

30. J. Lütke Müller †: Die Zellmembran und die Zellteilung von *Closterium* Nitzsch.

Kritische Bemerkungen.

(Eingegangen am 26. März 1917.)

Bei der Durchprüfung des wissenschaftlichen Nachlasses des bekannten, im August 1913 plötzlich verstorbenen, Desmidiaceenforschers LÜTKEMÜLLER fand sich diese abgeschlossene kleine Notiz vor. Sie erschien mir wichtig genug, veröffentlicht zu werden, da sie zeigt, daß auch bereits viel bearbeitete Fragen, die oft so gerne als restlos gelöst behandelt werden, wie die Teilung der Desmidiaceen, noch lange nicht jene Klarheit haben, die man erhalten zu haben vermeint. Die Notiz ist unverändert wiedergegeben, bis auf einen Satz, der durch den Tod des Forschers gegenstandslos geworden ist und deshalb auch weggelassen wurde.

ADOLF PASCHER.

Unter dem Titel „Über die Zellwand von *Closterium*“ wurde von C. VAN WISSELINGH eine längere Abhandlung veröffentlicht.¹⁾ Sie ist von Interesse, weil der Verfasser die Struktur der Zellwand und die Zellteilung von *Closterium* in wesentlichen Punkten anders darstellt, als die früheren Untersucher.²⁾

Der Autor stellt sich den Zellwandbau und die Zellteilung bei *Closterium* folgendermaßen vor:

Die Zellwand ist nicht aus Segmenten (Schalstücken, Querbinden, Gürtelbändern) zusammengesetzt, sondern einheitlich. Sie besteht aus mehreren Schichten, deren innerste zugleich jüngste zellulosereich ist und vollkommen geschlossen ohne Unterbrechung den Protoplasten umgibt. Darüber lagern ältere Schichten mit geringerem Zellulosegehalt, welche die Zelle nicht vollständig umkleiden, sondern, an den Polen beginnend, mehr oder weniger weit von der Zellmitte entfernt endigen. Die Grenzen dieser Schichten sind in der Flächenansicht durch Querlinien markiert, welche bisher als Segment-

1) Sie erschien in: Zeitschr. f. Botanik, 4. Jahrg., Heft 5, 1912.

2) A. FISCHER, Über Zellteilung der Closteridien. Bot. Zeit. 1883. — P. HAUPTFLEISCH, Zellmembran und Hüllgallerte der Desmidiaceen. Inaug.-Diss. Greifswald 1888; Mitt. d. naturwiss. Ver. f. Neu-Vorpommern u. Rügen, Jahrg. 20. — J. LÜTKEMÜLLER, Die Zellmembran der Desmidiaceen. F. COHNS Beitr. z. Biologie d. Pflanzen Bd. VIII, 1902.

grenzen angesehen wurden. Als äußerste Hülle überzieht ein sehr dünnes cuticulaähnliches Häutchen die gesammte Oberfläche der Zellwand. Bei der Zellteilung wird an der präformierten Teilungsstelle eine Scheidewand gebildet, es erfolgt in jeder der beiden Zellhälften die Ausscheidung einer neuen vollkommen geschlossenen innersten Membranschicht, hierauf nach Spaltung der Scheidewand in zwei Blätter die Durchtrennung der Zellwand an der präformierten Teilungsstelle, endlich die Vorwölbung der jungen Zellhälften und die weitere Ausbildung ihrer Zellhaut. Diese geschieht durch Anlage neuer Membran-Schichten an der Innenseite der zuerst angelegten Membran.

Wenn ich die Ansicht des Autors richtig aufgefaßt habe, so wird — ich ziehe hier nur die gürtelbandlosen Closterien in Betracht — an einer Zelle, welche noch keine Teilung durchgemacht hat (an einem Keimling) die Zellwand, sobald sie vollständig ausgebildet ist, aus einer bestimmten in beiden Hälften gleichen Anzahl von Schichten bestehen. Da nun bei jeder Teilung in der älteren Zellhälfte eine Schicht zuwächst, so müssen beispielsweise an einer Zelle, welche 4 Teilungen absolviert hat, in der älteren Hälfte um 4 Schichten mehr nachweisbar sein, als in der jüngeren. Eine präzise Angabe darüber findet sich in VAN WISSELINGH. Aufsatz nicht, ich war daher bemüht, durch eigene Untersuchung mir Klarheit zu verschaffen.

Hierfür wählte ich, um die Arbeit nicht unnötig zu erschweren, wieder die größte bekannte Spezies, *Closterium turgidum* Ehrb. *subsp. giganteum* Nordst., von welcher mir noch etwas trockenes Material zur Verfügung stand. Dasselbe wurde in Wasser durch längere Zeit aufgeweicht, dann mit verschiedenen Quellungsmitteln behandelt und gründlich ausgewaschen, worauf Färbung mit Rutheniumrot oder die Zellulosereaktion mit Jodjodkalium und Schwefelsäure folgte. Wenn bei der Zellulosereaktion die Schwefelsäure in der richtigen Konzentration einwirkte, so quoll die Zellmembran stark auf und es ließen sich an den Seitenwänden sowohl der älteren als der jüngeren Zellhälfte¹⁾ stets fünf Schichten unterscheiden, deren innere Ränder tiefblau gefärbt waren, während die Hauptmasse jeder Schicht nur eine blaßblaue oder keine Färbung zeigte. Eine größere Zahl von Schichten in der älteren Zellhälfte fand ich nie, auch wenn dieselbe schon 4 oder 5 Teilungen hinter sich hatte. Die Schichtung endet

1) Untersucht wurden durchweg Zellen, an deren jüngeren Hälften die Membran bereits vollständig ausgebildet und mit Riefen sowie Poren versehen war.

in der älteren Zellhälfte am Rande des Schalstückes, in der jüngeren an der präformierten Teilungsstelle (Ringfurche). An den Querbinden ließ sie sich nicht sicher nachweisen; ich konnte nur eine innere Partie, die stärker, und eine äußere, die schwächer blau gefärbt war, unterscheiden, sie waren aber nicht scharf voneinander abgegrenzt. Das gleiche Bild wie die Querbinden bot auch das Basalstück der jüngeren Zellhälfte, d. i. der schmale Membranring zwischen der Ringfurche und dem Rand der älteren Zellhälfte. An den Polen hat bei der untersuchten Species die Zellwand eine umschriebene nach innen vorragende Verdickung; hier konnte ich immer nur zwei Schichten feststellen.

Wie man sieht, entspricht das Ergebnis dieser Probe in einem Punkte den Angaben von VAN WISSELINGH; es zeigte sich nämlich, daß auch bei *Clost. turgidum subsp. giganteum* in der Zellwand mehr als zwei Schichten oder Lamellen vorhanden sind. Daß aber die Membran einer Zelle nach einer oder mehreren Teilungen stets die gleiche Zahl von Schichten in der älteren und jüngeren Hälfte erkennen läßt, steht mit der Ansicht des genannten Autors über die Zellteilung von *Closterium* in direktem Widerspruch.

Ein Widerspruch besteht auch zwischen des Autors Annahme einer kontinuierlichen innersten Membranschicht¹⁾ und seinen Ausführungen über die Zellteilung und die Entwicklung der Zellwand in der jungen Hälfte. Wird bei der Teilung eine zusammenhängende Schicht ausgeschieden, so ist sie in der älteren Zellhälfte wohl die innerste, in der jungen aber die äußerste, an deren Innenseite sich nach VAN WISSELINGH allmählich neue Lamellen anlagern. Ob diese die ganze Zelle umgreifen oder auf die jüngere Hälfte beschränkt bleiben, gibt der Autor nicht an. Im ersteren Falle müßte die Wand der älteren Zellhälfte mehr Schichten haben als die der jüngeren, und die Differenz müßte mit jeder weiteren Zellteilung wachsen, was sich mit dem Befund an der von mir untersuchten Species nicht vereinbaren läßt. Endigen dagegen die neu angelegten Membranschichten an der Grenze der jüngeren Zellhälfte, so gibt es keine einheitliche innerste Zellwandschicht, diese besteht vielmehr aus zwei Komponenten, welche zu verschiedenen Zeiten gebildet wurden. Und wenn eine Trennungslinie zwischen beiden sich nicht nachweisen läßt, so kann das nur durch nachträgliche Verwachsung bedingt sein.

Das letztere gilt ebenso für die von mir als „Außenschicht“,

1) An einer anderen Stelle (pag. 349) spricht er von mehreren inneren Schichten, welche den ganzen Zelleib umschließen.

von VAN WISSELINGH als „äußerstes cuticulähnliches Schichtchen“ bezeichnete Hüllhaut. Wie ich glaube, zeigt sie in der Ringfurche stets eine Unterbrechung; jedenfalls wird sie hier bei der Zellteilung durchtrennt und in der jungen Zellhälfte neu entwickelt. Wenn ein fester Zusammenhang an den Segmentgrenzen besteht, so ist nachträgliche Verwachsung der Grund.

Da VAN WISSELINGH die Zellwand von *Closterium* als nicht segmentiert ansieht, so gibt er konsequenterweise auch Trennungslinien an den Segmentgrenzen nicht zu und führt die diesbezüglichen Angaben früherer Untersucher auf Täuschungen zurück. Hätte er Arten mit dickerer bräunlicher Membran untersucht, so wären ihm diese Linien, welche im Randbild die Zellwand in mehr oder weniger schräger Richtung durchsetzen und ohne Anwendung von Reagenzien deutlich erkennbar sind, gewiß nicht entgangen.

Die Zellwand von *Closterium* könnte übrigens selbst dann als segmentiert bezeichnet werden, wenn VAN WISSELINGHs Angaben über ihren Bau einwandfrei bewiesen wären. Sie läßt deutlich abgegrenzte Zonen erkennen, die innerhalb der einzelnen Zonen gelegenen Partien der Membran wurden zu verschiedenen Zeiten gebildet; das genügt wohl, um sie als gegliedert anzusehen, im Gegensatz zur ungegliederten Zellwand der saccodermen Desmidiaceen.

Wie aus diesen wenigen Bemerkungen hervorgehen dürfte, hat VAN WISSELINGH den Beweis für die Richtigkeit seiner Annahmen nicht erbracht und manche seiner Angaben halten einer strengeren Prüfung nicht stand; es besteht daher vorläufig kein Grund, die geltende Ansicht über die Zellmembran und Zellteilung von *Closterium* wesentlich zu korrigieren.

Einige Punkte mehr untergeordneter Natur, die in der zitierten Arbeit behandelt werden, seien hier flüchtig berührt.

Den Porenapparat, der doch auch einen wesentlichen Bestandteil der Zellwand bildet, hat der Autor gar nicht beachtet; er spricht von „Tüpfeln“, diese aber sind nichts anderes als die Draufsicht der Poren.

Die präformierte Teilungsstelle wird stets schon bei der Ausbildung der Membran in der jüngeren Zellhälfte angelegt, im Bereiche derselben kommen Poren überhaupt nicht zur Entwicklung, und es ist daher unrichtig, daß „später“ daselbst die „Tüpfel“ verschwinden. Eine Einkerbung des äußeren Randes der Zellwand an dieser Stelle ist bei den meisten größeren Arten auch im lebenden Zustande vorhanden, die schwache innere Vorwölbung beobachtete ich mit Sicherheit nur an entleerten Zellen. Die Bezeichnung „Ringfurche“ wurde von mir der Kürze wegen gewählt; wer sie bean-

standet und den schwerfälligen Ausdruck „präformierte Teilungsstelle“ vorzieht, möge ihn gebrauchen.

Die nach außen vorspringenden Riefen oder Rippen der Zellwand können bei *Clost. augustatum* Kütz., *Cl. costatum* Corda, *Cl. striolatum* Ehrbg. und vielen anderen Arten mit größter Deutlichkeit gesehen werden; wenn VAN WISSELINGH die Längsstreifen bei *Cl. acerosum* (Schrank) Ehrbg. und *Cl. Ehrenbergii* Men. an die Innenseite der Zellwand verlegt, so ist er einer optischen Täuschung zum Opfer gefallen.

Weitere Beobachtungen VAN WISSELINGHs beziehen sich auf die Gürtelbandbildung. Er fand, daß an Kulturrexemplaren von *Cl. acerosum* und *Cl. Ehrenbergii* mitunter Gürtelbänder zur Entwicklung kamen, obwohl diese Arten zu den gürtelbandlosen gerechnet werden. Daraus zog er den Schluß, die Einschaltung eines Membranstückes und die Zellteilung seien keine Prozesse, die regelmäßig miteinander abwechseln, die Einschaltung eines Membranstückes sei kein Merkmal für bestimmte Species oder für eine bestimmte Gruppe (Gürtelbandclosterien), und sie habe für die Systematik keinen Wert.

An der Richtigkeit der Beobachtung ist nicht zu zweifeln, und ich kann aus eigener Wahrnehmung bestätigen, daß Gürtelbandbildung auch bei Arten ohne Ergänzungswachstum vorkommen kann. Das ist darum von Interesse, weil atypisches Ergänzungswachstum, das ist eine Gürtelbandbildung ohne bestimmte Regel, für die Gattungen *Penium* — *Gonatozygon* bekannt ist und das Vorkommen des gleichen Prozesses bei *Closterium* als Beweis für die nahe Verwandtschaft von *Closterium* und *Penium* gelten kann. Immerhin aber ist das atypische Ergänzungswachstum, welches bei *Penium* die Regel bildet, bei *Closterium* nur eine Ausnahme.

Jedem, der sich mit Desmidiaceen eingehend beschäftigt hat, ist bekannt, daß bei der Mehrzahl der *Closterium*-arten die Zellwand nur aus zwei Schalstücken besteht, zwischen welchen Querbinden in wechselnder Zahl eingeschaltet sind, während in einer kleineren Artengruppe außer den beiden Schalstücken und den Querbinden noch ein oder zwei Gürtelbänder sich regelmäßig vorfinden. Ebenso steht für die letztere Gruppe fest, daß bei Exemplaren mit nur einem Gürtelband die Zahl der Querbinden eine gerade, bei solchen mit zwei Gürtelbändern eine ungerade ist. Was FISCHER, HAUPTFLEISCH und ich über Zellteilung und Gürtelbandbildung angaben, ist nicht freie Erfindung, sondern der Versuch, bestehende Tatsachen zu erklären.

Weil Zahlen überzeugender wirken als Worte, so prüfte ich von vier *Closterium*arten mit Gürtelbändern, welche sich in meinen Aufsammlungen vorfanden, je 200 Exemplare. Das Resultat zeigen die untenstehenden Tabellen.

Closterium angustatum Kütz.

Querbinden	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	zus.
1 Gürtelband	52		37		15		3		8		—		4		—		2	119
2 Gürtelbänder ..		35		19		11		9		4		1		1		—		80
3 Gürtelbänder ..		1																1
	52	36	37	19	15	11	3	9	8	4	—	1	4	1	—	—	2	200

Closterium didymotocum Corda.

Querbinden	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	zus.
1 Gürtelband	45		36		13		4		4		3		1		—		1	108
2 Gürtelbänder ..		39		19		19		9		3		1		1		—		91
kein Gürtelband ...		1																1
	47	39	36	19	13	19	4	9	4	3	3	1	1	1	—	—	1	200

Closterium intermedium Ralfs.

Querbinden	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	23	zus.
1 Gürtelband	45		30		12		9		3		3		—		1		103
2 Gürtelbänder ..		42		28		10		9		3		3		1		1	97
	45	42	30	28	12	10	9	9	3	3	3	3	—	1	1	1	200

Closterium striolatum Ehrbg.

Querbinden	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	zus.
1 Gürtelband	49		28		24		12		4		3		1		1	122
2 Gürtelbänder ..		31		16		19		8		3		1				78
	49	31	28	16	24	19	12	8	4	3	3	1	1	—	1	203

Nach meiner Überzeugung ist es daher vollkommen berechtigt, bei den als Gürtelbandclosterien bezeichneten Arten typisches periodisches Ergänzungswachstum anzunehmen.

Von Arten ohne Ergänzungswachstum wurden zwei untersucht, wieder je 200 Exemplare. Bei diesen war es unnötig, die Zahl der Querbinden zu notieren, nur auf das Vorkommen von Gürtelbändern wurde geachtet. Hier das Ergebnis.

*Closterium pseudodiana*e Roy.

Normal (ohne Gürtelband) 200

Closterium Baileyanum Breb.

Normal (ohne Gürtelband) 197

mit 1 Gürtelband 2

mit 2 Gürtelbändern 1

Zusammen 200

Es betrug also die Zahl der an 1200 Exemplaren beobachteten Fälle regelwidriger Segmentierung zusammen nur 4, d. i. $3\frac{1}{3}$ pro mille. Die Ziffer wird selbstverständlich schwanken, sie läßt aber jedenfalls deutlich erkennen, was Regel und was Ausnahme ist.

Das sind Tatsachen, an denen man nicht achtlos vorübergehen darf, man muß vielmehr bemüht sein, sie auch für die Systematik zu verwerten. Darum wurde der Versuch gemacht, die *Closterium*-arten auf Grund ihres verschiedenen Wachstums in zwei Gruppen zu sondern: Gürtelbandclosterien mit typischem periodischen Ergänzungswachstum und gürtelbandlose, bei denen das Ergänzungswachstum fehlt. Die spärlich vorkommenden Fälle regelwidriger Segmentierung bilden weder für die Einteilung in eine der beiden Gruppen, noch für die richtige Bestimmung der Arten ein Hindernis, wenn man eine größere Zahl von Exemplaren untersucht.

Eine ernstere Schwierigkeit bieten, soweit bisher bekannt, nur drei Arten: *Cl. didymotocum* Corda, *Cl. Baileyanum* Breb. und *Cl. costatum* Corda. *Cl. didymotocum* zeigt typisches periodisches Ergänzungswachstum, *Cl. Baileyanum* ist gürtelbandlos. Von diesem Meistmal abgesehen stimmen die vegetativen Zellen beider Arten durch aus überein, die Zygosporen wurden bisher nicht gefunden.¹⁾ Es ist also immerhin möglich, daß *Cl. Baileyanum* eine gürtelbandlose Paralleform des *Cl. didymotocum* darstellt. *Cl. costatum* bindet sich bezüglich der Gürtelbandbildung überhaupt an keine Regel; würden viele oder alle *Closterium*-arten das gleiche Verhalten zeigen, dann

1 Bei den gürtelbandlosen Arten *Cl. gracile* Breb. und *Cl. Lundellii* Lagerh. ist die Übereinstimmung der vegetativen Zellen eine vollständige, die Zygosporen sind jedoch verschieden.

hätte tatsächlich, wie VAN WISSELINGH meint, das Vorkommen oder Unterbleiben der Gürtelbandbildung als unterscheidendes Merkmal keinen Wert.

Es mag den Systematikern überlassen bleiben, sich mit diesen Schwierigkeiten abzufinden; genaues Studium der einzelnen Arten wird im Laufe der Zeit zu einem abschließenden Urteil führen.

31. C. Wehmer: Leuchtgaswirkung auf Pflanzen.

2. Wirkung des Gases auf grüne Pflanzen.

(Eingegangen am 26. März 1917.)

(Mit 4 Textfiguren.)

Wenn die gängige Ansicht, daß schon sehr kleine Leuchtgas-mengen in der Atmosphäre für grüne Gewächse giftig sind, zutrifft, so muß sich die Kresse durchaus verschieden von anderen Pflanzen verhalten; sie ist gegen solche unempfindlich. Gleiches habe ich aber auch bereits für einige andere Species festgestellt. Hier sei nur über die Kressenversuche kurz referiert, die Frage nach der besonderen Art der Wirkung des Gases auf das Wachstum scheidet dabei vorweg ganz aus, konstatiert werden sollte lediglich die Tatsache, ob meine Pflanzen für einige Wochen gesund bleiben oder kränkeln, bzw. eingehen.

Für die Versuche dienten auch hier¹⁾ in der Regel hermetisch schließende Doppelglocken von rund 4 l Inhalt mit 2 Zuleitungsröhren (vgl. Fig. 3), je nach der gewünschten Konzentration wurden sie nach Einstellen der Kulturtöpfe entweder zunächst mit Gas gefüllt, und dann das entsprechende Luftvolumen vorsichtig zugeleitet, oder es wurde (bei kleineren Gasmengen) dieses in bis zum letzten Augenblick verschlossenen Meßkolben eingebracht. Die Gefäße funktionierten einwandfrei, bei Versuchsabschluß wurde außerdem jedesmal noch auf Vorhandensein von Gas geprüft; nennenswerte Fehler sind also ausgeschlossen. Ein kleines Sicherheitsrohr mit Wasserverschluß regulierte die Druckschwankungen infolge der unvermeidlichen Temperaturänderungen, welche auch bei Abhaltung direkter Sonnenwirkung durch Papierblatt nicht ganz unerheblich

1) Diese Berichte 1917. 35. Heft 2, 135--154,

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft](#)

Jahr/Year: 1917

Band/Volume: [35](#)

Autor(en)/Author(s): Lütkemüller Johannes

Artikel/Article: [Die Zellmembran und die Zellteilung von Closterium Nitzsch. 311-318](#)