

# Biologisches Centralblatt.

Unter Mitwirkung von

**Dr. K. Goebel**

und

**Dr. R. Hertwig**

Professor der Botanik

Professor der Zoologie

in München,

herausgegeben von

**Dr. J. Rosenthal**

Prof. der Physiologie in Erlangen.

---

Vierundzwanzig Nummern bilden einen Band. Preis des Bandes 20 Mark.  
Zu beziehen durch alle Buchhandlungen und Postanstalten.

---

**XXII. Band.**

**1. Mai 1902.**

**Nr. 9.**

---

**Inhalt:** Wille, Ueber Gasvakuolen bei einer Bakterie. — Simroth, Ueber Gebiete kontinuierlichen Lebens und über die Entstehung der Gastropoden (Schluss). — Boveri, Das Problem der Befruchtung. — Mares, Das Energieprinzip und die energetische Betrachtungsweise in der Physiologie.

---

## Ueber Gasvakuolen bei einer Bakterie.

Vortrag, gehalten in der biologischen Gesellschaft zu Christiania 14. Nov. 1901.

Von **Dr. N. Wille.**

Die in schwefelwasserstoffhaltigem Wasser wachsenden, fadenförmigen Bakterien, die anfangs in der Gattung *Beggiatoa* vereint wurden, sind später von Winogradsky<sup>1)</sup> auf zwei Gattungen, nämlich: *Beggiatoa* (Trev.) Winogr. und *Thiothrix* Winogr. zurückgeführt worden.

*Beggiatoa* wird von Winogradsky (l. c. p. 18) charakterisiert als: „farblose, scheidenlose, immer frei bewegliche, nie am Substrat befestigte Fäden sehr verschiedener Dicke, welche gleichmäßig intercalär wachsen und keinen Gegensatz zwischen Basis und Spitze zeigen. Unter normalen Wachstumsverhältnissen enthalten sie immer Schwefelkörner in wechselnden Mengen“. Die Gattung *Thiothrix* wird von Winogradsky (l. c. p. 39) auf folgende Art charakterisiert: „Fäden unbeweglich, gegliedert, mit einer zarten Scheide, einen deutlichen Gegensatz von Basis und Spitze zeigend, durch ein Gallertpolster an feste Gegenstände befestigt, unter normalen Wachstumsbedingungen dicht mit Schwefelkörnern gefüllt, Reproduktion durch Stäbchengonidien, welche auf festen Gegenständen kriechend sich langsam bewegen, nach kurzer Bewegungsdauer sich auf verschiedene Gegenstände festsetzen und zu Fäden auswachsen.“

---

1) S. Winogradsky, Beiträge zur Morphologie und Physiologie der Bakterien. H. 1. Leipzig 1888.

Nach Winogradsky (l. c. p. 40) sollte seine *Thiothrix tenuis* Winogr. mit *Beggiatoa alba* var. *uniserialis* Engl. identisch sein, die von Engler<sup>1)</sup> auf dem sogen. „weißen oder toten Grunde“ in der Kieler Bucht gefunden wurde. Wenn dies wirklich der Fall wäre, müsste *Thiothrix tenuis* Winogr. infolge des Prioritätsprinzips *Th. uniserialis* (Engl.) genannt werden; indessen müssen es, wie ich aus den Abbildungen habe ersehen können, zwei verschiedene Arten sein; denn *Beggiatoa alba*, var. *uniserialis* Engl. hat sehr regelmäßige und nur in einer Reihe angeordnete, sogen. Schwefelkörner, die Fäden sind stärker und mehr gleichmäßig gebogen und endlich werden die Fäden von Engler (l. c. p. 4) als „paullum moventibus“ angegeben. Bei *Thiothrix tenuis* Winogr. treten die sogen. Schwefelkörner sehr unregelmäßig auf, besonders viele gegen die Spitze der Fäden hin, wo sie nicht genau in einer einzelnen Reihe liegen, die Fäden sind steifer, und wenn sie gebogen sind, so ist dies mehr in Winkeln, außerdem sind sie unter allgemeinen Verhältnissen (wenn sie nicht Vermehrungs-Akineten bilden) ganz unbeweglich. Endlich ist es eben nicht so besonders wahrscheinlich, dass gerade dieselbe Art auf dem Meeresgrund und in Süßwassersümpfen vorkommen sollte. So lange bis man Kulturversuche vorgenommen hat, die das Entgegengesetzte beweisen, ist deshalb, nach allem zu urteilen, *Th. tenuis* Winogr. eine selbstständige Süßwasserart.

Seit der Angabe Winogradsky's, dass die *Thiothrix*-Arten Schwefel enthalten können, scheint niemand diese Frage zur erneuerten Untersuchung aufgenommen zu haben. Klebahn<sup>2)</sup> wies zuerst nach, dass die vermuteten „Schwefelkörner“ bei verschiedenen blaugrünen Algen in der Wirklichkeit Protoplasmavakuolen waren, die eine nicht näher bestimmbare Gasart enthielten, aber in Betreff der sogen. Schwefelhaltigkeit der Bakterien hat er keine eigenen Untersuchungen ausgeführt. Er bezieht sich (l. c. p. 9) auf die Untersuchungen Winogradsky's, spricht aber doch (l. c. p. 9) als eine Vermutung aus: „Dagegen ist es ja möglich, dass in anderen Bakterien, deren Gedeihen nicht so unbedingt an das Vorhandensein von Schwefelwasserstoff gebunden ist, gelegentlich Gebilde für Schwefel gehalten worden sind, die nichts damit zu thun hatten.“ Soweit ich ersehen konnte, haben sämtliche spätere Verfasser, welche die *Thiothrix*-Arten besprechen, ohne weiteres angenommen, dass die in ihren Zellen eingeschlossenen

1) A. Engler, Ueber die Pilzvegetation des weißen oder toten Grundes in der Kieler Bucht (IV. Bericht der Kommission zur Untersuchung der deutschen Meere in Kiel. Kiel 1883, S. 4).

2) H. Klebahn, Gasvakuolen, ein Bestandteil der Zellen der wasserblüthebildenden Phycochromaceen (Flora oder Allg. Bot. Zeit. Bd. 80, 1895. Separatabdruck).

Gebilde Schwefelkörner seien. So werden von M. Miyoshi<sup>1)</sup>, der doch wesentlich Schwefel bespricht, welcher sich außerhalb der Bakterien ablagert, in einem Falle Schwefelkörner inwendig in den Bakterienzellen selbst abgebildet (l. c. p. 172, Fig. 24c): „Zwei Fadenstücke von *Thiothrix nivea*: das eine mit dichten Schwefelkörnern, das andere schwefelfrei.“

A. Fischer<sup>2)</sup> führt den Schwefelgehalt bei *Thiothrix* Winogr. als Gattungskennzeichen zum Unterschied von *Crenothrix* Cohn an, ebenso Migula<sup>3)</sup>, welcher unter den Gattungscharakteren für *Thiothrix* anführt: „mit Schwefelkörnchen im Inhalt“.

Zu Anfang des Monats September 1901 sammelte ich eine filzartige Matte einer sterilen *Vaucheria*-Art, die in einem engen Glase mit Wasser im Laboratorium bis Anfang November stehen blieb. Als ich sie dann in Angenschein nahm, fand ich, dass das Wasser einen ziemlich starken Schwefelwasserstoffgeruch hatte, auf dem Boden des Glases lag ein schwarzer Schlamm und auf diesem fanden sich einige noch lebende *Vaucheria*-Schläuche samt einigen anderen lebenden Grünalgen, wie: *Spirogyra* sp. *Closterium Leibleinii* m. m. A. Die Hauptmasse der *Vaucheria*-Fädchen, die abgestorben waren, ragten ins Wasser hinauf und zeigten makroskopisch ein braunes Aussehen. Als ich nun diese untersuchte, fand ich, auf diesen befestigt, außer einer kleinen *Characium*-Art und einer ziemlich reichen Menge von *Crenothrix dichotoma* (Cohn) auch einzelne oder bündelartig ausstrahlende Fädchen einer *Thiothrix*-Art.

Diese Art ist oder steht jedenfalls der *Thiothrix tenuis* Winogr. sehr nahe, da sie unbewegliche, gleich dicke Fädchen hat mit einer Breite von etwas über 1  $\mu$ . Mit Schleim ist das abgerundete untere Ende an den *Vaucheria*-Schläuchen befestigt (conf. Winogradsky l. c. T. I, Fig. 12, 13). Die Länge der Fädchen war sehr ungleich, die längsten schienen bis zu 1 mm erreichen zu können; im lebenden Zustande ließen sich hier keine Querwände an den Fädchen beobachten. Ich kann die Angabe Winogradsky's (l. c.) über die Vermehrung dieser Bakterien durch Vermehrungsakineten (Stäbchen-gonidien) durchaus bestätigen. Ich sah öfters, dass sie sich zwischen der Basis der Fädchen bewegten, und es beruht sicherlich auf dieser geringen Bewegung, dass die *Thiothrix*-Individuen so oft dazu kommen, Bündel zu bilden, indem die Vermehrungsakineten sich nahe der Basis des Mutterindividuums befestigen.

Die sogen. Schwefelkörner traten oft reichlich auf, besonders, wie schon Winogradsky angiebt, in den äußersten Teilen der

1) Manabu Miyoshi, Studien über die Schwefelrasenbildung und die Schwefelbakterien der Thermen von Yumoto bei Nikko (Journal of the College of Science, Imperial University Tokyo 1897. Vol. X, Pt. II).

2) A. Fischer, Vorlesungen über Bakterien. Jena 1897. S. 34, 63.

3) W. Migula, System der Bakterien. Bd. II. Jena 1900, S. 1039.

Fäden. Wenn diese „Körnchen“ sehr klein waren, konnte man finden, dass sie höchst unregelmäßig lagen und oft ein Paar nebeneinander (Winogradsky T. I, Fig. 13, 14); wenn sie aber größer wurden, so war hier kein Platz dazu und sie ordneten sich alsdann entweder in einer einzelnen Reihe oder im Zickzack, oft größere und kleinere abwechselnd.

Als ich diese vermeintlichen Schwefelkörnchen bei starker Vergrößerung untersuchte, wurde ich überrascht, dass sie in so hohem Grade mich an die Gasvakuolen erinnerten, die von Klebahn beschrieben und die mir so wohl bekannt sind bei den wasserblühenden Myxophyceen. Nach allem, was ich habe ausfindig machen können, sind in der Wirklichkeit diese Gebilde auch hier Gasvakuolen und keine Schwefelkörner, wie früher angenommen. Erstens und besonders stimmen die optischen Verhältnisse mit denen der Gasvakuolen überein. Bei den kleinen *Thiotrix*-Vakuolen war dies schwierig zu beobachten, wenn man aber die größeren Vakuolen aufsuchte, erwies es sich, dass diese wie alle kleinen Gasbläschen in einem stark lichtbrechenden Medium einen dunklen Rand hatten und in der Mitte, bei durchfallendem weißen Licht, eine durch Interferenz hervorgerufene rote Farbe zeigten. Wenn man unter diesen Verhältnissen einen festen Stoff hätte, sowie amorph. Schwefel oder eine Art Oel, so müsste die Brechung der Lichtstrahlen eine andere sein und dadurch auch das Aussehen.

Den Reagentien gegenüber waren diese Vakuolen bei *Thiotrix* oft sehr resistent. Durch Zusatz von verdünnter Kalilauge wurden die Wände und das Protoplasma der Bakterie mehr durchsichtig, aber die eingeschlossenen Vakuolen mehr scharf hervortretend, mit dunkleren Umrissen. Zwei oder mehrere Vakuolen schmolzen da oft zusammen, hierdurch können größere Gasvakuolen gebildet werden, welche doch durch ihre unregelmäßige Form und oft durch Einschnürung zeigen, dass sie durch Zusammenschmelzen von früher getrennten Vakuolen entstanden sind.

Durch dieses Verhalten der Vakuolen zur Kalilauge ist auch zu gleicher Zeit nachgewiesen, dass diese Vakuolen keine Kohlensäure enthalten können, welche sonst absorbiert werden müsste. Da ich es mir als eine Möglichkeit dachte, dass die Gasvakuolen bei *Thiotrix* Schwefelwasserstoff enthalten könnten, setzte ich unter dem Deckglase eine Auflösung von Bleiacetat hinzu, es konnte aber kein schwarzer Niederschlag von Schwefelblei beobachtet werden, was doch der Fall sein müsste, falls die Gasvakuolen Schwefelwasserstoff enthielten, wenn man nicht annimmt, dass der Niederschlag auf Grund der geringen Gasmenge so unbedeutend ist, dass er jenseits der Grenze des Sichtbaren lag; jedenfalls aber müsste das Gas in solchem Fall verschwinden. Dies war dahingegen durchaus nicht der Fall, im Gegenteil zeigte es sich, dass die Gasvakuolen nach dem Zusatz von Blei-

acetat deutlicher wurden, was vielleicht darauf beruht, dass die Wände und das Protoplasma der Bakterien viel undeutlicher wurden.

Nach Zusatz einer konzentrierten wässerigen Auflösung von Pikrinsäure zeigte sich keine Spur von Schwefelkrystallen außerhalb der Fädchen; anderseits verschwanden sie auch nicht so momentan, wie Klebahn (l. c. p. 9) für die Gasvakuolen bei *Gloeotrichia* angiebt, sie schienen aber bei *Thiotrix* durchschnittlich etwas kleiner zu werden; einige, die ganz klein waren, verschwanden vollständig, und andere nebeneinanderliegende wurden zu etwas unregelmäßigen Vakuolen zusammengedrückt, aber doch nicht so ausgeprägt wie bei Zusatz von Kalilauge. Durch Zusatz von Jod-Jodkalium wurde keine Einwirkung hervorgerufen, durch jodhaltigen Alkohol aber, oder durch Alkohol allein verschwanden die Gasvakuolen überaus schnell und vollständig, ohne eine Spur zu hinterlassen; dahingegen wurden die Wände der Zellengewebe hierdurch deutlicher, und es zeigte sich, dass die einzelnen Zellen  $1\frac{1}{2}$ —3 mal so lang waren wie breit.

Bei der Erwärmung der Zellenfädchen auf dem Objektglase zeigte es sich auch, dass die Gasvakuolen sehr schnell vollständig verschwanden, während gleichzeitig der protoplasmatische Inhalt koaguliert wurde. Es war meine Absicht, die Einwirkung mehrerer Reagentien zu versuchen; nachdem aber das Glas mit den *Vaucheria*- und *Thiothrix*-Fädchen durch einen Zufall ein bisschen geschüttelt wurde, hörte der Schwefelwasserstoffgeruch auf und die *Thiothrix*-Fädchen starben schnell ab. Inzwischen scheint es mir doch, dass das bereits Mitgeteilte hinreichend sei, um meine Behauptung darauf zu begründen, dass *Thiothrix* Gasvakuolen und keine Schwefelkörner enthält. Dafür sprechen besonders:

1. die optischen Verhältnisse, welche mit Bestimmtheit auf Gasbläschen hindeuten,
2. dass die Gasvakuolen, bei Erwärmung, bei einer Temperatur verschwinden, die bedeutend niedriger liegt als der Schmelzpunkt des Schwefels,
3. dass mehrere naheliegende Vakuolen unter gewissen Verhältnissen (z. B. bei Zusatz von Kalilauge) zusammenschmelzen,
4. dass sie auffallend leicht löslich in Alkohol sind, während Schwefel schwer auflöslich ist.

Soweit mir bekannt, sind bis jetzt Gasvakuolen bei Bakterien nicht nachgewiesen worden; da aber die fadenförmigen Bakterien ohne Zweifel in naher Verwandtschaft zu den Myxophyceen stehen, scheint es a priori nicht so unwahrscheinlich, dass die bei den Myxophyceen ziemlich oft auftretenden Gasvakuolen auch bei den höheren Formen der Bakterien auftreten können.

Man wird vielleicht im Zweifel sein können über die Zweckmäßigkeit des Auftretens der Gasvakuolen bei festsitzenden Formen wie

*Thiothrix*, da sie doch bei den Myxophyceen beinahe nur bei Planktonformen nachgewiesen sind. Vermutlich lässt sich dies jedoch durch die eigentümlichen Lebensverhältnisse bei *Thiothrix* erklären.

Winogradsky hat (l. c. p. 38) gezeigt, dass *Thiothrix* „sich ebenso verhält wie *Beggiatoa*, d. h., dass sie nur mäßige Sauerstoffspannungen aufsucht“. Dies fand ich vollständig bestätigt. Da die *Thiothrix*-Fädchen fest angewachsen sind und nicht wie *Beggiatoa* durch ihre Selbstbewegung die passende Sauerstoffspannung aufsuchen können, so erreichen sie dies dadurch, dass die Fädchen sich gegen die Oberfläche hinauf biegen. Diese Biegung scheint dadurch hervorgerufen zu werden, dass die Fädchen, wie schon Winogradsky angiebt, besonders in ihrer äußersten Spitze, reich an Gasvakuolen sind, welche die Fädchen in die Höhe heben, während sie, wenn die Gasvakuolen fehlen würden, auf Grund ihrer Steifheit, in Eigenrichtung hinaus nach allen Seiten und alsdann auch nach unten, gegen den Boden des Gefäßes wachsen würden, wo die Sauerstoffspannung sicherlich (in Verbindung mit der Schwefelwasserstoffbildung), ziemlich niedrig sein würde. Es scheint also, als ob die Gasvakuolen für die festwachsenden *Thiothrix*-Arten gerade besonders zweckmäßig sind, um die Fäden mit ihrer Hilfe unter passende Lebensverhältnisse zu bringen. Künftig muss also sicherlich dem Gattungscharakter für *Thiothrix* hinzugefügt werden (da die anderen Arten, nach den Abbildungen zu urteilen, sich wie *T. tenuis* zu verhalten scheinen), dass sie Gasvakuolen hat, welches also ein weiteres Kennzeichen zur Unterscheidung von *Beggiatoa* abgiebt, die, wie als sicher angegeben wird, Schwefelkörner enthalten soll.

[18]

## Ueber Gebiete kontinuierlichen Lebens und über die Entstehung der Gastropoden.

Von Dr. Heinrich Simroth (Leipzig).

(Schluss.)

Ich komme zu den Landschnecken.

Ich hoffe auf Beifall rechnen zu können, wenn ich ohne große Umschweife die Landdeckelschnecken, die früher sogen. Neurobranchien, als die ältesten terrestrischen Gastropoden hinstelle. Wenn man die Diotocardien den Monotocardien ganz allgemein systematisch und zeitlich voran gehen lässt, so gehören die Helicinen und Hydrocaenen in diese Gruppe, speziell in die Rhipidoglossen. Aber auch von den übrigen, die man den Monotocardien zuzählen wird, steht so gut wie fest, dass keine der jüngsten Familien darunter ist. Die große Sippe der Cyclophoriden stellte Haller auf Grund des ursprünglichen Nervensystemes, namentlich der pedalen Markstränge an Stelle umschlossener Pedalganglien, zu seinen Architaenioglossen, und man

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Biologisches Zentralblatt](#)

Jahr/Year: 1902

Band/Volume: [22](#)

Autor(en)/Author(s): Wille Nordal Johan Fischer

Artikel/Article: [Ueber Gasvakuolen bei einer Bakterie. 257-262](#)