

elementen, die als ganz kurze Stäbchen dicht beieinander liegen. Meist erscheint gleichzeitig in ihrer Nähe ein helleres Bläschen, ebenfalls mit fein verteiltem Chromatin im Innern (Fig. 17). Bald wird auch der erste Chromatinhaufen durchsichtig und wandelt sich in ein solches helles Bläschen um. Beide Bläschen mit ihrem Chromatin rücken dicht zusammen und repräsentieren zweifellos den männlichen und weiblichen Vorkern (Fig. 18).

Schließlich vereinigen sich beide Kerne und bilden den ersten Furchungskern, der als großes helles Bläschen mit deutlichem Kerngerüst und eingelagerten Chromatinkörnchen sich in den ältesten der in der Leibeshöhle befindlichen Eier nachweisen läßt (Fig. 19).

Irgendwelche Furchungsstadien habe ich innerhalb der weiblichen Würmer nicht gefunden, und es geht ja auch aus der Beschreibung von Bobretzky, der in den Nephridialkanälen Eier gesehen hat, hervor, daß die weitere Entwicklung der nun befruchteten und gereiften Eier außerhalb des mütterlichen Organismus im freien Seewasser stattfindet.

Während also die Eireifung und die eigentliche Befruchtung bei *Saccocirrus* ganz nach dem regulären Modus zu verlaufen scheinen, ist die Tatsache um so interessanter, daß die Spermatozoen auf einem direkten Verbindungsweg zwischen Receptaculum und Ovarium in das letztere einwandern und sogar in die noch nicht völlig entwickelten, erst zur halben definitiven Größe herangewachsenen Oocyten eindringen.

3. Über die chemische Natur der Skeletsubstanz der Acantharia.

Von O. Bütschli.

eingeg. 2. August 1906.

Die interessante Frage nach der chemischen Natur des Acantharienskelets schien durch die Untersuchungen Schewiakoffs¹ gelöst zu sein. Gegenüber den irrigen Angaben der meisten Forscher (Haeckel, R. Hertwig, Brandt), welche die Skeletsubstanz für eine organische hielten (Acanthin Haeckel, Vitellin Brandt), bestätigte Schewiakoff endlich wieder die Beobachtungen des ersten Erforschers dieser Organismen, des genialen Joh. Müller, indem er die Unzerstörbarkeit des Skelets durch Glühen sicher erwies. Aus zahlreichen qualitativen und sogar einer quantitativen Untersuchung der Skeletsubstanz (0,0127 g) schließt er, daß sie im wesentlichen aus einem wasserhaltigen Tonerdekalksilikat bestehe. Mir schien dieses Ergebnis im allgemeinen recht einleuchtend, obgleich zwei Punkte gewisse Zweifel an der Wahrscheinlichkeit des Resultates hervorrufen konnten; einmal

¹ Mémoires de l'Académie St. Pétersbourg 8, vol. XII.

der Umstand, daß das fragliche Silikat schon von destilliertem Wasser bei gewöhnlicher Temperatur langsam aufgelöst wird, und zweitens, daß seither von Silikaten als Abscheidungen im Organismus gar nichts beobachtet wurde.

Herr Dr. O. Schröder beschäftigte sich in letzter Zeit in dem Heidelberger zoologischen Institut mit der Untersuchung einer sehr interessanten Acantharienform, welche die deutsche Südpolarexpedition in größerer Menge erbeutet hatte. Es ist dies eine mit *Actinelius* verwandte, sehr vielstachelige, große Form, welche sich dadurch auszeichnet, daß ein Teil der Stacheln durch organische Substanz zu einem langen Stiel eng verkittet ist. Mit diesem Stiel ist der *Podactinelius* angewachsen.

Da von dieser nadelreichen *Acanthoria* ziemlich viel Material zur Verfügung stand, schien es mir angezeigt, zu versuchen, ob sich eine annähernde quantitative Analyse der Skeletsubstanz ausführen ließe; da es doch wichtig erschien, Schewiakoffs Angaben nachzuprüfen. Herr Dr. Schröder hatte schon die Löslichkeitsverhältnisse der Skeletsubstanz, ihre Erhaltung beim Glühen, sowie ihre Schmelzbarkeit festgestellt, in ähnlicher Weise, wie dies von Schewiakoff geschehen.

Meine Erwartungen hinsichtlich einer quantitativen Analyse wurden jedoch sehr herabgestimmt, als sich ergab, daß die Lösung von etwa 120 Individuen in verdünnter Salzsäure, nach dem Eindampfen und gelinden Glühen, nur einen Rückstand von 0,0019 g ergab. Zwar blieb bei dem Wiederauflösen dieses Rückstandes in Salzsäure ein geringer Bodensatz von Kieselsäure zurück, jedoch so wenig, daß er nicht sicher wägbar war, höchstens 0,05 mg betragen konnte, während Schewiakoff 20,16% SiO_2 gefunden hatte. Die filtrierte Lösung ergab bei der Fällung mit Ammoniak in der Wärme einige braune Flöckchen vom Aussehen des Eisenoxydhydrats. In der Lösung dieser Flöckchen in verdünnter Salzsäure ließ sich kein Aluminium bei Zusatz von etwas Cäsiumchlorid und Schwefelsäure nachweisen. Leider hatte ich nun, nach dem Mißergebnis mit der Kieselsäure, schon die Idee einer quantitativen Analyse aufgegeben und daher einen Teil der Lösung zu qualitativen Proben verwendet. Jetzt erst schöpfte ich Verdacht, daß es sich doch vielleicht nicht um ein Silikat handeln könne, sondern daß man es, bei Berücksichtigung der eigentümlichen Löslichkeitsverhältnisse, vielleicht mit Gips zu tun habe. Der Rest der Lösung wurde daher mit oxals. Ammon gefällt und der geringe Niederschlag, von dem ich voraussetzte, daß er Calciumoxalat sei, in üblicher Weise nach dem Glühen vor dem Gebläse als CaO gewogen; er betrug 0,00045 g. Das Filtrat wurde in der Platinschale zur Trockne einge-

dampft, etwas von dem Ammoniaksalz abgeraucht², darauf in Wasser gelöst und mit Salzsäure angesäuert. Die Lösung ergab bei Zusatz von Chlorbaryum eine relativ ansehnliche Fällung von Baryumsulfat. Die Gegenwart erheblicher Mengen Schwefelsäure war also bewiesen und damit die ganze Sachlage verändert. Von den früheren Beobachtern hatte keiner, auch nicht Schewiakoff, auf Schwefelsäure geprüft. Das gefällte BaSO_4 hatte ein Gewicht von 0,00035 g.

Zum Nachweis der Schwefelsäure in dem Skelet von *Podactinelius* genügt es, 1 Exemplar in einem Tröpfchen 12% iger Salzsäure zu lösen und eine Spur Chlorbaryum zuzugeben. Es tritt sofort eine Trübung auf, welche aus den charakteristischen Abscheidungsformen des Baryumsulfats besteht.

Nach dieser Feststellung wurde zuerst die Löslichkeit der Skeletsubstanz von *Podactinelius* und einiger Acantharien aus Auftrieb von Neapel in Gipswasser untersucht. Es ergab sich nach 4—5 tägiger Behandlung unter dem Deckglas oder in Röhrchen, daß die Nadeln nicht angegriffen waren. Weiterhin wurde geprüft, wie sich die Lösung der Skeletsubstanz des *Podactinelius* in 12% iger Salzsäure oder reinem Wasser beim Eintrocknen verhält, was seither niemand untersucht hatte. Hierbei ergab sich, daß aus der Lösung regelmäßigere oder weniger regelmäßige Kriställchen, z. T. auch unregelmäßigere kristallinisch-sphärische Gebilde sich abscheiden, die in Wasser unlöslich sind (d. h. sehr schwer löslich). Gegen Erwarten hatten jedoch die z. T. recht hübsch ausgebildeten Kriställchen nicht die bekannte Form des Gipses. Dagegen erinnerten sie an gewisse Formen, unter denen das Strontiumsulfat sich abscheiden kann.

Ich stellte mir daher Lösungen von Strontiumsulfat in 12% iger Salzsäure und in destilliertem Wasser her und untersuchte deren Rückstand nach dem Eintrocknen eines Tropfens auf dem Objektträger. Es ergab sich, daß hierbei genau dieselben Kriställchen, sowie ihre charakteristischen Zwillingsverwachsungen, ebenso aber auch aus der Lösung in Wasser die unregelmäßigen kristallinischen Gebilde auftraten. Die große Übereinstimmung der Kristalle ließ schon keinen Zweifel mehr übrig, daß es sich in der Skeletsubstanz nicht um Gips, sondern um Strontiumsulfat handelte.

Eine sorgfältige Prüfung der Nadeln (Stiel) von *Podactinelius* auf Kalk mit der ungemein empfindlichen Reaktion des Doppelsalzes von kohlen saurem Kali und kohlen saurem Kalk, die ich vor einiger Zeit beschrieb³, ergab, daß sicher gar kein Kalk in nachweisbaren Spuren vor-

² Es war dies ein großes Versehen, woraus sich auch herschreibt, daß zu wenig Schwefelsäure gefunden wurde.

³ Verhandl. d. naturhist. medic. Vereins Heidelberg. N.F. VIII (1906) S. 277 ff.

handen ist. Wird Gips mit einer Mischung von $\frac{1}{2}$ Vol. konzentrierter Lösung von kohlen saurem Kali und $\frac{1}{2}$ Vol. 35 % iger Kalilauge behandelt, so treten sofort die äußerst charakteristischen Kristalle des Doppelsalzes in großer Menge auf. Die Nadeln des *Podactinelius* dagegen ergaben bei der gleichen Behandlung keine solchen Kristalle, sondern kleine, stark brechende Kügelchen und erst nach einiger Zeit eigentümliche Kristalle von ganz anderm Bau wie die des erwähnten Kalkdoppelsalzes. — Behandelt man Kriställchen von Strontiumsulfat mit der obigen Mischung, so werden sie genau in der gleichen Weise zersetzt wie die Nadeln des *Podactinelius*.

Diese Reaktion lieferte daher eine weitere Bestätigung für die Richtigkeit der Deutung der Skeletsubstanz als Strontiumsulfat. Ich füge noch hinzu, daß die aus den Lösungen der Skeletsubstanz sich abscheidenden Kriställchen von dem obigen Gemisch genau so wie Kriställchen von Strontiumsulfat zersetzt werden.

Ich schritt nun dazu, eigentlich ohne viel Hoffnung, das, aller Wahrscheinlichkeit nach vorhandene Strontium auch durch die charakteristische rote Flammenreaktion nachzuweisen. Zuerst verwendete ich dazu eine Lösung der Skeletsubstanz ziemlich vieler *Podactinelius* in 1 % iger Salzsäure, die Dr. Schröder bei seiner Arbeit angesammelt hatte. Mit der stark konzentrierten Lösung gelang die Flammenreaktion sofort vorzüglich; nach Verdampfen der beigemischten Natriumspuren war die rein rote Färbung der Flamme durch das schwerer verdampfende Strontium längere Zeit vorzüglich zu erkennen.

Hierauf wurde die Skeletsubstanz eines Exemplars von *Podactinelius* auf dem Objektträger in einem Tropfen 12 % iger Salzsäure gelöst. Mit dieser Lösung gelang es, die Flammenreaktion mittels einer kleinen Platindrähtöse fünf- bis sechsmal auszuführen. Da wir oben fanden, daß die Skeletsubstanz von etwa 100 Individuen nicht mehr als 1,9 mg wog, so kann bei jeder der 5 Flammenreaktionen nicht mehr als etwa 4 Tausendstel Milligramm Substanz in die Flamme gebracht worden sein, welche minime Quantität für eine deutliche Reaktion völlig genügte.

Es wurde nun versucht, die Reaktion auch mit den Acantharien von Neapel auszuführen. 8 Individuen wurden auf dem Objektträger mit einem kleinen Tröpfchen 12 % iger Salzsäure behandelt. Die Lösung gab die Flammenreaktion des Strontiums ganz deutlich.

Zur weiteren Prüfung wurde 1 *Podactinelius* und 1 *Acanthometra* auf dem Objektträger in wäßriger Strontiumsulfatlösung eingeschlossen. Das Ergebnis war, daß die Skelete von dieser Lösung ebensowenig angegriffen wurden als von Gipswasser.

Strontiumsulfat zeichnet sich durch ein verhältnismäßig hohes spe-

zifisches Gewicht von etwa 3,9 aus, ebenso durch eine starke mittlere Lichtbrechung von 1,624 (nach Behrends Tabellen). Es schien mir angezeigt, beides zu prüfen. Hinsichtlich des spezifischen Gewichtes ließ sich nur ermitteln, daß der Stiel von *Podactinelius*, der wesentlich aus Nadeln mit wenig verkittender organischer Substanz besteht, in konzentrierter Lösung von Kaliumquecksilberjodid, die ein spezifisches Gewicht von 3,19 besitzt, niedersinkt. Das spezifische Gewicht der Nadelsubstanz muß daher, in Anbetracht der organischen Substanz, bedeutend höher sein als 3,2. Die Lichtbrechung wurde ermittelt durch Herstellung einer gleichstark brechenden Lösung von Kaliumquecksilberjodid und Bestimmung von deren spezifischem Gewicht. Mittels der von V. Goldschmidt⁴ festgestellten Tabelle für die Beziehungen zwischen Dichte und Lichtbrechung der Kaliumquecksilberjodidlösungen ergab sich so eine mittlere Lichtbrechung der Nadeln von 1,615. Wie ich schon früher mit Awerinzeff⁵ feststellte, sind die Skeletnadeln der *Acantharia* ziemlich stark doppelbrechend, und zwar verhalten sie sich so, als wenn die Achse kleinster optischer Elastizität mit ihrer Hauptachse zusammenfiel; sie sind daher anscheinend positiv einachsrig. Dasselbe zeigt auch *Podactinelius*, dessen Skelet also, zwischen gekreuzten Nicols und mit Gipsplättchen, wie ein positiver Sphärokristall, ein Stärkekorn etwa, erscheint.

Es ist nun interessant, daß auch das Strontiumsulfat unter gewissen Bedingungen in büscheligen Aggregaten feiner Kristallnadeln auftritt, die ganz dasselbe optische Verhalten zeigen. Diese büscheligen Aggregate von Strontiumsulfat treten immer auf, wenn man etwas konzentriertere Lösungen von Strontiumnitrat mit ein wenig 50 % iger Schwefelsäure versetzt. Sie sind jedoch nicht beständig, sondern wandeln sich bei Wasserzusatz allmählich in die gewöhnlichen Kristalle um. Ob es sich hier um eine Modifikation des Strontiumsulfats handelt, oder etwa um ein Hydrat, bedürfte genauerer Untersuchung. Interessant ist aber, daß das büschelige Strontiumsulfat sich auch gelegentlich beim Eintrocknen wäßriger Lösungen abscheidet, und daß es sich genau ebenso mehrfach aus den Lösungen der Skeletsubstanz von *Podactinelius* in 12 % iger Salzsäure oder Wasser bildete, neben den gewöhnlichen Kristallen.

Nach den dargelegten Ergebnissen scheint es mir nun sicher, daß die Skeletsubstanz des *Podactinelius* und die der übrigen *Acantharia* im wesentlichen aus Strontiumsulfat besteht. Ob zwar aus Cölestin oder eventuell der obenerwähnten büscheligen Modifikation, müssen erst weitere Untersuchungen zeigen.

⁴ Landolt, H. u. R. Börnstein, Physikalisch-chemische Tabellen. S. 213.

⁵ Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 74. S. 489.

Es ist nun sehr interessant, daß schon Joh. Müller⁶ (1859) die nahen Beziehungen, welche die großen Kristalle, die sich im Centralkapselprotoplasma der *Collosphaera huxleyi* finden, in ihrer Form mit Cölestinkristallen besitzen, sehr richtig und scharfsinnig erkannte, und sie daher für ein »schwefelsaures schwerlösliches, mit schwefelsaurem Strontian und schwefelsaurem Baryt isomorphes Erdsalz« erklärte. Brandt (1885)⁷ wollte später sogar die Kristallnatur dieser häufig sehr schön ausgebildeten Kristalle leugnen und sie als Kristalloide ansehen, obgleich er selbst sehr gut entwickelte, von typischem Cölestinbau abbildet. Über ihre chemische Natur äußert sich Brandt nicht, abgesehen davon, daß sie wegen ihrer Erhaltung beim Glühen wesentlich aus anorganischer Substanz bestehen. Die kleinen Kristalle dagegen, welche bei der Schwärmerbildung im Centralkapselplasma der Sphärozoeen auftreten, sollen nach R. Hertwig und Brandt aus organischer Substanz bestehen. Wenn man nun einerseits die oben mitgeteilten Erfahrungen über die Skeletnadeln der Acantharien und anderseits die ganz auffallende Übereinstimmung der großen Kristalle der *Collosphaera huxleyi*, nach den Abbildungen Joh. Müllers und Brandts, mit den Kristallen des Strontiumsulfats berücksichtigt, so wird man wohl nicht zweifeln können, daß Joh. Müller vollkommen richtig ihre große Ähnlichkeit mit Cölestin hervorhob, d. h. daß sie aller Wahrscheinlichkeit nach eben Cölestin sind.

Was die kleinen Kristalle angeht, so bildet Brandt ebenfalls zahlreiche ab, welche durchaus die typische Form kleiner Cölestinkriställchen besitzen. Daß sie häufig auch unregelmäßiger erscheinen, wetzsteinförmig und dgl., ist eine Erscheinung, die in keiner Weise gegen ihre anorganische Natur spricht, da dergleichen ja bei Kristallen unorganischer Substanzen oft genug vorkommt. Ich halte es daher auch für sehr wahrscheinlich, daß die kleinen Kristalle der Sphaerzoeen ebenfalls Cölestinkriställchen sind und nicht aus organischer Substanz bestehen.

Eine ausführlichere Darstellung meiner Beobachtungen, mit Abbildungen der charakteristischen Kriställchen, werde ich später in der Abhandlung des Herrn Dr. Schröder über *Podactinelius* in den »Ergebnissen der deutschen Südpolarexpedition« veröffentlichen.

Heidelberg, 1. August 1906.

⁶ Abhandl. d. Kgl. preuß. Akad. Berlin a. d. J. 1858.

⁷ Fauna u. Flora des Golfes von Neapel. XIII. Monographie 1885.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Zoologischer Anzeiger](#)

Jahr/Year: 1906

Band/Volume: [30](#)

Autor(en)/Author(s): Bütschli Otto [Johann Adam]

Artikel/Article: [Über die chemische Natur der Skeletsubstanz der Acantharia. 784-789](#)