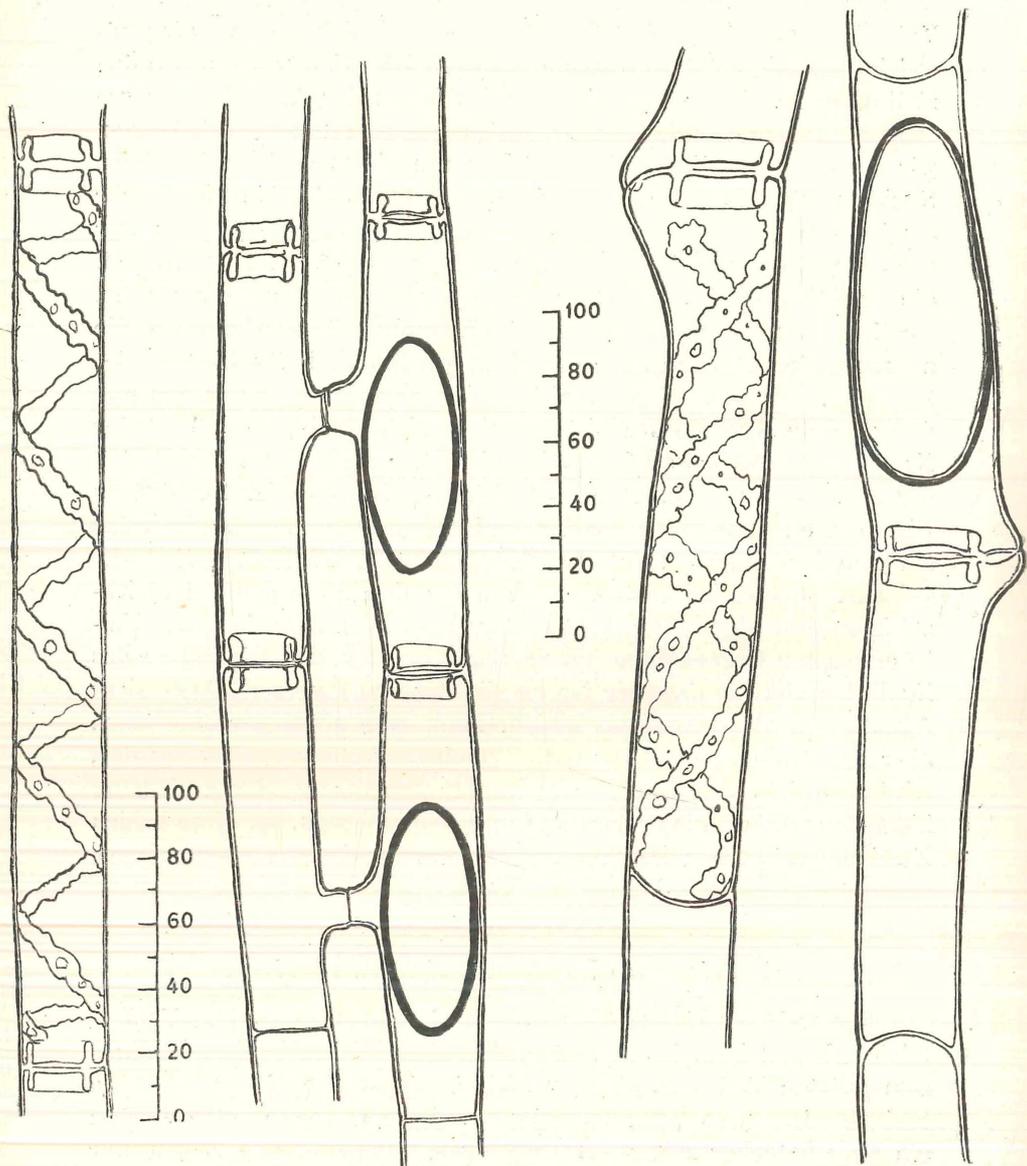
glaube ich nach jenen Inhaltskörpern annehmen zu können. Sie lagen in den nach der Säure behandelten und ungefärbt gebliebenen Nucleolen ebenso in der zentralen Partie wie normalerweise. Das wäre wohl nicht der Fall, wenn man an Stelle des Nucleolus eine Vakuole annimmt, ob nun diese Gebilde selbst Vakuolen oder irgendwelche andere dichtere Gebilde wären. Die Erwägungen werden ziellos, wenn wir an eine dichtere Konsistenz der Ausfüllungsmasse denken. Sollen wir da vom Nucleolus sprechen und wie weit können wir bei der allmählichen Herauslösung von einem noch vorhandenen Nucleolus sprechen und von wann an ist das Gebilde nicht mehr als jenes Organ anzusehen? An den gewonnenen Präparaten war noch folgendes zu beobachten. Beim Hinzutreten der Agentien quoll die reichlich in den Chromatophoren vorhandene Stärke rasch an. In Zellen mit dicht gewundenen Chlorophyllbändern nehmen die aufquellenden Stärkekörner oft einen großen Teil des Lumens der Zelle ein. Sie üben dabei auch auf den Kern einen Druck aus und drängen die Außenkernmasse zwischen sich hinein, so daß oft der Nucleolus schließlich allein erhalten bleibt, umgeben von den Resten des auseinander gedrängten Außenkernes (Taf. 14 Fig. 10, Taf. 15 Fig. 6 u. 8). Das wäre nie der Fall, wäre an Stelle des Nucleolus ein mit Flüssigkeit erfüllter Hohlraum nach Art einer Zellsaftvakuole. Schon bei dem Versuch unter dem Deckglas bei gleichzeitiger mikroskopischer Beobachtung gewinnt man bei der Umlagerung der Organe in der Zelle den Eindruck, daß die Masse des Nucleolus viel konsistenter ist als die des Außenkernes. Daß diese Agentien nicht wirkungslos waren, kann man als sicher annehmen, aber den Schluß, daß etwas von der Substanz „herausgelöst wurde“, wird man nicht so strikte auf Grund der weniger intensiven Färbung hinstellen dürfen, wie es TRÖNDLE und Andere taten, da diese beiden Erscheinungen nicht im ursächlichen Zusammenhang stehen müssen.

3. *Spirogyra Weberi* Kütz

(mit *Spirogyra Hassallii* und *Spirogyra varians*).

Ein weiteres Untersuchungsmaterial stammte aus dem Tuchelteich bei Dux in Böhmen vom 8. Mai 1921. Die Watten bestanden zum größten Teil aus *Spirogyra Weberi*. Vegetative Zellen 22—30 μ breit, 8—16 mal so lang, mit Querwandfalten, selten ohne solche; ein Chromatophor mit 4—8 Umgängen. Copulierende Zellen nur 4—6 mal so lang als breit, die „weiblichen“ Zellen meist etwas angeschwollen. Seltener kräftiger, bis durchschnittlich 32 μ . Zygoten

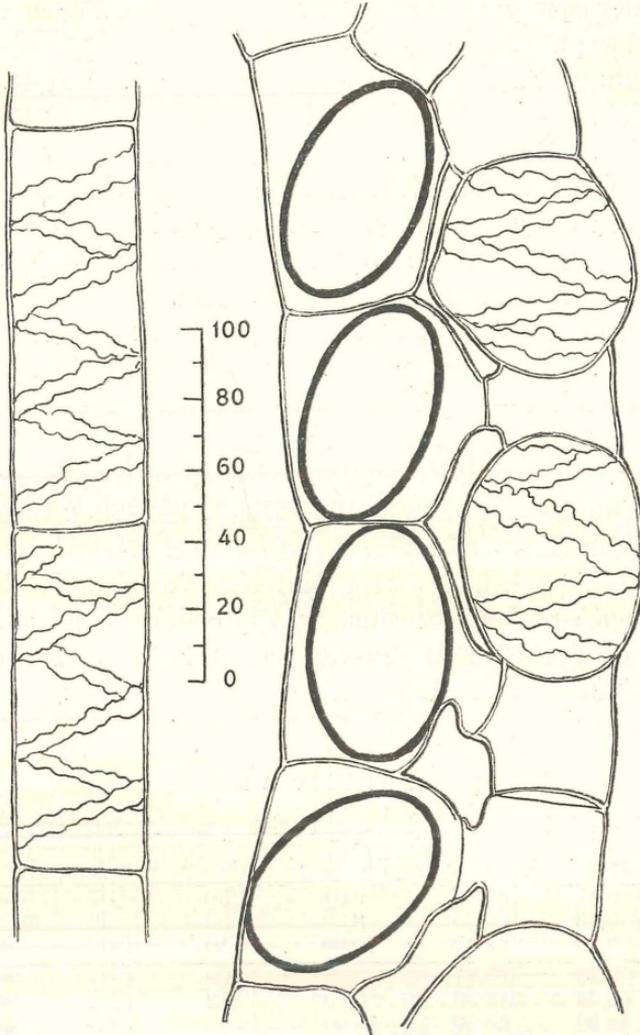
ellipsoidisch, 26—30 μ dick, 2—2 $\frac{1}{2}$ mal so lang, mit glatter Membran, braungrün. Trotz vieler Beobachtungen wurde nur der leiterförmige Copulationsmodus vorgefunden, nie ein lateraler, wie man nach



Textfig. 4. *Sp. Weberi*.

Textfig. 5. *Sp. Hassallii*.

KLEBS' Angaben¹⁾ oder nach der sehr ähnlichen *Spirogyra Spreeciana* RAB. durch TRÖNDLE'S Beobachtungen (1907)²⁾ vermuten könnte. Waren die beiden copulierenden Fäden nur auf einem Abschnitt parallel zueinander gelagert, so wurden die Copulationspapillen im



Textfig. 6. *Sp. varians*.

Nachbarabschnitte zu einem dritten oder vierten in der Nähe gelegenen Faden ausgetrieben. In diesen Fällen ist nie eine Lateral-

¹⁾ G. KLEBS: Die Bedingungen der Fortpflanzung bei einigen Algen und Pilzen. Jena (Fischer) 1896.

²⁾ A. TRÖNDLE: Über die Copulation und Keimung von *Spirogyra*. Bot. Zeitung 1907.

copulation erfolgt. Häufig genug waren in „weiblichen“ Fäden bei einer Störung der parallelen Lagerung aus einer Reihe von Zellen die Protoplasten in die Zellen des dritten oder vierten Fadens abgewandert und ließen mich diese Zellen „als männlich“ ansehen.

Neben der *Spirogyra Weberi* war mit wenigen Fäden eine durchwegs lateral copulierende Spezies vorhanden, die ich als *Spirogyra Hassallii* (JENNER) PETIT identifizierte (Textfig. 5). Vegetative Zellen 32—38 μ dick, 5—8 mal so lang, im Faden alternierend gefaltete und ungefaltete Querwände. Zwei Chromatophoren mit $1\frac{1}{2}$ — $2\frac{1}{2}$ Umgängen. Copulierende Zellen nur 4—6 mal so lang, etwas angeschwollen (von 36 μ auf 42 μ). Die Copulation über die gefaltete Querwand. Zygoten, im Längsschnitt länglich oval, 40—46 μ breit, ca. $2\frac{1}{2}$ mal so lang, Membran glatt, gelblich.

Daneben noch *Spirogyra varians* (HASS.) KÜTZ. Vegetative Zellen 34—38 μ dick. 2—3 mal so lang, ohne gefaltete Querwände. Ein Chromatophor mit 2 — $3\frac{1}{2}$ Umgängen. Die Zellen des „weiblichen“ Fadens sind auf der Copulationsseite stark angeschwollen, Copulationspapillen kurz. Die dazwischen liegenden nicht copulierenden Zellen stark angeschwollen. Zygoten ellipsoidisch, 30—42 μ dick, 2 mal so lang, Membran glatt (Textfig. 6). Die zwei letztgenannten Arten waren relativ spärlich in dem Material verteilt, so daß in den kleinen Versuchsproben oft nur *Spirogyra Weberi* allein vertreten war. Die in der Tabelle zusammengestellten Versuche konnten nicht durchlaufend an den beiden letztgenannten durchgeführt werden.

Tabelle VI.

Spirogyra Weberi; Zellen in toto behandelt; fixiert am 10. Mai 1921 um 21,30 Uhr.

Säure	Dauer	Wässerung	Beizung	Färbung	Differenz	Resultat	Nr.
HCl, konz.	0,11	67,30	9,05	1,50	0,04	0—● ?	1
	0,43	66,05	8,50	1,50	0,06	●—0 ?	2
	2,10	26,10	10,30	12,10	0,03	● +	3
HNO ₃ , konz.	0,13	68,27	9,08	49,00	0,04	● +	4
	0,44	116,30	8,50	49,12	0,02	● +	5
	2,20	46,50	16,00	14,20	0,03	● +	6
H ₃ PO ₄ , 83%	0,12	48,20	10,20	9,08	0,03	● +	7
	1,10	110,00	8,20	10,20	0,03	● +	8
	1,50	46,50	12,00	18,30	0,04	● +	9

Die in dieser Versuchsgruppe gemachten Erfahrungen (Tabelle VI) decken sich fast völlig mit denen der früheren Experimente. Auch hier finden wir weitgewundene Chromatophoren und relativen Stärkemangel. In Versuch Nr. 1 und 2 der Tabelle ist allerdings Tinktionsverlust verzeichnet. Die Bilder der aus diesen Versuchen gewonnenen

Dauerpräparate habe ich in naturgetreuen Zeichnungen (Taf. 14 Fig. 15 u. 16) wiedergegeben. Auch sie erinnern lebhaft an Lösung. In Versuch Nr. 3 war aber wieder eine normale Schwärzung erfolgt. So auch in den übrigen Versuchen. Deshalb habe ich die beiden ersten Versuche wiederholt, wobei ich aber die Färbungsdauer verlängert und die Differenzierung abgekürzt habe. Die Wiederholung ergab nun auch für diese Versuchsfälle eine Schwärzung des Nucleolus. Daraus folgere ich, daß bei der Färbung und Differenzierung eine gewisse Vorsicht angewendet werden muß. Während im unbehandelten Material sich die Pyrenoidkerne in Eisenalaun früher entfärben als der Nucleolus, beide aber den Farbstoff ziemlich lange bei der Differenzierung zurückhalten, entfärbt sich der Nucleolus nach der Säurebehandlung viel früher als die Pyrenoidkerne. Es darf somit kein allzulanger Farbstoffentzug erfolgen. In den Tabellen ist zwar die Zeitdauer der Differenzierung in Minuten angegeben; diese Daten sind aber für die Beurteilung fast völlig wertlos. Denn der Farbstoffentzug ging in der 2proz. Eisenalaunlösung sehr rasch vor sich, so daß oft eine nur 10 Sekunden längere Einwirkung von größerem Ausschlag waren. Die Einwirkungszeit in Sekunden zu verzeichnen, ist ein aussichtsloses Unternehmen, da die Entfärbung auch noch im destillierten Wasser eine gewisse Zeit hindurch vor sich geht. Auch die Diffusionsgeschwindigkeit schwankt, da doch die kleinen Mengen der Fäden von den einzelnen Versuchsproben schwankten und damit auch die, wenn auch mit Filtrierpapier nach Tunlichkeit entfernten, aber trotzdem noch dazwischen haftenden Lösungsreste. Vielleicht wäre für derartige Untersuchungen eine Lösung von geringerer Konzentration von Vorteil anzuwenden. Zusammenfassend stelle ich also auch für *Spirogyra Weberi* innerhalb der durchgeführten Versuche fest, daß ich in keinem Fall eine eindeutige Herauslösung des Nucleolus gefunden habe.

4. *Spirogyra mirabilis* (HASS.) KÜTZ.

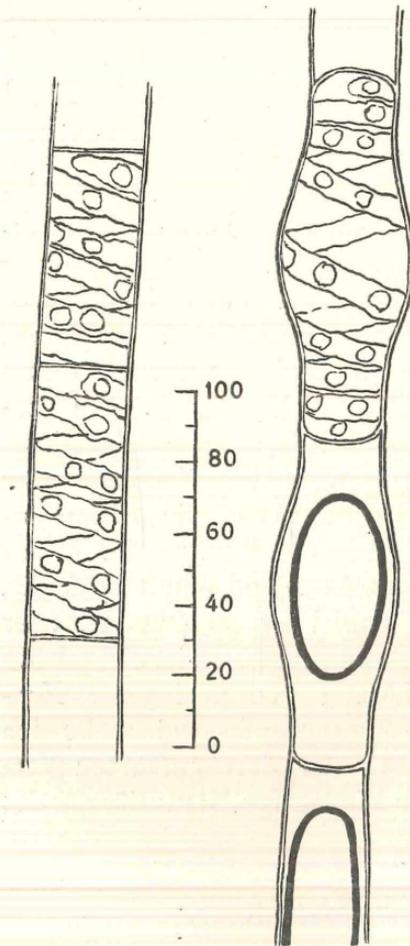
Das letzt untersuchte Material stammte aus dem Hauptbassin des Botanischen Gartens der deutschen Universität Prag¹⁾, gesammelt am 8. Juni 1921. Den Hauptanteil an der Zusammensetzung der zur Untersuchung bestimmten Watten hatte die Parthenosporenbildende *Spirogyra mirabilis* (Textfig. 7). Vegetative Zellen 23–31 μ dick, 2–5 $\frac{1}{2}$ mal so lang. Ein sehr breiter Chromatophor mit großen

¹⁾ Wohin sie vor Jahren aus dem Böhmerwald gebracht wurde.

Pyrenoidkernen, mit $3\frac{1}{2}$ —6 Umgängen. Die Parthenosporenbildung wird meist durch eine starke Anschwellung der mittleren Zellpartie eingeleitet, aber auch ohne vorhergegangene Verdickung kommt es zur Parthenosporenbildung. Sporen ellipsoidisch, 23 — 33μ dick, 2 — $2\frac{1}{2}$ mal so lang, mit glatter, brauner Membran. Die am 10. Juni um 15,00 Uhr fixierten Zellen waren außerordentlich stärke-

reich. Neben dieser fand sich noch eine Spezies von 98 — 105μ Fadendicke, im übrigen vom Habitus der *Spirogyra setiformis*. Bestimmt werden konnte sie nicht. Auch sie besaß massenhaft Stärke.

Nach der Form und dem Stärke-reichtum der Chromatophoren schließend, erwartete ich an Hand der aus den früheren Versuchen gewonnenen Erfahrungen einen Tinktionsverlust. Dieser traf auch ein. Bei *Spirogyra mirabilis* findet sich ein breiter Chromatophor mit großen Pyrenoidkernen, die den Nucleolus an Größe bei weitem übertreffen. Der noch hinzutretende Stärkereichtum und der damit verbundene Wechsel der Lichtbrechungsverhältnisse macht es in manchen Fällen selbst beim unbehandelten Material schwierig, den Nucleolus mittels der HEIDENHAIN'schen Färbung eindeutig festzustellen (Taf. 14 Fig. 17). Es ist ein weitgehender Farbstoffentzug zu seiner Sichtbarmachung nötig. Ausgeführt wurden die in Tabelle VII zusammengestellten Versuche. An den Präparaten ist folgendes festzustellen. Bei dieser



Textfig. 7. *Sp. mirabilis*.

Spezies traten nach Säurezusatz besonders der Phosphorsäure noch viel deutlicher jene Erscheinungen zutage, die ich schon oben bei *Spirogyra* verzeichnet habe. Durch rasche kräftige Quellung der Stärkekörner nämlich wird der Außenkern zwischen die sich vergrößernden Stärkekörner hineingedrückt. Der Nucleolus behält aber seine Kugelform. Er besitzt schon nach 0,10 Stunden

Tabelle VII.

Spirogyra mirabilis. Fixiert am 10. Juni 1921 um 15 Uhr. Säurebehandlung der ganzen Zellen, Lagerung in Alkohol 6 Tage.

Säure	Dauer	Wässerung	Beizung	Färbung	Differenz	Resultat	Nr.
HCl, konz.	0,10	36,00	6,50	12,40	0,03	0 +	1
	0,55	42,00	8,00	18,30	0,04	0 +	2
	4,20	24,10	2,40	10,17	0,03	0 +	3
HNO ₃ , konz.	0,11	36,10	6,31	12,41	0,03	0 +	4
	1,10	43,00	8,10	18,31	0,04	0 +	5
	4,20	24,15	2,45	10,18	0,03	0 +	6
H ₃ PO ₄ , konz.	0,13	36,30	6,31	12,42	0,04	0 +	7
	1,12	43,20	8,10	18,35	0,05	0 +	8
	4,20	24,18	2,46	10,20	0,04	0 +	9

Säurebehandlung anscheinend keine Spur von Schwarz oder wenigstens leichter Graufärbung; er ist etwas grünlichgelb und in dem an und für sich schon schwer auffindbaren Außenkern mit Mühe festzustellen. An der zweiten unbestimmten *Spirogyra*-Spezies des Untersuchungsmateriales, die in allen Proben enthalten war, lassen sich keine genaueren Angaben machen, weil die Zellen noch zu viel Farbstoff gespeichert enthielten, der mit Rücksicht auf die *Spirogyra mirabilis* nicht weiter entfernt werden konnte. Zwischen den dunkel gefärbten Chromatophoren und den gequollenen Stärkekörnern war überall ein schwarz gefärbter Nucleolus sichtbar. Vielleicht wären diese Nucleolen bei fortgesetztem Farbstoffentzug auch rauchgrau bzw. farblos geworden, das konnte ich, wie schon bemerkt, nicht feststellen. Zusammenfassend stelle ich also fest, daß auch bei *Spirogyra mirabilis* nach Säurebehandlung keine anderen Verhältnisse anzutreffen sind, als sie schon bei *Spirogyra setiformis* angegeben wurden. Bilder, wo unzweideutig an Stelle des Nucleolus durch die Agentienwirkung eine Vakuole entstanden wäre, konnten nirgends festgestellt werden. Durch Jodzusatz wurde nicht viel Neues gewonnen, nach Salpeter- und Phosphorsäure färbte sich das Zellumen dunkelblau; dadurch war der Nucleolus der Sichtbarkeit entzogen; nach Salzsäure bot sich das gleiche Bild des Nucleolus wie nach der Hämatoxylinfärbung.

IV. Zusammenfassung.

Bei der vorläufigen Nachprüfung der TRÖNDLE'schen Nucleoluslöslichkeit an *Spirogyra* hat sich ergeben, daß bei den untersuchten Arten von einer Löslichkeit nicht gesprochen werden kann.

I. Durch Säuren, Salzsäure, Salpetersäure, Phosphorsäure, Schwefelsäure und, soweit untersucht, auch durch Kalilauge wird die Tinktions-

fähigkeit des Nucleolus für Eisenhämatoxylin — in ganzen behandelten Zellen — herabgesetzt. Es entstehen, wenn der Tinktionsverlust weitgehend ist, Bilder, die sehr an eine Lösung glauben lassen, besonders wenn die untersuchten Nucleolen klein sind. 2—4 μ .

II. Solche Bilder dürften jenen Autoren vorgelegen haben, die von einer Lösung des Nucleolus bei *Spirogyra* gesprochen haben.

III. Die Behauptung, daß die Tinktionsfähigkeit herabgesetzt wird, darf nicht generell als für alle *Spirogyra*-Spezies geltend hingestellt werden. Nicht einmal für eine bestimmte Spezies wird sie unter allen Umständen zutreffen. Selbst Zellen eines einzelnen Fadens werden nicht die gleichen Bilder zeigen.

IV. Aus den Untersuchungsergebnissen scheint hervorzugehen, daß es irgendwelche Stoffe kolloidaler Natur sind, die beim Experiment mit der ganzen Zelle durch die Zellmembran nicht hindurchtreten können und dadurch die Tinktionsfähigkeit irgendwie beeinflussen. Der auffallende Parallelismus zwischen Stärkereichtum und Tinktionsverlust, der aus dem Mitgeteilten hervorgeht, läßt vorderhand die durch Säure gelöste Stärke, möglicherweise wenn nicht als alleinigen, so doch als einen der wichtigsten Urheber der herabgesetzten Färbbarkeit vermuten.

V. Bei den untersuchten sieben bestimmten und zwei unbestimmten *Spirogyra*-Spezies gab es nirgends Fälle von tatsächlicher Herauslösung des Nucleolus. Bilder scheinbarer Herauslösung, die (vermutlich) nur in stärkereichen Zellen anzutreffen sind, konnten nie erzielt werden, wenn der Versuch in der Weise abgeändert wurde, daß durch die Verwendung von Schnittmaterial eine Anhäufung gelöster Stärke innerhalb intakter Zellmembranen vermieden wurde. Solche Bilder wurden auch dann nicht erhalten, wenn für eine gründliche Wässerung gesorgt oder der Farbstoff nicht allzu sehr entzogen wurde. Das letztgenannte Moment ist sehr wichtig für den färberischen Nachweis der Nucleolen im ganzen mit Säure behandelten Zellen, da bei ihnen das Vermögen der Farbstoffspeicherung und das Vermögen, den Farbstoff bei der Differenzierung festzuhalten, in Beziehung zu stehen scheint zur Stärkemenge in den behandelten Zellen.

Prag II, Weinberggasse 3a.

Botanisches Institut der Deutschen Universität, August 1921.

Literaturverzeichnis.

Von der für diese Untersuchungen durchgesehenen zahlreichen, besonders cytologischen Literatur führe ich hier keine besonders an, da sie für die Fragestellung nichts oder sehr wenig Wesentliches bringen. Neben bekannten Nachschlagewerken waren genau zu berücksichtigen:

- KAUFMANN, H.: Über den Entwicklungsvorgang von *Cylindrocystis*. Zeitschr. f. Bot. Bd. 6 1914.
- MEUNIER, A.: Le nucléole des Spirogyra. La Cellule T. 3 1886. (War mir nicht zugänglich, zitiert nach TRÖNDLE)
- MEYER, A.: Morphologische und physiologische Analyse der Zelle der Pflanzen und Tiere. I. Teil. Jena (Fischer) 19.0.
- NÉMEC, B.: Das Problem der Befruchtungsvorgänge und andere cytologische Fragen. Berlin (Bornträger) 1910.
- TRÖNDLE, A.: Der Nucleolus von Spirogyra und die Chromosomen höherer Pflanzen. Zeitschr. f. Bot. Bd. 4 1912.
- ZACHARIAS, E.: Die chemische Beschaffenheit von Protoplasma und Zellkern. Progr. rei botanicae Vol. 3 1910.
- ZIMMERMANN, W.: Zur Entwicklungsgeschichte und Cytologie von Volvox. Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. 60 H. 2 1921.

Tafelerklärung.

Tafel 14.

Sämtliche Figuren sind mittels REICHERT'Scher $\frac{1}{12}$ hom. Immers., Oc. Nr. 4 und Zeichenapparat entworfen mit Ausnahme der Figuren 1 und 2, bei denen Oc. Nr. 5 verwendet worden ist.

Fig. 1. *Spirogyra* sp. (*Sp. communis*-Schnittmaterial.) Unbehandelter und gefärbter Kern.

Fig. 2. Desgl. (*Sp. communis*-Schnittmaterial.) Tab. II, Vers. Nr. 15. 1 Stunde in konz. Salpetersäure und gefärbt.

Fig. 3. *Sp. communis*. Ganzes Material. Tab. III, Vers. Nr. 6. 4 Std. 50 Min. in konz. Salpetersäure und gefärbt.

Fig. 4. Desgl. Unbehandelter und gefärbter Kern.

Fig. 5. Desgl. Ganzes Material. Tab. III, Vers. Nr. 11. 10 Min. in 2proz. Kalilauge und gefärbt.

Fig. 6. *Sp. setiformis*. Unbehandelter und gefärbter Kern. Ganze Zellen.

Fig. 7. Desgl. Ganzes Material. Tab. IV, Vers. Nr. 6. 1 Std. in konz. Salzsäure und gefärbt.

Fig. 8. Desgl. Ganzes Material. Tab. IV, Vers. Nr. 11. 23 Min. in konz. Salpetersäure und gefärbt. Der Außenkern tief schwarz gefärbt.

Fig. 9. Desgl. Das gleiche Objekt von der Seite.

Fig. 10. Desgl. Ganzes Material. Tab. IV, Vers. Nr. 17. 23 Min. in 83proz. Phosphorsäure. Außenkern von der quellenden Stärke verdrängt.

Fig. 11. Desgl. Ganzes Material. Unbehandelter und ungefärbter Kern.

Fig. 12. Desgl. Derselbe Kern nach ca. 1 Min. langer Lagerung in 2proz. Kalilauge.

Fig. 13 u. 14. *Sp. Weberi*. Ganzes Material. Unbehandelt und gefärbt.

Fig. 15. Desgl. Ganzes Material. Tab. VI, Vers. Nr. 2. 43 Min. in konz. Salzsäure und gefärbt.

Fig. 16. Desgl. Ganzes Material. Tab. VI, Vers. Nr. 1. 11 Min. in konz. Salzsäure und gefärbt.

Fig. 17. *Sp. mirabilis*. Ganzes Material. Unbehandelt und gefärbt.

Fig. 18. Desgl. Ganzes Material. Tab. VII, Vers. Nr. 5. 1 Std. 10 Min. in konz. Salpetersäure und gefärbt.

Fig. 19. Desgl. Ganzes Material. Tab. VII, Vers. Nr. 9. 4 Std. 20 Min. in 83proz. Phosphorsäure und gefärbt.

Tafel 15.

Aufgenommen mit REICHERT'S $\frac{1}{12}$ hom. Immers. und Oc. Nr. 2 als Kanadabalsampräparat, ausgenommen Fig. 7, die mit LEITZ Obj. Nr. 6 und Oc. Nr. 2 erfolgt war. Fig. 8 vom in Wasser liegenden Objekt mit Immersion. Balglänge schwaukte.

Fig. 1. *Spirogyra fallax*. Tab. II, Vers. Nr. 7. Schnittmaterial 2 Std. in konz. Salzsäure und gefärbt.

Fig. 2. *Sp. communis*. Tab. III, Vers. Nr. 5. Ganzes Material 1 Std. in konz. Salpetersäure und gefärbt.

Fig. 3. *Sp. setiformis*. Unbehandelter und gefärbter Kern.

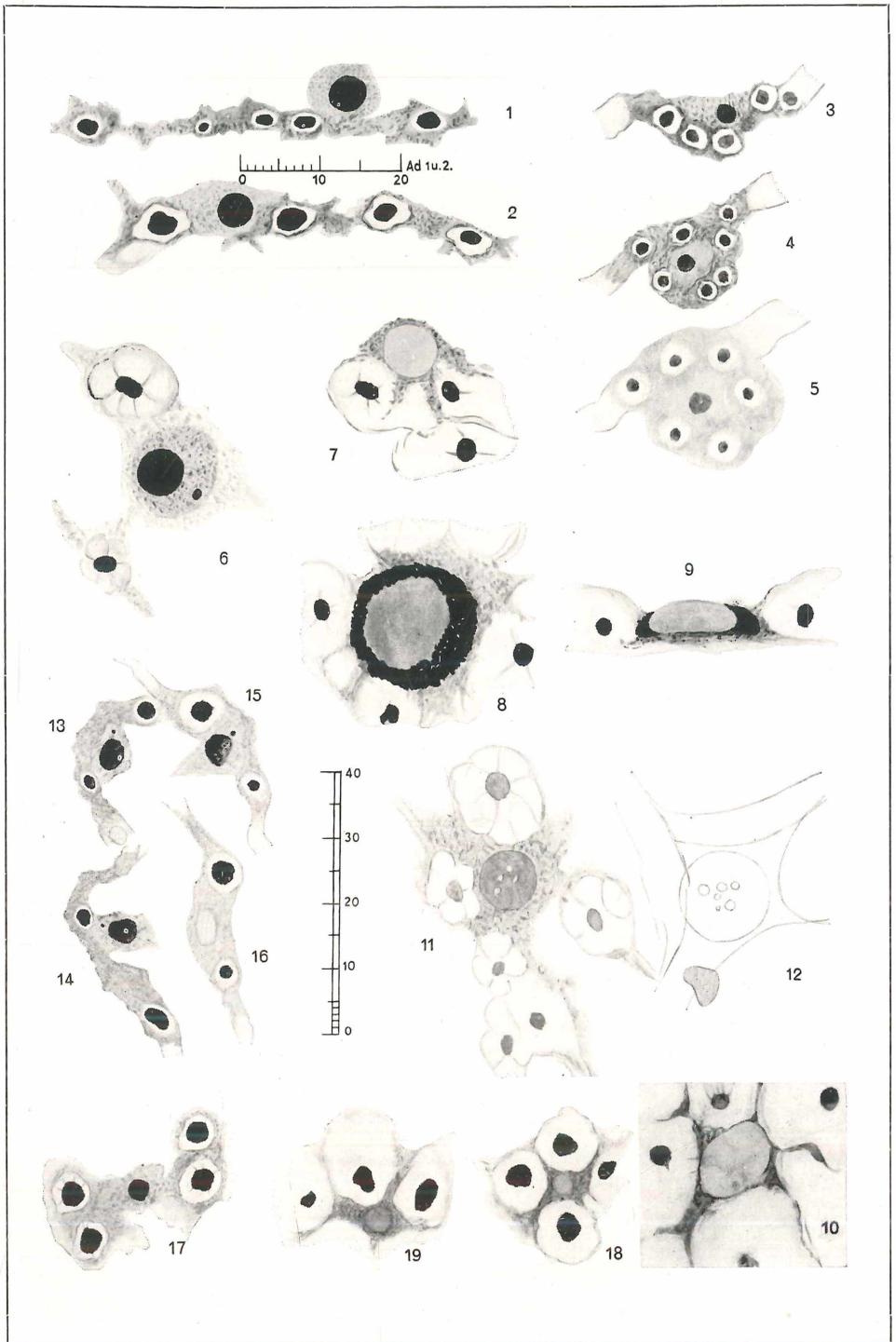
Fig. 4. Desgl. Tab. IV, Vers. Nr. 2. Ganzes Material 10 Min. in konz. Salzsäure und gefärbt.

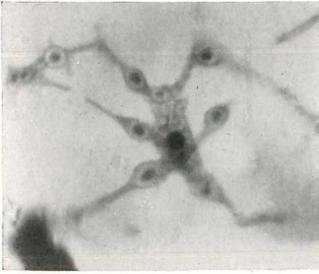
Fig. 5. Desgl. Tab. IV, Vers. Nr. 6. Ganzes Material 1 Std. in konz. Salzsäure und gefärbt.

Fig. 6. Desgl. Tab. IV, Vers. Nr. 20. Ganzes Material 56 Min. in 83proz. Phosphorsäure und gefärbt.

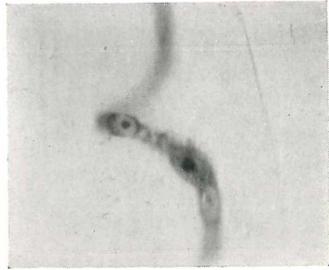
Fig. 7. Desgl. Tab. V, Vers. Nr. 6. Schnittmaterial 1 Std. in konz. Salpetersäure und gefärbt.

Fig. 8. Desgl. Tab. IV, Vers. Nr. 23. Ganzes Material in 2proz. Kalilauge und gefärbt.

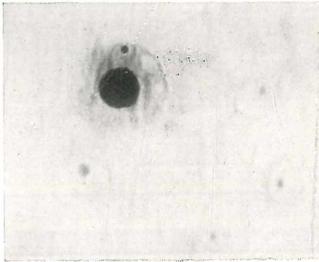




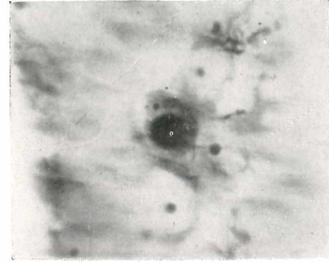
1



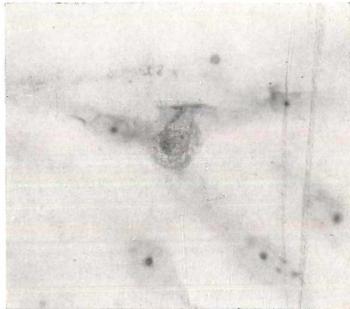
2



3



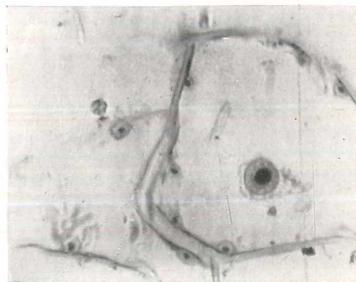
4



5



6



7



8

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Archiv für Protistenkunde](#)

Jahr/Year: 1922

Band/Volume: [44_1922](#)

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

Artikel/Article: [Zur Frage der Nucleoluslöslichkeit bei Spirogyra.
346-374](#)