

Aus dem Institut für Allgemeine Botanik der Eidgen. Techn. Hochschule Zürich.

ÜBER DEN FEINBAU DES NOSTOC-SCHLEIMES*.

Von

A. FREY-WYSSLING und H. STECHER.

Mit 6 Textabbildungen.

(Eingegangen am 1. Oktober 1953.)

Die Blaualgenfäden der Gattung *Nostoc* (Abb. 1) sind in mächtige Schleimhüllen eingebettet. Diese Schleimschicht läßt sich in Tuschepräparaten als breiten hyalinen Saum der Fäden darstellen. Rutheniumrot und Methylenblau werden durch den Schleim gespeichert, so daß er zu den Pektinschleimen gezählt wird. Andererseits zeigt er jedoch die Chlorzinkjodreaktion, wodurch Zelluloseschleime charakterisiert sind. Er enthält also vermutlich auch Zellulose. Hierfür sprechen die Doppelbrechung der Schleimschicht und der Dichroismus der Chlorzinkjodfärbung.

Außer einer Schichtung, die in gefärbten Präparaten auftritt (KOHL 1903), erscheint die Schleimschicht völlig strukturlos.

Da die Schleime der Angiospermen im Elektronenmikroskop meistens eine Fibrillenstruktur zeigen (MÜHLETHALER 1950), schien es uns interessant, in Ergänzung auch einen Cyanophyceenschleim auf seinen submikroskopischen Feinbau zu untersuchen. Läßt man den Schleim auf der Objektträgerfolie eintrocknen, so erhält man amorphe Massen. Unterwirft man ihn jedoch vor der Präparierung einer Partialhydrolyse, kommen wundervolle Fibrillengeflechte zum Vorschein, wie sie in Abb. 2—6 abgebildet sind.

Die Teilhydrolyse wurde durchgeführt, indem die Algen in 2,5% H_2SO_4 im Rückflußkühler 3—7 Std gekocht wurden. Auf diese Weise werden alle Pektinstoffe weggelöst und es bleibt ein unlöslicher Filz übrig. Da die Cyanophyceen-Zellwände zellulosisch sind (v. WISSELINGH 1925), und auf Grund der Jodfärbung und des Joddichroismus darf man annehmen, daß dieser Filz aus Zellulosemikrofibrillen besteht. Ähnliche Bilder wurden nach Behandlung der Algen mit konzentrierten kalten Säuren (HCl und H_2SO_4) erhalten. Aber die völlige Entfernung der Zwischenfibrillarsubstanzen geschah am besten und schonendsten mit kochender 2,5%-Schwefelsäure. Es ist charakteristisch für die Zellulose, daß sie auch in feinsten Verteilung diese Behandlung unbeschädigt erträgt.

* Herrn Professor Dr. F. BALTZER, Bern, zum 70. Geburtstag zugeeignet.

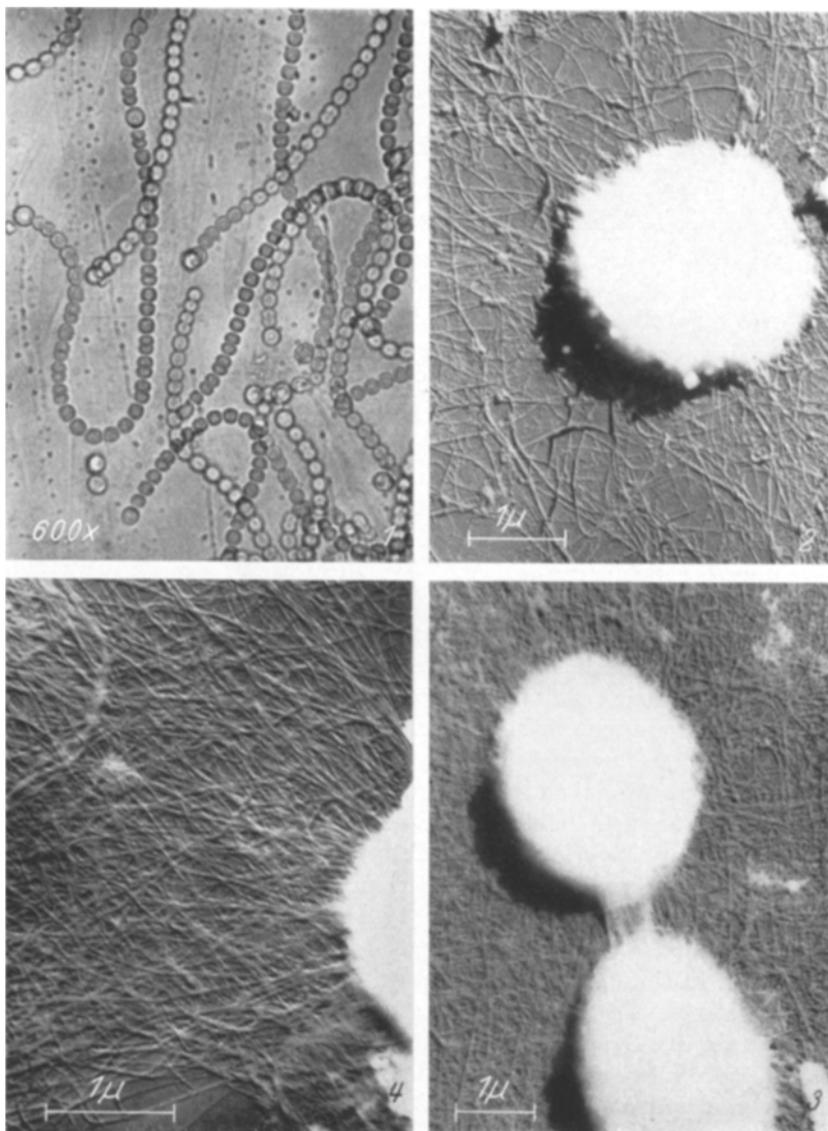


Abb. 1. *Nostoc*-Faden im Lichtmikroskop. 600 \times .

Abb. 2. Isolierte *Nostoc*-Zelle mit Zellulosemikrofibrillen. 12 500 \times .

Abb. 3. Verbindung von 2 *Nostoc*-Zellen. 10 000 \times .

Abb. 4. Verankerung der Mikrofibrillen in der Zellwand. 16 000 \times .

Abb. 2 stellt eine isolierte Zelle vor. Die Zellen werden zufolge ihrer Dicke von den Elektronen nicht durchstrahlt. Sie erscheinen daher im

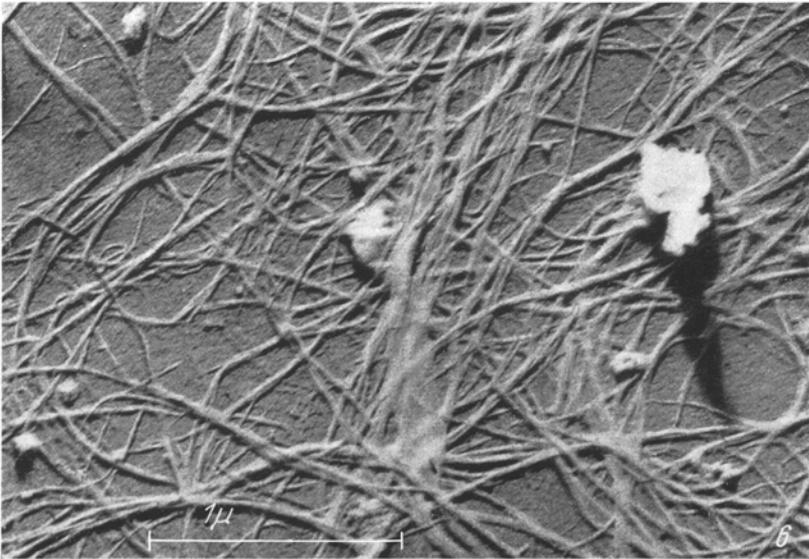
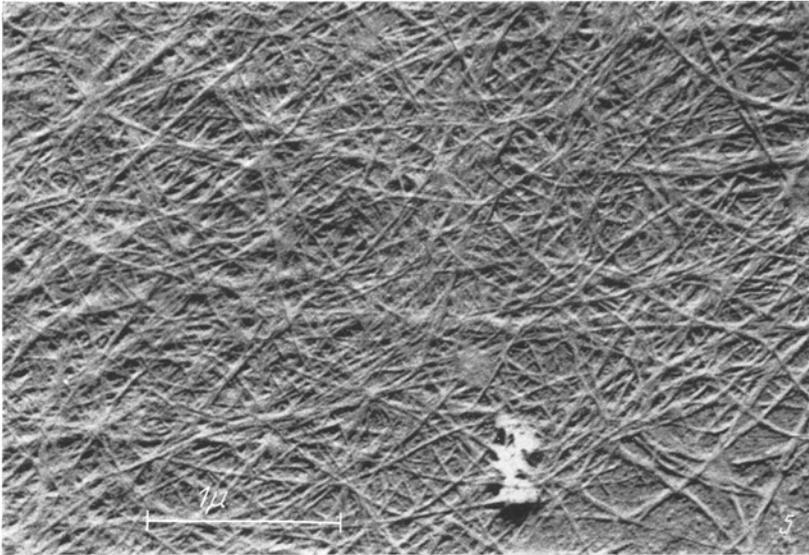


Abb. 5. Schleimgerüst aus Mikrobrillengeflecht. 25 000 \times .

Abb. 6. Aufbau der Mikrobrillen aus Zelluloseelementarbrillen, die stellenweise verbündert sind. 33 000 \times .

Elektronenmikroskop schwarz und auf der für beschattete Objekte üblichen Reproduktion als Negativbilder weiß.

Auf Abb. 3 erkennt man, daß die Einzelzellen der *Nostoc*-Fäden nicht richtig miteinander verwachsen sind. Sie hängen vielmehr durch Zellulosefibrillen zusammen. Durch unsere Präparationsmethode wird dieser Zusammenhalt gelockert, so daß die Einzelzellen auseinandergleiten. Vereinzelt sind lange Perlenketten mit Fibrillenschöpfen zwischen den auseinandergewichenen Zellen beobachtet worden.

Man sieht, wie die Zellulosemikrofibrillen die Zelle nicht lose umgeben, sondern daß sie mit der Zellwand verwachsen sind. Das ist besonders deutlich aus Abb. 4 ersichtlich. Die Mikrofibrillen sind in der Zellwand eingeflochten, so daß also der ganze Schleimmantel mit der Wandung verbunden ist. Dies erklärt, warum man den *Nostoc*-Schleim selbst mit dem Mikromanipulator nicht von den Zellen abstreifen kann. Es liegen analoge Verhältnisse vor, wie sie an der Spitze von Wurzelhaaren gefunden worden sind, wo ebenfalls ein in der Zellwand verankerter Mikrofibrillenfilz auftritt (FREY-WYSSLING und MÜHLETHALER 1949).

Wie Abb. 5 zeigt, besteht der Mikrofibrillenfilz aus einem Geflecht. Die einzelnen Fibrillen liegen nicht übereinander, sondern sie durchweben sich gegenseitig. Dadurch erinnern sie an den Feinbau der Primärwände der höheren Pflanzen, die ebenfalls ein Fibrillenflechtwerk vorstellen (FREY-WYSSLING, MÜHLETHALER und WYCKOFF 1948). Man geht wohl nicht fehl, wenn man den *Nostoc*-Schleim als verquollene Zellwände deutet. Offenbar werden die Außenschichten der Zellmembran mit so großen Mengen Pektinstoffen beladen, daß die Mikrofibrillen auseinandergedrängt und die Maschen des Geflechtes stark vergrößert werden. In unseren Präparaten ist dieser Vorgang durch die Herauslösung der Pektinstoffe und die Austrocknung weitgehend rückgängig gemacht worden, so daß sich das Schleimgerüst fast so dicht wie in einer Zellwand präsentiert. Die durch Färbung im Lichtmikroskop sichtbare Schichtung des Schleimmantels ist offenbar auf eine verschieden starke Imprägnierung mit Pektinstoffen zurückzuführen.

Besonders interessant ist Abb. 6, die zeigt, daß die Mikrofibrillen aus feinsten Elementarfibrillen aufgebaut sind. Diese haben die Tendenz, seitlich miteinander zu Bändern zu verwachsen. Die Verbänderung scheint ein allgemeines Prinzip der Zelluloseaggregation vorzustellen, denn sie ist in verschiedenen Angiospermen-Zellwänden (FREY-WYSSLING 1951) und nun also auch in einem Zelluloseschleim gefunden worden.

Zusammenfassung.

Der *Nostoc*-Schleim besitzt ein Gerüst aus submikroskopischen Zellulosefibrillen, die ineinander verwoben und stellenweise verbändert sind. Dieses Gerüst verleiht dem Schleim seine Steifheit und eine gewisse Elastizität. Es scheint, daß der bekannte Unterschied zwischen

der Formbeständigkeit der Pflanzenschleime und dem eher flüssigen Zustand der tierischen Schleime durch das Auftreten oder Fehlen eines submikroskopischen Schleimgerüsts bedingt ist.

Literatur.

FREY-WYSSLING, A.: Über verbänderte Cellulosefibrillen in Zellwänden. *Holz* (Berl.) **9**, 333 (1951). — FREY-WYSSLING, A., u. K. MÜHLETHALER: Über den Feinbau der Zellwand von Wurzelhaaren. *Mikroskopie* (Wien) **4**, 257 (1949). — FREY-WYSSLING, A., K. MÜHLETHALER u. R. W. G. WYCKOFF: Mikrofibrillenbau der pflanzlichen Zellwände. *Experientia* (Basel) **4**, 475 (1948). — KOHL, F. G.: Über die Organisation und Physiologie der Cyanophyceenzelle, Tafel f. Jena: Gustav Fischer 1903. — MÜHLETHALER, K.: The structure of plant slimes. *Exper. Cell Res.* **1**, 341 (1950). — WISSELINGH, C. v.: Die Zellmembran. In LINSBAURS Handbuch der Pflanzenanatomie, Bd. III/2, S. 42. Berlin 1925.

Prof. Dr. A. FREY-WYSSLING, Zürich 6,
Institut für Allgemeine Botanik der Eidgen. Technischen Hochschule.