

- [61] Schenk H., Die Biologie der Wassergewächse. Bonn 1886.
- [62] Derselbe, Vergleichende Anatomie der submersen Gewächse. Bibl. botan. Heft 1, 1886.
- [63] Derselbe, Ueber Strukturänderung submers vegetierender Landpflanzen. Ber. d. bot. Ges. II.
- [64] Derselbe, Ueber das Aërenchym. Pringsh. Jahrb., XX.
- [65] Schultze O, Ueber die unbedingte Abhängigkeit tierischer Gestaltung von der Wirkung der Schwerkraft. Abh. anat. Ges., 1894.
- [66] Solms-Laubach, *Ustilago Treubii*. Ann. du jard. bot. de Buitenzorg. VI, 1887. (Referiert von Büsgen in der bot. Zeitg., 1887.)
- [67] Stahl E., Ueber den Einfluss des sonnigen oder schattigen Standortes auf die Ausbildung der Laubblätter. Jen. Zeitschr., XVI, N. F. IX.
- [68] Derselbe, Ueber den Einfluss von Richtung und Stärke der Beleuchtung auf einige Bewegungserscheinungen im Pflanzenreich. Botan. Zeitg., 1880.
- [69] Derselbe, Ueber den Einfluss der Beleuchtungsrichtung auf die Teilung der *Equisetum*-Sporen. Ber. d. bot. Ges., III, 1885.
- [70] Treub, Sur une nouvelle catégorie de plantes grimpanes. Ann. jard. bot. Buitenzorg, 1882.
- [71] Virchow R., Reizung und Reizbarkeit. Arch. f. path. Anat., XIV. 1858.
- [72] Vöchting H., Ueber Organbildung im Pflanzenreiche. Bonn I. 1878 II. 1884.
- [73] Derselbe, Ueber die Bildung der Knollen. Bibl. bot. Heft 4, Kassel 1887.
- [74] Derselbe, Ueber den Einfluss des Lichtes auf die Gestaltung und Anlage der Blüten. Pringsh. Jahrb., XXV, 1893.
- [75] Ziegler E., Lehrbuch der allgemeinen pathologischen Anatomie, 5. Aufl., Jena 1887.
- [76] Zimmermann, Ueber den Einfluss des Lichtes auf den Marchantienthallus. Arb. bot. Inst. Würzburg II.

## Ueber die Ursache des geringen spezifischen Gewichtes der Vakuolenflüssigkeit bei Meerestieren.

Von Prof. **K. Brandt**.

Die Hochseeorganismen müssen darauf eingerichtet sein, mit möglichst geringem Kraftaufwande ihr ganzes Leben frei im Wasser schwebend oder schwimmend zuzubringen und zeigen in Folge dessen zahlreiche Anpassungserscheinungen, durch die ihr spezifisches Gewicht verringert, in manchen Fällen sogar dem des Meerwassers gleich gemacht wird. Ueber eine Gruppe von Hochseetieren, nämlich über die größeren Radiolarien, die Thalassicollen und koloniebildenden Radiolarien, habe ich früher schon Studien gemacht<sup>1)</sup>, die ergeben hatten, dass diese Wesen außer stande sind, sich seitwärts fortzubewegen. Sie schweben frei im Wasser, weil sie einen aus

1) Die koloniebildenden Radiolarien des Golfes von Neapel. 13. Monogr. der Fauna u. Flora des Golf. v. Neap., 1885.

Gallerte und Vakuolen bestehenden sehr voluminösen Schwebapparat besitzen, durch dessen Vorhandensein das spezifische Gewicht des Gesamtkörpers dem des Meerwassers gleich gemacht wird. Geringfügige Aenderungen in dem spezifischen Gewicht der Umgebung oder des Tieres selbst führen ein Untersinken herbei, das um so schneller stattfindet, je größer der Organismus und je größer die Differenz seines spezifischen Gewichtes gegenüber dem des Meerwassers ist.

Der Körper einer Radiolarien-Kolonie besteht erstens aus den Plasmateilen mit Kernen, Oelkugeln u. s. w. und zweitens aus dem Schwebapparat, der sich wieder aus der Gallertsubstanz und der Vakuolenflüssigkeit zusammensetzt. Das Volumen des Plasmas u. s. w. verhält sich zu dem des Schwebapparates bei der koloniebildenden Radiolarie *Myxosphaera* wie 1:1254. Trotz seiner außerordentlich geringen Masse kann das Plasma, das stets schwerer ist als Seewasser, nur dadurch schwebend erhalten werden, dass der Schwebapparat spezifisch leichter ist als Seewasser.

Um darüber Näheres zu ermitteln und zugleich eine Ursache für das geringere spezifische Gewicht des Schwebapparates zu finden, habe ich im Winter 1886/87 in Neapel Untersuchungen angestellt, deren Resultate ich hier im Auszuge mitteile<sup>1)</sup>.

Gewöhnlich wird bei koloniebildenden Radiolarien  $\frac{1}{3}$  des Volumens von Gallerte und  $\frac{2}{3}$  von Vakuolenflüssigkeit, ein äußerst geringfügiger Rest des Volumens von dem lebenden Protoplasma mit seinem verschiedenen Inhalt eingenommen. Gallerte wie Vakuolenflüssigkeit sind Abscheidungsprodukte des Plasmas. Während die Gallertsubstanz in der Regel in unmittelbarer Berührung mit dem Meerwasser ist, ist die Vakuolenflüssigkeit stets von einer Plasmaschicht umgeben. Es fragt sich zunächst, welches spezifische Gewicht besitzt die Vakuolenflüssigkeit der Radiolarien.

Auf Grund von Beobachtungen und Messungen an lebenden koloniebildenden Radiolarien erhielt ich durch Rechnung als spezifisches Gewicht der Vakuolenflüssigkeit 1,025—1,0275, im Mittel 1,0262, wenn das spezifische Gewicht des Meerwassers 1,028 beträgt.

Um die Art und Weise der Berechnung zu zeigen, führe ich ein Beispiel an. Eine kuglige Kolonie von *Collozoum* schwebte an der Oberfläche und besaß 7 große Vakuolen. Der Durchmesser betrug 1,4 mm, mithin das Volumen 1,436 cmm und, da das spezifische Gewicht gleich dem des Meerwassers war, das absolute Gewicht 1,476 mg. Nach 17stündiger mechanischer Reizung waren die 7 Vakuolen vollkommen verschwunden und die Kugel besaß in Folge dessen nur noch einen Durchmesser von 1 mm, also ein Volumen von 0,523 cmm. Das Volumen der ausgetretenen Vakuolenflüssigkeit beträgt daher 0,913 cmm.

1) Die ausführliche Arbeit wird in den zoolog. Jahrb. erscheinen und die Litteratur eingehend berücksichtigen.

Um das spezifische Gewicht der Vakuolenflüssigkeit zu ermitteln, setzt man versuchsweise verschiedene Werte dafür ein. Nimmt man es zu 1,02 an, so beträgt das spezifische Gewicht der untersinkenden gereizten Kolonie  $\frac{1,476 - 0,913 \cdot 1,02}{0,523} = 1,042$ . Ebenso erhält man bei der

Annahme, dass das spezifische Gewicht der Vakuolenflüssigkeit 1,025, 1,027 oder 1,0275 betrage, als die entsprechenden Werte für das spezifische Gewicht der sinkenden Kugel 1,032, 1,0293 oder 1,0284. Mithin beträgt die Differenz zwischen dem spezifischen Gewicht der sinkenden Kugel und dem des Meerwassers 0,014, 0,004, 0,0007 oder 0,0006. Da ich nun weiter die Sinkgeschwindigkeit der Kolonie gemessen habe (1 dem wurde in 45 Sekunden zurückgelegt) und außerdem in neu angestellten Sinkversuchen mit verschiedenen großen Glaskugeln bei Aenderung des spezifischen Gewichtes der Umgebung genügende Anhaltspunkte für den Einfluss der Volumens und des Reibungswiderstandes besitze, so kann ich mit großer Wahrscheinlichkeit aus der Sinkgeschwindigkeit von Kugeln ganz bestimmter Größe auf die Differenz des spezifischen Gewichtes schließen. In diesem Falle muss die Differenz zwischen 0,004 und 0,0007, nämlich etwa bei 0,001—0,0009 liegen. Folglich ist das spezifische Gewicht der Vakuolenflüssigkeit größer als 1,025 und geringer als 1,027. Zu demselben Werte (im Mittel 1,0262) gelangte ich auch in anderen ähnlichen Fällen.

Um weiter zu ermitteln, welchem Umstände die Radiolarien diese Verringerung des spezifischen Gewichtes ihrer Vakuolenflüssigkeit und damit ihre Schwebfähigkeit verdanken, wandte ich die Gesetze der Osmose an. Zwei derselben kommen hier in Betracht. Wenn 2 Lösungen von verschiedener Konzentration durch eine Plasmasehicht (oder durch eine Niederschlagsmembran) getrennt sind, so findet so lange eine Diffusion von Wasser nach der konzentrierteren Lösung statt, bis die Konzentration in beiden Lösungen die gleiche ist. Ist z. B. in der Flüssigkeit einer Vakuole eine Lösung von größerer Konzentration, als sie das Meerwasser besitzt, vorhanden, so findet ein Anschwellen der Vakuole so lange statt, bis die Flüssigkeit in der Vakuole dieselbe Konzentration besitzt wie das Meerwasser, mit anderen Worten bis das osmotische Gleichgewicht hergestellt ist.

Mit diesem grundlegenden Gesetz allein ist nicht zu verstehen, wie die Vakuolenflüssigkeit von Meeresorganismen spezifisch leichter sein kann als Meerwasser, wohl aber durch das 2. Gesetz, das wir van t'Hoff verdanken<sup>1)</sup>. Das osmotische Gleichgewicht ist hergestellt, sobald die Zahl der in Lösung befindlichen Moleküle jederseits der Plasmasehicht in der Volumeneinheit die gleiche ist. Es ist also keineswegs erforderlich, dass die Lösung

1) Zeitschr. f. physikal. Chemie, 1. Bd., 1887, S. 481.



beiderseits der Plasmaschicht dieselben festen Substanzen enthält, sondern nur, dass das Molekularverhältnis der gelösten Substanzen auf beiden Seiten das gleiche ist.

Aus meinen Versuchen und Rechnungen geht mit Sicherheit hervor, dass das spezifische Gewicht der Vakuolenflüssigkeit um etwa 0,0017 geringer ist als das des Seewassers. Ferner ist es wahrscheinlich, dass osmotisches Gleichgewicht besteht. Das aber ist in diesem Falle nur dann möglich, wenn in den Vakuolen ein Teil des Seesalzes durch eine andere lösliche Substanz, die zugleich ein sehr geringes Molekulargewicht und ein geringes spezifisches Gewicht besitzt, ersetzt ist. Endlich kann es sich auch nur um eine Substanz handeln, deren Vorhandensein in der Vakuolenflüssigkeit erwartet werden darf oder muss.

Alle diese Voraussetzungen treffen nur für eine Substanz, und zwar für Kohlensäure, in vollem Maße zu. Während das Molekulargewicht der im Meerwasser gelösten Salze nach ihrem Mengeverhältnis zu einander sich zu 68,812 berechnen lässt, beträgt das von  $\text{CO}_2$  44. Auch das spezifische Gewicht der Kohlensäurelösung (1,0003) ist geringer als dasjenige eines äquivalenten Teiles von Seesalzlösung [ $0,3\% ^1) = 1,0023$ ]. Setzt man die bei gewöhnlicher Temperatur und mittlerem Druck in Wasser sich lösende Menge ein — deren Vorhandensein in der Vakuole wegen des Atmungsprozesses erwartet werden muss —, so herrscht osmotisches Gleichgewicht und das spezifische Gewicht der Vakuolenflüssigkeit beträgt  $1,028 - 1,0023 + 1,0003 = 1,0260$ .

Da dieser Wert fast genau mit dem vorher durch Rechnung auf Grund direkter Versuche gewonnenen (im Mittel 1,0262) übereinstimmt, so ist das geringere spezifische Gewicht<sup>2)</sup> damit auf überraschend einfache Weise erklärt. Die koloniebildenden Radiolarien sind also im stande, mit einem äußerst geringen Verbräuche von Material und einer sehr geringfügigen Arbeitsleistung frei im Wasser zu schweben. Auch sehr zahlreiche andere Meeresorganismen haben sich anscheinend in der gleichen Weise den außerordentlichen Vorteil, den ihnen das Medium mit seinem hohen spezifischen und geringen Molekular-Gewicht darbietet, zu Nutze gemacht.

Auf Grund von mechanischen oder thermischen Reizen wird bei Radiolarien ein Teil der Vakuolen durch Zurückziehen ihrer Plasmahülle in direkte Berührung mit der Gallerte gebracht und diffundiert allmählich nach dem Seewasser hin. Es erfolgt eine Volumverringering, zugleich eine geringe Zunahme des spezifischen Gewichtes

1) Die Darlegung, wie ich zu diesem Wert gelangt bin, würde diese Mitteilung zu sehr verlängern. Sie erfolgt in der ausführlichen Darstellung.

2) Das spezifische Gewicht ist wahrscheinlich noch etwas größer, als ich es bisher annähernd berechnet habe, so dass außer Seesalz und  $\text{CO}_2$  auch noch geringe Mengen von anderen Substanzen (z. B. von Stoffwechselprodukten) in der Vakuolenflüssigkeit gelöst sein können.

und in Folge dessen ein Untersinken. Der Reiz wirkt noch eine zeitlang nach. Dann aber strecken sich die Pseudopodien wieder vor und scheiden neue Tröpfchen in ihrem Plasma aus, die allmählich zu der definitiven Größe der Vakuolen heranwachsen. Dieses Wachsen der Vakuolen ist — soweit ich es zu übersehen vermag — nach den Gesetzen der Osmose nur dann verständlich, wenn eine Substanz von höherem Molekulargewicht als Seesalz vom Plasma zunächst abgetrennt wird (z. B. ein Stoffwechselprodukt), denn nur dadurch kann ein osmotischer Druck erzeugt und ein Zuströmen von Wasser von außen bewirkt werden.

Bei der großen Verbreitung dieses Mittels zur Herabsetzung des spezifischen Gewichtes bei Meerestieren ist die zunächst für koloniebildende Radiolarien gewonnene Einsicht von allgemeinerer Bedeutung. Es eröffnet sich aber zugleich die Aussicht, durch die osmotischen Gesetze auch das Schweben von Süßwasserorganismen (z. B. der Heliozoen) zu erklären und die physiologische Bedeutung der pulsierenden Vakuolen genauer als bisher zu ermitteln.

Kiel, 4. September 1895.

## Ueber die Verwandtschaftsbeziehungen der Amphineuren.

Von J. Thiele.

Da ich die Fortsetzung meiner „Beiträge zur Kenntnis der Amphineuren“ einstweilen noch nicht beenden kann, um noch weiteres Material zu verarbeiten, so will ich vorläufig einige der hauptsächlichsten Punkte hervorheben, in denen meine bisherigen Untersuchungen von Chitoniden von den früheren Angaben abweichende Resultate ergeben haben, und meine Anschauungen über die Verwandtschaft der *Solenogastres* und Chitoniden in Kürze darlegen. Eine zusammenhängende Darstellung der Thatsachen und die ausführliche Begründung meiner Ansichten muss für die spätere Arbeit vorbehalten bleiben.

Das Nervensystem aller bisher studierten Arten, unter denen ich einige Lepidopleuriden (*Lepidopleurus cajetanus*<sup>1)</sup>, *Leptochiton asellus*) nenne, zeigt jenes Verhalten, das ich zuerst bei *Callochiton rubicundus*<sup>2)</sup> beobachtet habe, dass nämlich die Pedalstränge mit den Seiten-

1) Es sei bei dieser Gelegenheit bemerkt, dass die von mir [6 S. 388] unter dem Namen *Beanella Rissoi* beschriebene Radula auf eine nicht aufzuklärende Weise zu diesem Namen gekommen ist; die Radula dieser Art ist ganz verschieden, wie ich mich neuerdings überzeugt habe, und daher kann diese nicht mit *Ch. cajetanus* vereinigt werden. Die letztgenannte Art ist vielmehr der typische Vertreter der Gattung *Lepidopleurus*.

2) Die oben genannte Art vertritt *Callochiton laevis* Penn. im Mittelmeer und ist von dieser englischen Art wenig verschieden, daher ist sie derselben Gattung zuzurechnen. Was Haller und Blumrich als *Ch. laevis* bezeichnet haben, dürfte *corallinus Risso* sein, den ich bisher nicht untersuchen konnte.

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

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Biologisches Zentralblatt](#)

Jahr/Year: 1895

Band/Volume: [15](#)

Autor(en)/Author(s): Brandt Karl Andreas Heinr.

Artikel/Article: [Ueber die Ursache des geringen spezifischen Gewichtes der Vakuolenflüssigkeit bei Meerestieren. 855-859](#)