

Nachdruck verboten.
Übersetzungsrecht vorbehalten.

Kleinere Mitteilungen.

Über die Bewegung der Oscillarien.

Von
Dr. J. A. Krenner.

(Hierzu Tafel 22.)

Bevor ich die Resultate meiner Untersuchungen über die spontane Bewegung der Oscillarien mitteile, möchte ich vorerst die morphologischen Verhältnisse der *Oscillaria*-Zelle auf Grund meiner Untersuchungen beleuchten.

Den Gegenstand meiner Untersuchungen bildeten folgende Arten: die dünnfädige *O. tenerrima* KG., *O. tenuis* (AG.) KIRCHN., *O. natans* KG., die dickfädige *O. princeps* VAUCH., *O. curviceps* AG., *O. limosa* AG. und *O. Fröhlichii* KG.

Es ist bekannt, daß die Zellen der *Oscillaria*-Fäden die Form mehr oder weniger flacher Scheiben besitzen oder etwas höher, cylinderförmig sind. Es ist ferner bekannt, daß sich in der Mitte der Zelle der farblose Zentralkörper (Zellkern?) befindet, welchen peripherisch eine, als Chromatophor figurierende Schicht gefärbten Plasmas umgibt. Nach meinen Beobachtungen folgt nach auswärts auf jene letztere abermals eine sehr dünne Schicht farblosen Plasmas, deren äußere Oberfläche zu einer elastischen, dünnen, plasmatischen Grenzhaut ausgebildet ist, welche indessen mit der Außenwelt nicht in Berührung kommt.

Zum Verständnis des Nachfolgenden schicke ich voraus, daß die Zellen einen hohen Turgor entwickeln.

Die mit der plasmatischen Grenzhaut versehenen Zellen vereinigt eine röhrenförmige Scheide zu einem Zellfaden, welche ich als „Fadenscheide“ bezeichne (Taf. 22 Fig. 1, 2, 3). Diese Fadenscheide bildet sich an der Cylinderoberfläche der Zellen und schmiegt sich dieser außerordentlich eng an. Die Dicke dieser hyalinen, elastischen, mechanischen Einwirkungen entsprechenden Widerstand leistenden Fadenscheide beträgt, je nach den verschiedenen Arten, 0,2—0,4 μ . Über ihre chemische Natur werde ich am Ende meiner Arbeit sprechen.

Die Fadenscheide besitzt keine, die einzelnen Zellen voneinander trennenden Querwände; die benachbarten Zellen berühren sich an ihren Endflächen unmittelbar mit ihrer plasmatischen Grenzhaut. Die Zellteilung vollzieht sich, indem von der Mantelfläche der Zelle aus die Grenzhaut in horizontaler Richtung zentripetal vordringt und den Zelleib sukzessive ein- und durchschnürt (Taf. 22, Fig. 2, 3).

Daraus folgt, daß wir bei den Oscillarien von Zellwänden nicht reden können wie dies bisher allgemein geschah.

Wenn wir den *Oscillaria*-Faden auf einzelne Zellen, oder aus wenigen Zellen bestehende Fadenstücke zerstückeln (was durch feines Zerschneiden mit einem scharfen Rasiermesser oder durch einen stärkeren, auf das Deckglas ausgeübten Druck geschehen kann), so wölben sich die freigelegten Endflächen der Zellen bei dickfädigeren Arten infolge ihres Turgors aus der Fadenscheide halbkugelig hervor und ihr Volumen vergrößert sich auf das $1\frac{1}{2}$ —2-fache; an der Mantelfläche hingegen sind die nach einwärts gebogenen Ränder der zerrissenen Fadenscheide sichtbar (Taf. 22 Fig. 1). Die freigewordenen Endflächen dünnerer Arten wölben sich in solchen Fällen weniger vor, ihre Form bleibt beständiger, obwohl ihr Turgor viel größer ist, als derjenige der dickfädigen Arten.

Die Fadenscheide schmiegt sich dermaßen enge der Mantelfläche der Zellen an, daß es nur bisweilen, mit sehr großer Mühe gelingt durch mechanische Macerationen von Zellen freie, leere Stücke derselben zu gewinnen. An der leeren Fadenscheide sieht man, besonders gut bei den dickeren Arten, den Zellgrenzen entsprechende, ringförmige Einschnürungen, welche das Hin- und Herrutschen der turgescenten Zellen innerhalb der Fadenscheide zu verhindern scheinen, einer jeden Zelle ihren Ort anweisend.

Das von KOLKWITZ (7, p. 428, 8, p. 464) und CORRENS (1, p. 139)

beobachtete, aus zwei sich kreuzenden Liniensystemen bestehende Netzwerk an der äußeren Wand der Zellen, also an der Fadenscheide, konnte ich bei Anwendung derselben Macerations- und Färbemethoden nie beobachten, sie erwies sich immer als homogen.

Ebenso sah ich nie, weder an lebendem, noch an gefärbtem Material intercelluläre Plasmodesmen, obwohl nach Angaben der Literatur BORZI, WILLE und PHILLIPS solche angeben sollen. In den Abhandlungen der erwähnten Autoren konnte ich jedoch davon nirgends etwas finden.

Durch die Fadenscheide hindurch gelangt der von den Zellen produzierte Schleim an die Oberfläche, welcher als eine dünnere oder dickere Röhre den Faden scheidenartig umgibt, entweder in seiner ganzen Länge oder nur in einigen Partien desselben, und ohne welchen, wie wir dies weiter unten sehen werden, die spontane Bewegung der Oscillarien nicht zustande kommen kann. Seit FECHNER (3, p. 349, 362) erscheint dieser Schleim als ein anisotropes Medium in der Literatur (10, p. 377). Demgegenüber stellte ich fest, daß sowohl die Fadenscheide, als die Schleimscheide in allen Fällen zwischen gekreuzten Nicols vollkommen isotrop ist.

Im Nachstehenden gehe ich nun zu meinen Beobachtungen, betreffend den Mechanismus der spontanen Bewegung der Oscillarien, über.

An in Wasser befindlichen Oscillarien die Ursache der Bewegung zu erforschen, erweist sich selbst bei den stärksten Vergrößerungen als ein vergebliches Bemühen, als ein fruchtloses Experiment. Auf diese Weise kann man sich nur von der Richtung der Rotation¹⁾ — welche an den von mir untersuchten Arten, in der Richtung des Vorrückens, sich stets als eine Drehung von rechts nach links erwies — von den Bewegungsrichtungen der Fäden und der Geschwindigkeit der Bewegungen überzeugen.

Um über den Mechanismus der Bewegung Aufklärung zu gewinnen, bedienen wir uns der schon von so vielen und so oft gebrauchten Tuschesuspension. Wir legen die Oscillarienfäden in eine dichte und sehr feinkörnige Tuscheemulsion und, das Deckglas mit Wasser umgebend, sorgen wir dafür, daß diese Emulsion während der Dauer des Versuches nicht austrockne. Die Tuschpartikel befinden sich in der Emulsion in ständiger, intensiver Molekularbewegung, sie tanzen unermüdlich um sich selbst herum, und gerade diese Erscheinung ist es, welche uns den Schlüssel des Bewegungsmechanismus in die Hände spielt.

¹⁾ Unter „Rotation“ verstehe ich die drehende Bewegung um die Längsachse des Fadens, welche derselbe während seiner Bewegung ausführt.

Wir wählen einen solchen in Bewegung befindlichen Faden, welcher anscheinend auch nicht die dünnste Schleimscheide hat, und betrachten diesen mehrmals von einem Ende bis zum anderen. Bei sehr starker Vergrößerung bemerken wir nach und nach, daß der in Bewegung befindliche Faden, in seiner unmittelbaren Nähe, nicht überall von in molekularer Bewegung befindlichen Tuschepartikeln umgeben ist. In seiner ganzen Länge oder nur auf gewissen Strecken werden wir ihn umgebende Tuschepartikel sehen, welche keine molekulare Bewegung zeigen, welche sich nicht mit ihm zugleich bewegen, sondern vollkommen unbeweglich fixiert sind, und auf diese Weise von dem Vorhandensein einer unsichtbar feinen Schleimscheide Zeugnis ablegen.

Diese Schleimscheide, welche von äußerster Zartheit bis zur dickschichtigen Röhre um den Faden gebildet wird, ist jenes Substrat (erster Hand) in welchem die *Oscillaria*-Fäden ihre Bewegung ausführen (Taf. 22 Fig. 2, 3). Die Schleimscheide entsteht nicht durch Verschleimung der äußeren Schicht der Fadenscheide, sondern sie wird vom Protoplasma erzeugt, und gelangt wahrscheinlich durch colloidale Diffusion, durch die Fadenscheide hindurch, an die Oberfläche. Diese Erklärung ist deshalb naheliegend, weil, wenn die Schleimscheide durch Verschleimung der Fadenscheide entstehen würde, der *Oscillaria*-Faden nicht imstande sein würde, sich in ihr zu bewegen.

Die Bewegung des Fadens in dieser Schleimscheide kann indessen nur in jenem Fall erfolgen, wenn die Schleimscheide, entweder in ihrer ganzen Länge oder nur an gewissen Punkten, sich an irgendeinen festen Gegenstand, an ein Substrat zweiter Hand festheftet. In mikroskopischen Präparaten dient als solches entweder der Objektträger oder das Deckglas oder auch ein anderer in Bewegung befindlicher *Oscillaria*-Faden. Im hängendem Tropfen frei schwebende *Oscillaria*-Fäden sind demzufolge nie zu spontaner Bewegung geeignet.

Erfolgt die Anheftung der ausgeschiedenen Schleimscheide auch nur auf eine ganz kurze Strecke an ein Substrat — die übrigen Teile derselben können mitsamt dem Faden frei im Wasser schweben — so kann die mit spiraler Drehung vor sich gehende Vorwärtsbewegung des Fadens in ihr schon zustande kommen. Der Faden kann die Bewegungsrichtung nach momentanem oder länger währendem Stillstand spontan ändern, d. h. in der Schleimscheide sich dann in entgegengesetzter Richtung bewegen, die Rotation geht aber auch dann von rechts nach links.

Soll der sich bewegende Faden die Schleimscheide verlassen, so bildet sich am vorangehenden vorderen Ende inzwischen bereits eine neue Schleimscheide, welche sich fixiert (Taf. 22 Fig. 3).

Die ohne Rotation erfolgenden Bewegungen sind keine spontanen, sondern sind stets durch Wasserströmungen hervorgerufen.

Im großen und ganzen kann man den Mechanismus der Bewegung so charakterisieren: Der Faden gleitet, um seine Achse rotierend, in einer festgehefteten Schleimröhre vorwärts oder rückwärts. Sofort erhebt sich aber die Frage, woher stammt die Energie, welche solche Bewegungen zuwege bringt?

Schon viele forschten bisher nach dem Wesen der Bewegung der Oscillarien, ohne daß die Forscher zu übereinstimmenden Ergebnissen und Meinungen gelangt wären.

Ich kann die Resultate der bisherigen, diesbezüglichen Untersuchungen nicht in dem Rahmen meiner Arbeit aufnehmen, sondern ich verweise auf die im Jahre 1887 erschienene Arbeit HANSGIRG'S (5, I. Kap.), in welcher die bis dahin erschienenen Arbeiten, die verschiedenen Theorien und Hypothesen, mit historischer Treue und umfassender Kritik behandelt werden. Die Verfasser der nachher erschienenen, modernen Arbeiten bewegen sich teils auf dem Gebiete schon bekannter Beobachtungen und Theorien weiter, teils studierten sie die Wirkung, welche äußere Reize auf die Bewegungen der Oscillarien ausüben.¹⁾

¹⁾ Die verschiedenartigen Theorien und Beobachtungen, welche über die Bewegungen der Oscillarien Licht zu verbreiten suchten, wie diejenige der ältesten Forscher, welche die Oscillarien für Tiere hielten, und die Bewegung für eine peristaltische Wurmbewegung erklärten; die von KÜTZING und seinen Zeitgenossen verkündete Lehre, daß das Wachstum die Bewegung der Fäden verursacht; die Theorie, daß die Oscillarienbewegung eine durch Wimpern oder ähnliche Organe hervorgerufene Bewegung sei, für welche Theorie noch 1902 auf Grund seiner Untersuchungen noch Prof. PHILLIPS ein Fürsprecher war — usw. haben schon früher ihre Aktualität verloren. Nur gegen eine, die Bewegung erklärende Theorie, möchte ich meine Einwürfe machen, denn diese Theorie, obwohl älteren Datums, würde in neuerer Zeit von einzelnen Forschern wieder aufgenommen, und figuriert als die modernste der heutigen Zeit.

Schon SIEBOLD (11, p. 285) bemerkte, daß auf der Oberfläche einiger Oscillarienfäden Fremdkörperchen, wie Indigopartikel, in spiraler Linie weiter befördert werden durch eine gewisse, außerhalb des Fadens befindliche, verschleimte Schicht. Dieses Fremdkörperchen fixierende und weiter bewegende Substrat hielt später ENGELMANN (2, p. 13), für eine Schicht extracellulären Plasmas, in deren peristaltischer Kontraktion er das bewegende Agens glaubte gefunden zu haben. MERESCHKOWSKY (9, p. 531) und HANSGIRG (4, p. 833, 840), zweifelten an der Plasmanatur dieses in Rede stehenden Substrates und — wie schon SIEBOLD —

Bei der Frage nach der Energiequelle der *Oscillaria*-Bewegung, können wir nach gründlichster Erwägung sämtlicher in Betracht

erklärten auch sie es für Schleim. Diese eigenartige Erscheinung beobachtete auch CORRENS (1, p. 144), knüpft aber an dieselbe kein Kommentar. Endlich in neuester Zeit folgte FECHNER (3, p. 349 u. ff.) diesem Wege und stellte sich auf Grund seiner Untersuchungen auf den Standpunkt, daß an den beiden Enden des Fadens Schleim abgesondert wird, welcher sich in einer Schraubenlinie um den Faden bewegt und so das Weiterschieben resp. die Bewegung desselben hervorruft.

Nachdem ich selbst mehrmals diese Erscheinung beobachtete will ich diese kurz erörtern und würdigen.

An den in Tuschesuspension befindlichen *Oscillaria*-Fäden treten manchmal folgende Erscheinungen auf: die Partikel der Tuscheemulsion sammeln sich an der Oberfläche des Fadens, zu sehr lockeren, schmalen Längsbändern und strömen um demselben, in seiner Längsrichtung spiralig weiter. Diese Erscheinung ist sehr fesselnd für den Beobachter, aber ich muß bemerken, daß sie den Charakter des Gemachten und Verschwommenen an sich trägt. Die oft parallel auftretenden Bänder erzeugen an den Endpunkten ihrer Ströme, am Faden ringförmige Ansammlungen der Tuschepartikel. Durch fortwährende Zufuhr der Partikel nimmt die Masse der Ringe immer mehr zu und indem gelegentlich aus ihnen neue Bänder ihren Ursprung nehmen, bringen sie an neuen Punkten des Fadens ringförmige Ansammlungen hervor. An mehreren Strecken des Fadens können solche Ströme auch gegeneinander gerichtet sein; oder von einem gewissen Punkt des Fadens laufen alle gleichzeitig gegen die Spitze und ohne Ringe zu bilden verschwinden sie, den Faden verlassend, in der umgebenden Emulsion.

Daß diese eigenartige Erscheinung nicht das die Bewegung erzeugende Agens ist, geht aus folgendem hervor. 1. Diese Erscheinung tritt nicht an jedem sich bewegenden *Oscillaria*-Faden auf; im Gegenteil sie ist sehr selten. Sie kann vorkommen an einem in Ruhe befindlichen Faden, der eventuell erst dann in Bewegung gerät, wenn diese Erscheinung schon aufgehört hat. 2. Die Strömung der Bänder am Faden ist auch gegeneinander gerichtet, ihre Geschwindigkeit und ihre Konstellation ändert sich oft, und ist insbesondere so ungeordnet, daß man selbst bei fanatischer Einseitigkeit, die Bewegung eines sich gleichzeitig mit beständiger, gleichmäßiger Geschwindigkeit, nach einer bestimmten Richtung sich bewegenden Fadens auf eine solche Einrichtung nicht zurückführen kann. 3. Daß diese strömenden Bänder aus Plasma bestehen würden, wurde schon von den vordem erwähnten Autoren widerlegt; nachdem aber der aus den Zellen ausgeschiedene Schleim ein lebloser Stoff ist, ist er zu einer solchen beständigen, spiraligen Strömung nicht befähigt; spontaner Bewegung fähiger, lebender Schleim ist aber derzeit nicht bekannt! 4. Bisweilen erscheinen die strömenden Bänder durch so lange Zeit hindurch und in so bedeutender Menge, daß während dieser Zeit ein beträchtlicher Teil des Zellinhaltes der im Faden befindlichen Zellen zur Schleimbildung hätte aufgebraucht werden müssen. 5. Die Schleimscheide, oder das Substrat erster Hand kann man bei sorgfältiger Beobachtung an jeden diese Erscheinung zeigenden, sich in Bewegung befindlichen Faden auffinden.

Die ganze Erscheinung der Schleimströmung beruht auf fremden Schleimfetzen, die zu den Fäden hingeschleudert würden oder vielleicht auf irgendeiner mikrophysikalischen Wirkung, welche durch den Objektträger und das Deckglas gerade auf die Tuschepartikel der Suspension hervorgerufen wird. Mehrere solcher

kommender Energiearten, als die Bewegung hervorrufend, nur einen einzigen Energie liefernden Vorgang bezeichnen, und dieser ist ausschließlich die in den Zellen vor sich gehende molekulare Osmose. Diese liefert also die bewegende Kraft.

Ich speziell fühle mich noch aus einem anderen Grunde veranlaßt, die Ursache der Bewegung in osmotischen Vorgängen zu suchen, nämlich aus den zu beobachtenden Turgescenzererscheinungen bei der Zerstückelung der Fäden.

Ich untersuchte den osmotischen Druck der Zellen verschiedener Arten, und die erhaltenen Resultate bewiesen den hohen Turgor der Zellen. Anfangs versuchte ich den osmotischen Druck mit KNO_3 -Lösungen zu messen, aber diese Lösungen erwiesen sich bei Zimmertemperatur, der raschen Auskristallisierung wegen, als nicht zweckentsprechend, und deshalb führte ich die Bestimmungen mittels Rohrzuckerlösungen durch. Nachdem in den *Oscillaria*-Zellen, selbst mit den stärksten Vergrößerungen, Vakuolen nicht wahrnehmbar, sind, so wurde bei der Feststellung des Grades der Plasmolyse die infolge der Wasserentziehung eintretende Schrumpfung zugrunde gelegt. Obwohl die Empfindlichkeit dieser Methode zu wünschen übrig läßt, stimmten die Resultate der vielfach wiederholten Versuche gut überein. Die Zellen eines Fadens wurden nicht gleichmäßig plasmolysiert, da in jeder Zelle der Stoffwechsel mit anderer Intensität abläuft.

Deshalb wurde in der Rubrik III der nachstehenden Tabelle jene Konzentration der Lösung angegeben, welche auch an den turgescenstesten Zellen ausnahmslos Plasmolyse hervorrief.

Von den untersuchten Arten führe ich in dieser Tabelle die osmotischen Verhältnisse von drei, auch morphologisch verschiedenen Arten an.

Auch bei den übrigen, in die Tabelle nicht aufgenommenen Arten gilt die Regel, daß der Turgor bei dünnfädigeren Arten bedeutend höher ist als bei den dickfädigen.

Wie es aus dem Voranstehenden hervorgeht, steht die Geschwindigkeit der Oscillarienbewegung im geraden Verhältnis zu der Turgescenz der Zellen, d. h. die einen höheren Turgor besitzenden dünneren Arten bewegen sich viel leb-

mikrophysikalischer Erscheinungen sind schon beobachtet, von deren Wesen wir keine näheren positiven Kenntnisse besitzen (z. B. die Erscheinung der BROWN'schen Molekularbewegung).

Name der Art	I.	II.	III.	IV.
	Einige Fäden sind noch inten- siver, spontaner Bewegung fähig	Sämtliche Fäden verlieren die Fähigkeit spontaner Bewegung	Konzentration der Lösung bei welcher die Plasmolyse beginnt	Der maximale osmotische Druck der Zellen in Atmosphären ausgedrückt
<i>O. Fröhlichii</i> K.G. forma <i>fusca</i> KIRCHN. (dick- fädige, träge bewegliche Art)	in (5)—6,5% iger Rohrzucker- lösung	in 8% iger Rohrzucker- lösung	24% Rohrzucker- lösung	16,63 Atmosphären
<i>O. curviceps</i> AG. (weniger dicke, träge bewegliche Art)	in 6—(8,5?)% iger Rohrzucker- lösung	in 9% iger Rohrzucker- lösung	28% Rohrzucker- lösung	19,40 Atmosphären
<i>O. tenuis</i> (AG.) KIRCHN. (dünn- fädige, flinke, schnell beweg- liche Art)	in 17% iger Rohrzucker- lösung	in 20% iger Rohrzucker- lösung	(37?)—37,5% Rohrzucker- lösung	25,98 Atmosphären

Sämtliche Angaben der Tabelle wurden bei einer Zimmertemperatur von 18° C gewonnen.

hafter und schneller, die einen geringeren Turgor besitzenden dickeren hingegen träger und langsam.¹⁾

Die Turgor- und Bewegungsverhältnisse der Oscillarien zeigen mithin einen solchen Zusammenhang, daß wir es nach den obigen Darlegungen vermuten können, daß die Bewegung der Ausfluß osmotischer Energiebetätigung ist, um so mehr, als — wie wir es schon oben erwähnten — auch hypothetisch, die einzige, annehmbare, wissenschaftliche Erklärung der Bewegung wäre. Andererseits, wozu hätten die Zellen dieser primitiven Pflanzen dieser besonders hohen Turgor?

Auf welche Weise oder in welcher Form die in den Zellen auftretenden osmotischen Vorgänge nun ihre bewegenden Fähigkeiten geltend machen, ob dies — wie es sehr wahrscheinlich ist — in Form ex- und endosmotischer Prozesse geschieht, diesbezüglich lasse ich mich in Theorien und Spekulationen nicht ein; ich möchte nur noch

¹⁾ Schon die ältesten Forscher, die Untersuchungen über die Oscillarienbewegung ausführten, konnten wahrnehmen, daß im allgemeinen die dicken Arten sich träger, die dünnen schneller bewegen.

auf einzelne Umstände hinweisen und Fingerzeige geben für derartige Untersuchungen.

So war ich während meiner Untersuchungen besonders bestrebt auch dies zu erfahren, ob eine jede einzelne Zelle spontaner Bewegung fähig ist, oder ob die Bewegung nur durch das Zusammenwirken mehrerer Zellen erfolgen kann. Meine Beobachtungen erwiesen das letztere, indem eine Zelle oder ein aus einigen wenigen Zellen bestehender Faden niemals spontaner Bewegung fähig ist. Auch in diesem Punkte besteht zwischen den subtileren und den dickeren Arten eine gewisse Gesetzmäßigkeit, denn bei der dünnen, turgescenieren *O. natans* konnte ich einen 16-, bei *O. tenuis* ebenfalls einen 16-, bei *O. tenerrima* einen 21-zelligen Faden in spontaner Bewegung beobachten, im Gegensatz zu der dicken, weniger turgescenienten *O. princeps*, *O. Fröhlichii*, bei welchen nur aus 45—50 Zellen bestehende Fäden bewegungsfähig sind.

Ob jener abnorme Bewegungstypus, bei welchem die Fäden nach sehr kurzen Pausen auf kleine Strecken sich vorwärts „ruckweise“ bewegen auf osmotische Störungen, oder auf Störungen bei der Festheftung der Schleimscheide an irgendein festes Substrat, zurückzuführen ist, dies werden erst entsprechende Untersuchungen entscheiden.

Die auf äußere und innere Reize eintretenden Pendelbewegungen und Krümmungen sind das Resultat einseitigen Turgordruckes der Zellen, diese Erscheinungen treten sowohl an sich bewegenden, als auch ruhenden Fäden auf und sind nicht die Bewirker der spontanen Bewegung, aber auch nicht Folgen dieser.

Bei der Erforschung der Oscillarienbewegung wandelten daher jene Forscher den richtigen Pfad, welche osmotische Prozesse für die Ursache der Bewegung erklärten. Diese sind: ZUKAL (12, p. 13), welcher auf Grund seiner Studien an Spirulinen zu dem Resultate gelangte, daß durch das rasche ungleichseitige Wachstum der Zellen das hydrostatische Gleichgewicht gestört wird und der eintretende ungleiche Seitendruck die Bewegung hervorbringe. Aus seiner Arbeit ist es aber nicht ersichtlich, ob die spontane Bewegung der Spirulina auch bei frei im Wasser schwebenden Fäden zustande kommt oder aber, wie diejenige der Oscillarien, nur mit Hilfe eines Substrates. ZUKAL hielt den oben erwähnten Bewegungsmechanismus auch für die Oscillarien zutreffend. Ein weiterer Autor ist HANSGIRG (4, p. 840), der später (5, p. 30) für das Zustandekommen der Bewegung auf osmotischem Wege auch noch die Kontraktilität (Flexibilität) der *Oscillaria* für notwendig und vorhanden hielt. Endlich

vielleicht H. COUPIN, dessen Arbeit ich jedoch nicht einsehen konnte und von der ich nur durch ein Referat Kenntnis erhielt.¹⁾

Zum Schlusse wünschte ich Näheres zu erfahren über die chemische Natur der die Zellen zu fadenförmigen Zellfamilien vereinigenden Fadenscheide und hierdurch genaue Angaben zu liefern zu dem eigenartigen Verhalten der Cyanophyceen. Die überaus große Zartheit der Fadenscheide, ferner der Inhalt der von ihr umschlossenen Zellen vereiteln gänzlich eine differenzierende Färbung. Die Fadenscheide kann weder aus reiner Cellulose noch aus Chitin bestehen, weil sie im zugeschmolzenen Glasrohr in Glycerin auf 300° C erhitzt, vollständig gelöst wird, während die beiden vordem erwähnten Stoffe bei dieser Behandlung intakt bleiben. 2. Im polarisierten Licht erscheint sie, ebenso wie die ganze *Oscillaria*, vollkommen isotrop, während reine Cellulose und Cuticularsubstanzen anisotrop sind. Die Beobachtung KOHL's (6, p. 94), wonach die Membranen von *Oscillaria Fröhlichii* und *Oscillaria limosa* außerordentlich stark doppeltbrechend sind, ist entschieden falsch. 3. In Cuprumoxydammoniak ist sie nicht, dagegen in Natriumhypochlorit mitsamt dem Zellplasma gut löslich.²⁾ 4. Pektinhaltig kann sie auch nicht sein, weil sie die wässrige Lösung von Rutheniumoxychloratum ammoniacale in keiner Weise färbt, obwohl der eventuell störend wirkende Zellinhalt in mehreren Fällen, auch vor und nach der Färbung mit Chloralhydrat entfärbt wurde. Das von mir benutzte — und wie bekannt — sich schnell zersetzende Rutheniumrot war in unbedingt gutem Zustand, denn der mit den Oscillarien zugleich in das Präparat gelangte, aus organischer, Schleim-, Gummi- und Pektinsubstanz bestehender Detritus oder Abfälle derartiger Herkunft färbten sich sofort in großen Massen und intensiv, auch in Gegenwart von Chloralhydrat. Demgegenüber kann die Behauptung KOHL's (6, p. 93), daß es ihm gelungen sei, die Membran der Oscillarien mit Rutheniumrot zu färben, wenig zu recht bestehen.

Aus diesen positiven und negativen Charakteren können wir

¹⁾ „Die Fortbewegung der Oscillarien soll nach H. COUPIN (Compt. rend. Ac. sci. Paris CLXXVI, 1923) auf Oberflächenspannung beruhen, die vielleicht von osmotischen Veränderungen abhängig ist.“ Citat, „Mikrokosmos.“ 1923/24. Jahrg. XVII Heft 7 p. 112, ref. von PFEIFFER.

²⁾ KOHL selbst spricht, indem er, wie allgemein bekannt, in ganz unzutreffender Weise von dem Chitingehalt der Cyanophyceenmembranen und Scheiden (6, p. 89), hatte es schon erfahren, daß die Zellmembran von *Tolypothrix* in Eau de Javelle gelöst, ja selbst die Scheiden stark angegriffen werden.

mit der größten Wahrscheinlichkeit auf Hemicellulose-artige Substanzen in der Fadenscheide schließen.

Herrn Prof. Dr. S. MÁGÓCSY-DIETZ schulde ich besten Dank für die Überlassung der Mittel seines Institutes zur Ausführung meiner Untersuchungen.

Budapest, Allgemeines Botanisches Institut der Universität.

Literaturverzeichnis.

- 1) CORRENS, C.: Über die Membran und die Bewegung der Oscillarien. Ber. d. deutsch. bot. Ges. Bd. XV 1897.
- 2) ENGELMANN, T.: Über die Bewegungen der Oscillarien und Diatomeen. Arch. f. d. ges. Physiol. Bd. 19 1879.
- 3) FECHNER, R.: Die Chemotaxis der Oscillarien und ihre Bewegungserscheinungen überhaupt. Zeitschr. f. Bot. Bd. 7 1915.
- 4) HANSGIRG, A.: Bemerkungen über die Bewegungen der Oscillarien. Bot. Ztg. Bd. 41 1883.
- 5) —: Physiologische und algologische Studien. Prag 1887.
- 6) KOHL, G.: Über die Organisation und Physiologie der Cyanophyceenzelle. Jena 1903.
- 7) KOLKOWITZ, R.: Über die Krümmungen bei der Oscillarien. Ber. d. deutsch. bot. Ges. Bd. 14 1896.
- 8) —: Über die Krümmungen und der Membranbau bei einigen Spaltalgen. Ber. d. deutsch. bot. Ges. Bd. 15 1897.
- 9) MERESCHKOWSKY, C.: Beobachtungen über die Bewegungen der Diatomaceen und ihre Ursache. Bot. Ztg. Jahrg. 38 1880.
- 10) SCHMID, G.: Zur Kenntnis der Oscillarienbewegung. Flora. Neue Folge Bd. 11—12 1918.
- 11) SIEBOLD, TH. C.: Über einzellige Pflanzen und Tiere. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 1 1849.
- 12) ZUKAL, H.: Beitrag zur Kenntnis der Oscillarineen. Österr. bot. Zeitschr. Bd. 30 1880.

Tafelerklärung.

Tafel 22.

Die schwarzen Konturen der Zellen stellen ihre Grenzhaute, die roten Linien die „Fadenscheide“ dar. Die unbeweglichen, an die Schleimscheide festgehefteten Tuschepartikel sind schwarz, die im Wasser suspendierten, lebhaften Molekularbewegung zeigenden, rot gegeben. Die Pfeile zeigen die Bewegungsrichtung des Fadens und die Richtung der Drehung um seine Längsachse an.

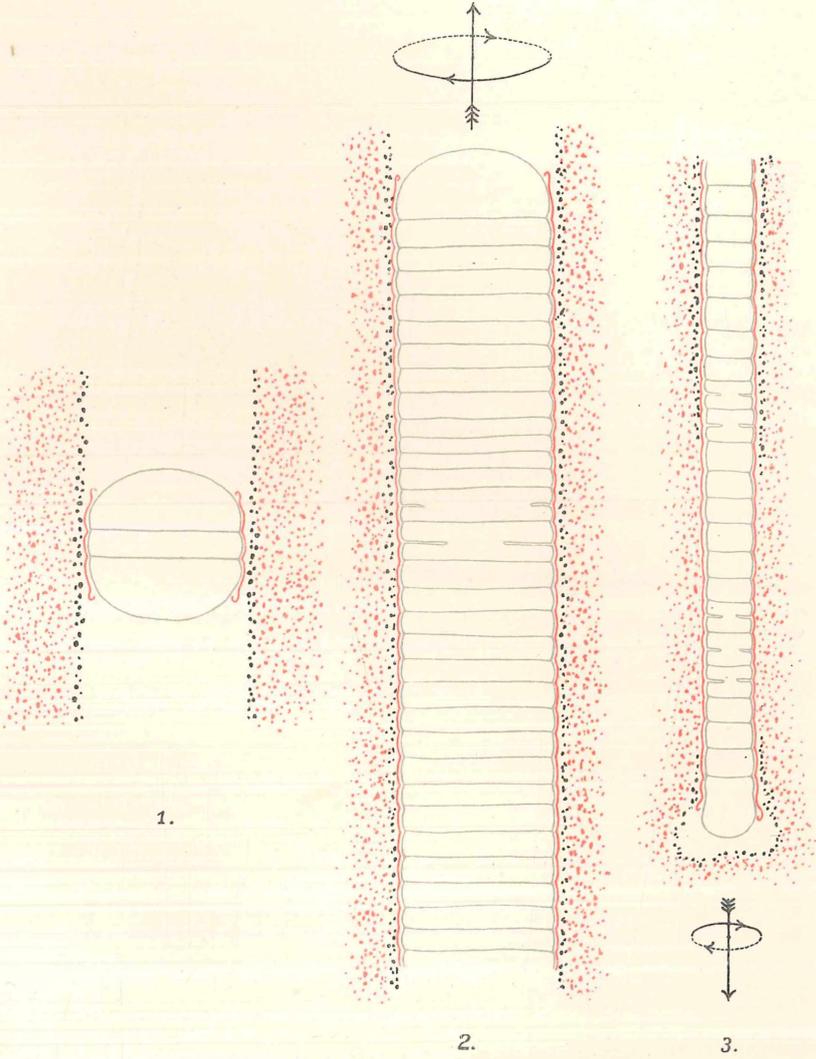
Fig. 1. Ein aus drei Zellen bestehendes, zu spontaner Bewegung unfähiges Fadenstück von *Oscillaria Fröhlichii* im optischen Längsschnitt. Die zwei End-

zellen haben sich infolge ihres Turgors aus der elastischen Fadenscheide hervorgewölbt. Die mittlere Zelle, in die Fadenscheide eingeschlossen, blieb in Form und Größe unverändert. Die Ränder der durchschnittenen Fadenscheide nach einwärts gekrümmt.

Fig. 2. Ein in Bewegung befindlicher Faden derselben Art im optischen Längsschnitt, mit, infolge Zerreißen entstandener Scheitelzelle und zwei in Teilung begriffenen Zellen.

Fig. 3. Der in Bewegung befindliche Faden von *Oscillaria tenuis* verläßt die Schleimscheide. Die infolge des Zerreißen des Fadens entstandene Scheitelzelle mit der hinter dieser folgenden Fadenzelle sondert schon die neue Schleimscheide ab. (Die bei der Hormogonienbildung auf natürlichem Wege entstehenden Scheitelzellen werden von der Fadenscheide wie von einer Kappe überdeckt, sie sterben alsdann stets ab, und können so nicht mehr teilnehmen an der Bildung der Schleimscheide.) Im Faden sind einige in Teilung befindliche Zellen zu sehen. Optischer Längsschnitt.

Die Figuren wurden bei 1950-facher Vergrößerung gezeichnet.



1.

2.

3.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1925

Band/Volume: [51_1925](#)

Autor(en)/Author(s): Krenner J.A.

Artikel/Article: [Kleinere Mitteilungen. Über die Bewegung der Oscillarien. 530-541](#)