AUG 8 1903

# 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.

**XXIII. Bd.** **1. Juli 1903.** **№ 13.**

Inhalt: Schröder, Ueber den Schleim und seine biologische Bedeutung. — Petersen, Entstehung der Arten durch physiologische Isolierung. — Babák, Ueber den Einfluss der Nahrung auf die Länge des Darmkanals. — Zacharias, Eine zweite deutsche Fundstätte für *Carterius Stepanowi*. — Amberg. Biologische Notiz über den Lago di Muzzano. — Leo Königsberger. Hermann von Helmholtz.

## Ueber den Schleim und seine biologische Bedeutung.

Von Dr. B. Schröder.

(Vortrag, gehalten in der biologischen Gesellschaft zu Breslau.)

Unter den Organismen, die beständig im Wasser oder im Feuchten leben oder die eine amphibische Lebensweise führen, ist die überwiegende Mehrzahl auf ihrer Körperoberfläche ganz oder teilweise mit Schleim überzogen. Aber auch bei echten Landpflanzen und -tieren kommen Schleimbildungen, jedoch mehr innerhalb ihres Körpers vor. Es sei z. B. an die schleimführenden Schläuche bei den Liliaceen, den Orchisknollen, den Malvaceen u. a. erinnert, oder an den Schleim der Mistelbeeren und der Quitten, sowie an denjenigen in den Epidermiszellen vieler Rutaceen. Bei den landbewohnenden Wirbeltieren sei des Schleimes gedacht, den die Schleimhäute der Luftwege, des Darmtraktus, einiger Sinnesorgane und teilweise des Urogenitalsystems etc. secernieren.

Ueber die physikalischen und chemischen Eigenschaften der Schleime ist wenig bekannt, wie man überhaupt dem Schleime, abgesehen von demjenigen der Speicheldrüsen (14), bisher nur geringere Aufmerksamkeit geschenkt hat.

Die ersten grundlegenden Untersuchungen verdanken wir Graham. Er unterscheidet „zwei verschiedene Welten der Materie“, nämlich Kristalloide und Kolloide. Zu ersteren rechnet er die Stoffe, die als Lösung durch Membranen in reines Wasser diffundieren, zu letzteren diejenigen, denen diese Eigenschaft ab-

geht. Eine so scharfe Trennung zwischen den genannten Stoffen lässt sich heute nicht mehr aufrecht erhalten, da die neuere physikalische Chemie Beweise dafür erbracht hat, dass Membranen selbst für Eiweiß permeabel sind (8), wenn auch das Diffundieren dieses Kolloids sehr langsam vor sich geht. Den Gallertzustand kolloidaler Körper nannte Graham „Gel“ und eine mit Wasser imbibierte Gallert bezeichnet er als „Hydrogel“. Die Schleime gehören zu einer Gruppe organischer Kolloide, die durch Wasser quellbar sind, also zu den organischen Hydrogelen. Obgleich wir es in biophysischer wie in biochemischer Hinsicht bei den Schleimen mit verschiedenen Dingen zu thun haben, empfiehlt es sich vorläufig, in Rücksicht auf unsere ungenügende Kenntnis der Schleime, dieselben nur von ganz allgemeinen Gesichtspunkten zu betrachten.

Meist ist der Schleim hyalin, mitunter auch opalisierend oder milchweiß, seltener durch Metalloxyde verschieden gefärbt. Die Schleimhüllen der Mikroorganismen sind oft so durchsichtig, dass sie nicht ohne weiteres wahrgenommen werden können und deshalb vielfach übersehen wurden. Man hat mit Erfolg zur Sichtbarmachung solcher Schleimhüllen Einlegung der betreffenden Objekte in frisches Blutserum (15) angewendet, das einen anderen Brechungsindex als Wasser besitzt. Noch vorteilhafter ist Einlegung in flüssige Tusche oder in im Wasser suspendierte Karminkörnchen. Für gewöhnlich ist der Schleim halbflüssig, weich, klebrig, fadenziehend, und erst in älteren Stadien oder an der Luft erstarrt oder gelatiniert der Schleim und wird zähe bis knorpelig. In letzterem Falle bezeichnet man ihn wohl mitunter als Gallert. Entweder ist die Gallert in den äußeren Schichten fester als innen, oder sie löst sich namentlich bei im Wasser befindlichen Organismen außen allmählich auf. Stets enthält der Schleim sehr viel Wasser und wenig organische Substanz, letztere beträgt oft nur $^1/_2$ bis $^1/_3$ %. Glycerin, Alkohol, konzentrierte Säuren und Salzlösungen entziehen dem Schleime einen Teil seines Wassers und veranlassen erhebliche Schrumpfungen. Wäscht man die genannten Stoffe mit Wasser wieder aus, so nimmt der Schleim seine frühere Ausdehnung wieder an. Man kann an Schleimstielen diesen Vorgang des Schrumpfens und des bei Zusatz von reichlichem Wasser wieder erfolgten Aufquellens unter dem Mikroskop verfolgen und mehrfach wiederholen. Ueberhaupt ist die Quellbarkeit des Schleimes außerordentlich groß, wenn frisch secernierter Schleim in Berührung mit Wasser kommt. Schneidet man z. B. unbefruchtete Eier eines Frosches, die nach ihrem Durchgange durch die Ovidukte mit Schleim umhüllt sind, aus dem Uterus heraus und bringt sie in eine Schale, worauf man die Eier mit Wasser übergießt, so quellen die Schleimhüllen zu großen Laichhaufen auf. Ueber den Vorgang der Quellung des Schleimes hat Bütschli (3) eingehende Untersuchungen angestellt.

Er fand an sehr verschiedenen Schleimen mit Hilfe des Mikroskopes waben- oder netzartige Strukturen. Nach ihm haben wir uns die Quellung des Schleimes so vorzustellen, dass die im Stadium des Austretens des wasserfreien Schleimes aus dem schleimbildenden Stoffe noch ganz oder nahezu ganz geschlossenen Waben sich mit Wasser füllen und ausgedehnt werden, so dass die Waben im optischen Querschnitte ein relativ weitmaschiges Netzwerk darstellen (27). Ausgetrockneter Schleim wird fest und nimmt eine häutig-hornartige Beschaffenheit an.

In chemischer Hinsicht enthalten viele Schleime Mucin oder Glycoproteïde, die aus Verbindungen von Eiweiß mit Paramucin, Glucosamin oder anderen Kohlehydraten bestehen. Namentlich wurde der Schneckenschleim und andere tierische Schleime, sowie derjenige in den Knollen von *Dioscorea batatas* und *D. japonica* daraufhin genauer studiert. Die Elementaranalysen gaben fast übereinstimmend einen Schwefelgehalt von 17 % und einen Gehalt an Stickstoff von 13,5 % (26). Die tierischen wie die pflanzlichen Schleime sind vorwiegend basophil. Sie färben sich am ehesten noch mit basischen Theerfarbstoffen, namentlich mit Thionin, Methylenblau, Safranin oder Neutralrot, also mit denjenigen Farbstoffen, die Overton kürzlich als „vitale Farbstoffe" bezeichnet hat (19). Einen ausschließlich Schleim färbenden Farbstoff giebt es nicht. Es treten aber auch mitunter Schleime auf, die eine gewisse Neigung zur Aufnahme saurer Farbstoffe, wie der Rosolsäure oder dem Korallin, dem Kongorot, dem Tropaeolin u. a. haben. Formol härtet viele Schleime. Verdünnte Kalilauge oder Eau de Javelle lösen sie gewöhnlich auf.

Die Entstehung der Schleime geschieht im allgemeinen auf zweifache Weise, so dass man nach dem Orte ihrer Herkunft von Plasma- und von Membranschleimen sprechen (24. 28) könnte. Was die ersteren anbetrifft, so sondert das Cytoplasma gewisser Zellen oder einzelliger Organismen Schleim ab, der durch vorgebildete Membranporen, vielleicht in manchen Fällen auch durch die für Schleim permeable oder semipermeable Membran selbst, nach außen oder an die Oberfläche gelangt. Bei den Membranschleimen wird die Membran in ihren äußeren oder inneren Teilen oder gänzlich in Schleim umgewandelt.

Als Beispiel für die Bildung plasmatischen Schleimes mögen die Desmidiaceen dienen. Schon seit Nägeli, und namentlich neuerdings durch Lütkemüller (12) wissen wir, dass die Membran der Desmidiaceen mikroskopisch sichtbare Poren von verschiedener Weite des Porenlumens aufweist. Entweder sind diese Poren über die ganze Membran gleichmäßig verteilt, oder sie sind lokalisiert. Durch dieselben gelangt der vom Cytoplasma secernierte wasserfreie Schleim heraus und verquillt unter Wasserauf-

nahme zu Schleimhüllen oder Schleimstielen. Durch Farbstoffe lässt sich deutlich machen, dass der Schleim innerhalb der Poren noch am konsistentesten ist, denn dort färbt er sich am intensivsten und lässt über den Poren, an dem Orte, wo er zu verquellen beginnt, eigentümliche Bildungen, die sogenannten Porenorgane, bemerken. Die äußeren Schichten der Schleimpartien weisen je weiter nach außen auch einen immer schwächeren Farbenton auf, der sich schließlich ganz verliert.

Zu den plasmatischen Schleimen gehören außer dem eben angeführten Falle auch größtenteils diejenigen Schleime, welche durch einfache oder verästelte tubulöse Drüsen des Integumentes oder der Schleimhäute (16), sowie der Becherzellen secerniert werden. Gewöhnlich befindet sich am Grunde der Drüse Cytoplasma und darüber der Schleim, der durch einen Porus oder durch Sekretkapillaren nach außen abgesondert wird. Ueber die Art der Ausscheidung dieser Drüsenschleime gehen die Meinungen der Autoren noch auseinander (14. 16. 17. 29).

Die Bildung der Membranschleime, die im Pflanzenreiche ungleich häufiger vorkommen als im Tierreiche, mag folgendes Beispiel zunächst darthun. In der Algengruppe der Palmellaceen zeichnet sich unter anderem *Schizochlamys gelatinosa* durch ausgedehnte Schleimlager aus. Bei der Vermehrung dieser Alge durch Teilung reißt die Membran der einzelnen kugeligen Zellen in zwei oder vier Stücken auf, nachdem sich neue Membranen um die Tochterzellen gebildet haben. Die freigewordenen Stücke der Mutterzellmembran beginnen, wie sich durch Tinktion verfolgen lässt, zu verschleimen und lösen sich allmählich vollständig in Schleim auf. Derselbe Vorgang findet bei anderen Algen statt, die Mutterzellhäute abwerfen, z. B. bei *Tetraspora*, *Palmodactylon*, *Staurogenia*, ferner bei *Ulothrix* und anderen Konfervaceen. Bekannt ist das Verschleimen der Samenschale des Leines und derjenigen von *Salvia hormium* (7), sowie dasjenige der Zellwände in älteren Meristemen bei Bildung der Gefäßröhren. Auch die kollenchymatischen Verdickungen der Zellhaut im Zellenbau der Achsenorgane gehören zu den membranschleimartigen Bildungen. Schleimmembranen besitzen unter den Meeresalgen insbesondere die Fucaceen u. a.

Bei den Tieren sei nur auf zwei Fälle von Bildung von Membranschleimen hingewiesen. Eine solche findet an der Oberfläche des Integumentes der Turbellarien statt, sowie auf der Epidermis der Fische, obgleich die Schleie auch Schleimdrüsen in ihrer Kutis besitzt.

Betrachtet man die Schleime nach ihrer biologischen Bedeutung, so gelangt man zu dem Ergebnisse, dass diese Stoffe Anpassungseinrichtungen verschiedenster Art darstellen. Schon früher haben Bernard und Bratuschek (1) Erwägungen und experi-

mentelle Untersuchungen über den Nutzen der Schleimhüllen für die Froscheier angestellt. Sie wiesen darauf hin, dass diese Hüllen Schutzmittel für die Eier gegen Austrocknung, gegen Verletzung durch Druck oder Stoß und gegen Gefressenwerden seitens größerer Tiere, wie der Krebse und Fische, seien. Sie fanden außerdem, dass die Schleimkugeln des Froschlaiches wie Sammellinsen wirken, und dass die Färbung des Lurcheies eine Einrichtung zur Aufnahme der Sonnenwärme bildet. Die Wirkung dieser Pigmentierung wird durch die Schleimhülle wesentlich verstärkt, „wenn sie den Sonnenstrahlen den Durchgang gestattet, hingegen die vom Ei ausgehenden Strahlen großer Wellenlänge zurückhält und ihre lebendige Kraft dem Ei wieder zuführt". Demnach ist die Schleimhülle mit einem kleinen Treibhause oder einem Brutapparate zu vergleichen, in dem die Eier zu rascherer Entwickelung gelangen.

Weite Hüllen von Schleim finden wir auch bei Bakterien, Algen, Flagellaten, Heliozoën etc., die im Wasser leben. Diesen Organismen dient die Schleimhülle hauptsächlich als Schutzmittel gegen chemische oder physikalische Aenderungen des sie umgebenden Mediums. Es müssen sich die genannten Organismen gegen eintretende Konzentrationsänderungen des Wassers schützen. Wer Algen kultiviert, weiß, wie empfindlich dieselben gegen Veränderungen von Nährlösungen mitunter sind, und wie manche Formen nur in dem Wasser ihres natürlichen Standortes gedeihen. Bei Diatomaceen haben Versuche von Johanna Lüders gezeigt, dass durch Wassermangel und dadurch hervorgerufene Konzentration der im Wasser gelösten Nährstoffe die Diatomaceen zur Bildung von Gallerthüllen gezwungen werden können. Uebergießt man darauf solches Material mit Gallerthüllen wieder mit reichlichem frischen Wasser, so sind schon am nächsten Tage die meisten Hüllen leer und die Diatomaceen ausgeschlüpft.

Graham hat nachgewiesen, dass für gewisse Stoffe die Diffusion in Gallerte unmöglich oder doch sehr erschwert ist. Es sind dies Lösungen amorpher Körper, während Lösungen von Kristallen ebensogut wie in reinem Wasser auch im Schleim fortschreiten sollen, vorausgesetzt, dass sich der Schleim nicht kontrahiert und auch dann eine Diffusion unmöglich macht. Der Schleim wirkt also wie ein Dialysator. Klebs brachte die mit einer Schleimhülle umscheidete *Zygnema* in Wasser, das giftige anorganische Stoffe gelöst enthielt, die verderblich für den Organismus der Alge sind. Diese Giftstoffe lagerten sich zwar in den Schleim der *Zygnema* ein (21), schädigten die Alge aber nicht, wenn sie zu rechter Zeit wieder in reines Wasser gebracht wurde. Durch neue Schleimbildung wurde dann die alte mit Gift getränkte Hülle allmählich ersetzt und abgestoßen. Der Schleim schützt demnach vor schädigenden äußeren chemischen Einflüssen. Er hat für eine größere Anzahl

im Wasser lebender Organismen etwa ähnlichen Nutzen, wie die gegen Chemikalien so resistente Kutikula der höheren Landpflanzen. Nach Schilling sind auch die zarten jungen Sprosse der meisten siphonogamen untergetauchten Wasserpflanzen mit einer der Hüllgallerte der Algen analogen Schleimsubstanz umgeben, und Göbel meint, dass die hervorragendste Aufgabe dieser Schleimgebilde darin besteht, eine langsame Verschiebung des Wassers nach dem Innern zu zu ermöglichen, dass also der Schleim ein Schutzmittel der jungen Pflanzenteile gegen unmittelbare Berührung mit Wasser und den darin gelösten Bestandteilen anzusehen ist. Aehnlich verhält es sich mit den Oosphaeren, d. h. den noch unbefruchteten, frei im Wasser flottierenden Eiern der Fucaceen, die ebenfalls mit einer Schleimhülle umgeben sind, die sie vor unmittelbarer Berührung mit dem Seewasser schützt. Wo bei Kopulationsakten der Diatomaceen oder Desmidiaceen, oder bei Auxosporenbildung der ersteren, Protoplasma aus den Zellen heraustritt, da umgiebt es sich mit weiten Hüllen von Schleim, um vor der Berührung mit Wasser geschützt zu sein. Auch die Plasmodien der Amoeben und Mycetozoen tragen nach Auerbach und De Bary Schleimhüllen. Es tritt die Frage auf, wieweit überhaupt nackte Protoplasmamassen mit Wasser in unmittelbare Berührung kommen. Jedenfalls fehlen für die meisten Fälle Untersuchungen darüber, bei denen auf etwaige Schleimhüllen Rücksicht genommen worden wäre.

Die an der Luft lebenden Bakterien und Algen wären der Gefahr des Austrocknens ausgesetzt, wenn sie sich nicht mit Schleimhüllen umgeben hätten. An überrieselten Felsen und Brunnentrögen, an feuchten Wänden der Gewächshäuser, zwischen Moospolstern und auf feuchter Erde, ja selbst auf den lederartigen Blättern immergrüner, meist tropischer Pflanzen leben eine größere Anzahl aërophytischer Algen und Bakterien mit konsistenten Gallerthüllen, die teils weich, teils zähe, stets aber mehr oder weniger dick sind. Der Schleim dieser Hüllen hat die Fähigkeit, Wasser längere Zeit aufzusaugen, das bei Regen oder bei Ueberrieselung mit ihm in Berührung kommt. Aber auch in Gasform als Wasserdampf wird das Wasser von diesen Gallerthüllen aufgenommen und festgehalten. Hansgirg hielt vier Monate lang Spaltalgen im lufttrockenen Raume, ohne dass es möglich war, die Schleimhülle auszutrocknen. Wie viel *Nostoc commune* beispielsweise Wasser aufnehmen kann, beobachtet man oft während eines längeren Landregens, nach welchem die Schleimlager dieser Alge kollossal aufgequollen erscheinen. Diese aërophytischen Mikroorganismen sind gleichsam Amphibien unter den Pflanzen. Sie sind zwar aus dem Wasser herausgestiegen und haben sich dem Luftleben angepasst, aber sie haben sich in ihrer Schleimhülle

ein Wasserreservoir angelegt, das sie vor zu starker Transpiration oder tötlicher Austrocknung schützt. Betrachten wir die biologische Gruppe der Amphibien unter den Tieren, z. B. die Regenwürmer, die Landschnecken, die kaudaten und ekaudaten Lurche, so finden wir auch deren Epidermis mit Schleim überzogen, der einer starken Transpiration oder der Austrocknung der Epidermis schützend entgegenwirkt und sie mit einer Wasserschicht, dem Medium, dem diese Tiere ursprünglich entstiegen sind, umgiebt.

Man hat mehrfach die Frage aufgeworfen, ob Schleimhüllen ein Schutzmittel gegen Parasiten sind. Wir müssen annehmen, dass sich Stoffwechselprodukte vom Innern der Zelle aus im Schleime der Hülle einlagern, und diese könnten wohl abschreckend auf Parasiten wirken. Indessen dürfte der Schutz des Schleimes in dieser Beziehung nicht sehr in Betracht kommen, da viele Beispiele zeigen, dass er Parasiten nicht abhält, ihre Wirte zu schädigen oder zu vernichten. *Vampyrella* geht ungehindert durch den Schleim hindurch zu der Alge und zehrt ihren Inhalt auf. Von den Chytridiaceen ist es bekannt, dass sie trotz der Schleimhülle der Algen, wie *Chroococcus* oder *Pandorina*, an dieselben herankommen und sie zerstören. Manche Algen, die selbst keine Schleimhülle haben, siedeln sich in den Hüllen schleimführender Formen als harmlose Symbionten an, um das Schutzmittel ihres Wirtes auch für sich in Anspruch zu nehmen.

Die Ektoparasiten der mit verschleimter Epidermis versehenen Fische lassen sich durch die Anwesenheit des Schleimes nicht stören.

Wie durch Stahl erwiesen und neuerdings von Hunger bestätigt worden ist, dienen gewissen Algen die Gallerthüllen als Schutzmittel vor dem Verzehrtwerden durch Schnecken. Die harte, knorpelige Gallert mancher Algen, wie *Chaetophora* oder *Rivularia*, verhindert, dass die Radula, jenes zahnartige Organ der Schnecken, mit welchem sie Pflanzenteile zerkleinern, an die Algenzelle selbst herankommt, indem sie an der nachgiebigen, elastischen und festen Gallerthülle der Algen abgleitet. Fütterungsversuche von Schnecken waren bei verschiedenen Algen von positivem Erfolge begleitet. Aber dieser Schneckenschutz kommt nur für einige Algen in Betracht. Denn will man ein mit schleimigen Algen allzusehr erfülltes Aquarium bequem und sauber reinigen, so braucht man nur eine Anzahl Lymnaeen oder Planorben hineinzubringen, und es wird von ihnen das Reinigungsgeschäft gewissenhaft besorgt.

Schließlich stellen die Schleimhüllen der koloniebildenden Algen, Flagellaten, Radiolarien und Infusorien ein gutes Schutzmittel, gleichsam eine Sperrvorrichtung dar gegen das Verschlungenwerden durch Amoeben, ciliate Infusorien, oder durch die gefräßigen Rädertiere. Eine einzelne kleine freischwimmende Zelle kann leicht

durch die genannten Tiere verschluckt werden; eine Gallertkolonie vieler Individuen ist ein zu großer Bissen, der sich nicht ohne weiteres verspeisen lässt.

Außer als Schutzmittel dient der Schleim ferner auch zur Befestigung. Zunächst befestigen sich einzellige Organismen, wie Schizophyceen, Konjugaten u. a. mit Schleim aneinander und zwar Zelle an Zelle, so dass faden- oder flächenartige Verbände entstehen. Durch Maceration, durch Fäulnis oder durch Behandlung mit verdünnter Kalilauge wird die verbindende Kittsubstanz, der Schleim, gelöst und die Zellen fallen auseinander. Oft ist die Kittsubstanz so dünn, dass sie durch Tinktion kaum oder gar nicht wahrnehmbar ist. Bei Planktondiatomaceen, z. B. *Cyclotella planctonica*, *Lauderia* u. a. ist die schleimige Kittsubstanz oft stark entwickelt. Zwischen den Fibrillen des lamellösen Knochengewebes im tierischen Körper ist die Kittsubstanz ebenfalls nur spärlich vorhanden (25), reichlicher dagegen als intermediäre Schicht zwischen Chorion und Amnion der Säugetiere.

Mit Schleim sind flache Diatomaceen, z. B. *Cocconeis*, an *Ulva* oder anderen Algen befestigt, dass sie auf ihnen wie Schildläuse festsitzen. Mitunter wird die schleimige Kittsubstanz aber stärker und bildet Schleimpolster, oder in extremsten Fällen Schleimstiele, die sogar verzweigt sein können. Mit solchen Schleimbasalen befestigen sich außer Diatomaceen mit Infusorien, z. B. *Anthophysa*, *Rhipidodendron*, *Cladomonas*. In einem Schleimbasal sitzt *Stentor Roselii* fest. Die Turbellarien haften mit Schleim am Substrate, nicht minder auch die Schnecken, denen der Schleim an senkrechten Gegenständen als Haftmittel dient. Die mit Haftscheiben versehenen Zehen des Laubfrosches, die aus Drüsen einen zähen Schleim secernieren, befähigen das Tier zum bessern Klettern. Hierher gehören auch die fadenziehenden Schleime der Arthropoden, die von Drüsen abgesondert werden und an der Luft bald erhärten. Die Spinnen, gewisse Raupen und eine Schneckenart (*Helix nigrocinerea*) befestigen sich mit Schleimfäden, um sich an ihnen von hohen freihängenden Gegenständen herabzulassen. Die Kokons der Spinnen und vieler Insekten werden mit Schleim angekittet. Wespen kleben mit einem Schleime die einzelnen Holzpartikel beim Bau ihres Nestes zusammen, ebenso wie die Schwalben den Straßenkoth mit Schleim vermischt zum Nestbau verwenden. Die sogenannten essbaren Schwalbennester bestehen aus schleimigen Meeresalgen, die mit Speichel durchsetzt an die Felsen geheftet werden.

Auch bei manchen Sporen und Cysten sind weite Hüllen von Schleim beobachtet worden. Die Sporen der Flechtengattungen *Rhizocarpon*, *Ceratocarpus* oder *Arthropyrenia* haben mehr oder weniger dicke, charakteristische Schleimhüllen: Besonders weit und

ausgedehnt sind dieselben bei den Cysten mancher Gregarinen (11). Bekanntlich ist allen Cysten eine dicke und sehr resistente Membran eigen. Als Schutzmittel hätte deshalb eine Gallerthaut für die Cyste keine größere Bedeutung. Für Sporen und Cysten ist es aber nötig, dass sie Vorkehrungen zur Verbreitung besitzen. Dazu dient offenbar in diesen Fällen die Schleimhülle, die vermöge ihrer Viscosität beim Eintrocknen leicht an anderen Gegenständen haftet, ebenso wie die schleimumhüllten Eier der Eingeweidewürmer mit fremden Körpern leicht verschleppt werden. Mittels Schleim kleben sich übrigens auch einige Algen an die Chitinhaut von Dytisciden und anderen Wasserinsekten an und werden auf diese Weise verbreitet.

Außer als Schutz- und Befestigungsmittel kann der Schleim als bewegender Faktor wirken, wie bei einigen Algen, den Coccideen und den Gregarinen. Als Typus dieser Art Schleimfunktion möge die Sekretion des Schleimes bei sich fortbewegenden Closterien dienen, bei welchen eine lokalisierte Schleimabsonderung an den Spitzen der halbmondförmigen Zelle stattfindet, die durch Kontaktreize des Substrates hervorgerufen wird. Man kann diesen Vorgang an geeignetem Materiale, das man in flüssige Tusche gelegt hat, unter dem Mikroskope direkt beobachten, wenn man namentlich ein Okularmikrometer anwendet und das eine oder andere Ende der *Closterium*-Zelle auf einen großen Teilstrich des Mikrometers einstellt. Man beobachtet dann, wie zuerst an einem Ende eine helle Schleimkappe entsteht, die immer größer wird und sich am Substrat festklebt. Bei fortgesetzter Sekretion von Schleim schiebt sich nun das *Closterium* in entgegengesetzter Richtung nach vorn, indem sich aus der Schleimkappe allmählich ein gewundenes Schleimstielchen bildet, das immer länger wird. Das *Closterium* schiebt sich in spiraliger Richtung vorwärts, ein Umstand, der es über etwaige sich in den Weg stellende Hindernisse leicht hinweg hebt. Ist das eine Zellende in seiner Schleimbildung erschöpft und erfolgen Kontaktreize auf das andere Ende, so beginnt nun diese Schleim abzuscheiden, zuerst eine Kappe und darauf ebenfalls ein gewundenes Schleimstielchen, wodurch die Richtung des bewegten *Closteriums* eine wesentlich andere wird als zuvor. Durch diese stielbildende Schleimsekretion werden die Desmidiaceen und andere Algen aus dem sie bedeckenden Schlamme oder den sie überwuchernden Wasserpflanzen empor zum Lichte gehoben, das sie zur Assimilation gebrauchen, oder sie gelangen in sauerstoffreichere Wasserschichten. Auch bei Diatomaceen, bei *Spirogyra*, bei *Oscillatoria*- und *Nostoc*-Fäden hat man Eigenbewegung beobachtet, doch bedarf dieselbe noch genauerer Untersuchung, da es fraglich ist, ob diese allein durch Sekretion und Quellung des Schleimes hervorgerufen wird. Bei

Coccidien und Gregarinen dürfte dasselbe in der That der Fall sein.

Nicht selten kommt der Schleim weniger als ein die Bewegung hervorbringendes als ein die Bewegung förderndes Agens in Betracht. Sowohl die sich fortbewegenden Algen, ebenso wie die Amoeben, Gregarinen, Hirudineen, Regenwürmer, Schnecken, Fische etc. haben in dem sie umhüllenden Schleime ein Mittel, den Reibungskoëffizienten ihres Körpers mit dem Substrate in den viel geringeren Koëffizienten ihres Körpers mit dem Schleime umzuwandeln. Wie eine Oelschicht zwischen Achse und Rad die Reibung auf ein Minimum reduziert, so wirkt die Schleimhülle der genannten Organismen ebenfalls auf die Reibung derselben mit dem berührten Medium. Die Fische vermögen durch ihre Schleimüberzüge pfeilschnell durchs Wasser zu schießen. Den aalartig schwimmenden Hirudineen wird, da der Schleim die Ringfalten ihres Körpers ausgleicht, das Schwimmen erleichtert. Die Schnecke gleitet gleich dem Regenwurm bedeutend leichter mittels des Schleimes über die Unebenheiten des Bodens. Die entoparasitischen Cyclostomen unter den Fischen, z. B. *Myxine*, befähigt ihre äußerst schleimige Haut, sich leichter im Körper ihres Wirtes fortzubewegen. Auch der Verdauungstraktus der Wirbeltiere ist deshalb mit Schleim ausgekleidet, dass der Darminhalt leicht hindurchgleiten kann. Durch den Schleim werden auch die von ihm bedeckten Organe vor Abnützung bewahrt; sie erhalten Weichheit und größere Geschmeidigkeit.

Endlich ist noch der Schleim ein Mittel zur Erhöhung der Schwebefähigkeit. Er wirkt als hydrostatischer Apparat bei Planktonorganismen. Brandt hat gefunden (2), dass sowohl die Schleimhülle als auch die klebrige, gallertartige Vakuolenflüssigkeit bei Kolliden und Sphaerozoëen ein wenig spezifisch leichter als das Meerwasser ist. Bei Einwirkung von Schüttelbewegung, beispielsweise durch starken Wellenschlag, wird die schleimige Vakuolenflüssigkeit aus den Vakuolen entleert, und die Organismen sinken so tief unter, bis die Reize der Schüttelbewegungen aufhören. Dann wird neue Vakuolenflüssigkeit abgesondert und die Organismen steigen wieder höher. Auch die Schleimhülle soll durch Reize verändert werden. Außer den genannten Radiolarien finden sich Schleimhüllen auch bei manchen Phaeodarien und Acanthometriden, ferner bei Heliozoen, Globigerinen und bei verschiedenen Peridineen. Von den blaugrünen, grünen und braunen Algen des marinen wie des Süßwasserplanktons sind eine Menge mit Schleimhüllen umgeben, wie *Halyarachne*, *Anabaena*, *Sphaerocystis*, *Phaeocystis* u. a. Die Medusen, Ctenophoren, Pterophoren und Appendikularien haben zwischen dem lockeren Bindegewebe ihres Körpers sehr wasserreichen Schleim eingelagert,

der sie zum Schweben befähigt und ihren Körper durchsichtig macht.

Eine besondere Einrichtung, an der Oberfläche des Wassers schwimmend zu treiben, findet sich bei einem Infusor, nämlich bei *Stichotrichia socialis*. Mittels eines Schleimscheibchens und eines daran befestigten Stieles hängen sich zahlreiche Individuen einer Kolonie an der Oberfläche des Wassers wie an einem Schwimmer auf, ebenso wie dies Diatomeen und Konfervaceen und Hydren an der Unterseite von *Lemna*-Arten thun, die auf der Wasseroberfläche schwimmen. An einem mit Luftblasen durchsetzten Gallertstiele, der später erhärtet, hängt eine marine Schnecke, *Janthina fragilis*, ihre Eier wie an einem schwimmenden Floss auf. Auch die sogenannte Flasche der Siphonophoren ist eine von schleimigen Bindegeweben durchsetzte, mit Luft gefüllte Blase, die das Schwimmen dieser Meerestiere erleichtert. [27]

## Litteraturnachträge.

Bezüglich der ausführlichen Litteraturangaben über Schleim verweise ich auf das Verzeichnis am Schlusse meiner Abhandlung: Untersuchungen über Gallertbildungen bei den Algen. — Verhandl. d. naturh.-med. Vereines zu Heidelberg. N.F., VII. Bd., 1901, und ich füge an dieser Stelle nur einige Ergänzungen nachträglich hinzu:


1. Bernard, H. und Bratuschek, C., Der Nutzen der Schleimhüllen für die Froscheier. — Biol. Centralbl. Bd. XI, 1891.
2. Brandt, C., Ueber die Ursache des geringen spezifischen Gewichtes der Vakuolenflüssigkeit bei Meerestieren. — Biol. Centralbl. Bd. XV, 1895.
3. Bütschli, O., Ueber Strukturen künstlicher und natürlicher quellbarer Körper. — Verhandl. d. naturh.-med. Vereines zu Heidelberg, N.F., Bd. V, 1899.
4. Frank, A. B., Zur Kenntnis der Pflanzenschleime. Leipzig 1865.
5. Ders., Ueber die anatomische Bedeutung und die Entstehung der vegetabilischen Schleime. — Pringsheim's Jahrb. f. wissensch. Bot., Bd. V, 1866.
6. Ders., Chemische Untersuchung der vegetabilischen Schleime. — Jahrb. f. prakt. Chemie XCV.
7. Hofmeister, W., Ueber die zu Gallerte aufquellenden Zellen der Außenfläche von Samen und Pericarpien. Dresden 1858.
8. Höber, R., Physikalische Chemie der Zelle und der Gewebe. Leipzig 1902.
9. Janse, J. M., Die Permeabilität des Protoplasmas. Amsterdam 1888.
10. Kirchner, W., Untersuchungen über Pflanzenschleim. Göttingen 1874.
11. Lang, A., Lehrbuch der vergleichenden Anatomie der wirbellosen Tiere. II. Protozoen. Jena 1901.
12. Lütkemüller, J., Die Zellmembran der Desmidiaceen. — Cohn's Beiträge zur Biologie der Pflanzen 1902.
13. Maurer, R., Ueber das Verhältnis der Querkontraktion zur Längendilatation bei Stäben aus Leimgallerte. Leipzig 1886.
14. Maximow, A., Beiträge zur Histologie und Physiologie der Speicheldrüsen. — Archiv f. mikrosk. Anat. Bd. 58.
15. Migula, W., Beiträge zur Kenntnis des *Gonium pectorale*. — Bot. Centralbl. Jahrg. 11, 1890.
16. Müller, Erik, Drüsenstudien. — Arch. f. Anatomie u. Physiologie, anat. Abt. 1896.

17. Ders., Ueber Sekretcapillaren. — Arch. f. mikrosk. Anatomie Bd. 45.
18. Nadelmann, H., Ueber Schleimendosperme der Leguminosen. Berlin 1890.
19. Overton, E., Studien über die Aufnahme der Anilinfarben durch die lebende Zelle. — Pringsheim's Jahrb. Bd. 34, Leipzig 1900.
20. Pauli, W., Der kolloidale Zustand und die Vorgänge in der lebendigen Substanz. — Naturw. Rundsch. XVII. Jahrg. 1902.
21. Pringsheim, N., Ueber chemische Niederschläge in Gallerte, 1895.
22. Reinke, J., Untersuchungen über Quellung einiger vegetabilischer Substanzen. Bonn 1879.
23. Rollet, H., Mucin als Kittsubstanz. — Sitzungsber. d. Kais. Akad. d. Wissensch. Wien, Bd. 39.
24. Rosenberg, O., Ueber Membranschleime der Pflanzen. — Bihanc t. K. Svenska Vet.-Akad. Handlingar, Bd. 23 u. 24, 1897/98.
25. Schaffer, J., Grundsubstanz, Intercellularsubstanz u. Kittsubstanz. — Anat. Anzeiger, 19. Bd.
26. Schröder, B., Ueber die chemische Verwandtschaft der tierischen Mucine mit den pflanzlichen Pectinen. — Bot. Centralbl. Beihefte 1901, Bd. X.
27. Schuberg, A., O. Bütschli's Untersuchungen über den Bau quellbarer Körper und die Bedingungen zur Quellung. — Zool. Centralbl., VII. Jahrg.
28. Walliczek, Studien über den Membranschleim vegetativer Organe. — Pringsheim's Jahrb. f. wiss. Bot., Bd. 25, 1893.
29. Zimmermann, Beiträge zur Kenntnis einiger Drüsen. — Arch. f. mikrosk. Anat. Bd. 52.

---

## Entstehung der Arten durch physiologische Isolierung.

Von Direktor Wilhelm Petersen in Reval.

Man kann es seit einiger Zeit als einen charakteristischen Zug in der systematischen Entomologie bezeichnen, dass in besonders schwierigen Fällen zur Unterscheidung nahe verwandter, sonst schwer zu trennender Arten die äußeren Sexualorgane benützt werden.

Während schon früher die Analanhänge z. B. bei Neuroptern und Coleoptern mit Erfolg in schwierigen Gruppen zur Artunterscheidung herangezogen wurden, hat man in der neuesten Zeit auch in der Ordnung der Lepidoptern den Strukturverschiedenheiten der letzten Abdominalsegmente größere Aufmerksamkeit zugewandt und hier eine Fundgrube morphologisch interessanter Details aufgedeckt. Freilich war der erste Versuch Lederer's, die Analklappen bei den Noctuen systematisch zu verwerten, entschieden als gescheitert anzusehen. Aber er suchte eben nach Merkmalen in diesen Organen, die eine Zusammenfassung zu höheren systematischen Kategorien ermöglichen sollten, und da musste gerade die große Verschiedenheit in den wesentlich erscheinenden Teilen bei ganz nahestehenden Arten als großes Hindernis für systematische Zwecke empfunden werden. Eine fortgesetzte Untersuchung dieser Anhangsorgane ergab die interessante Thatsache, dass bei ganz nahestehenden Arten derselben Gattung die Formverschiedenheit dieser Teile bisweilen größer sind, als etwa zwischen

# ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Biologisches Zentralblatt

Jahr/Year: 1903

Band/Volume: 23

Autor(en)/Author(s): Schröder Bruno [Ludwig Julius]

Artikel/Article: Ueber den Schleim und seine biologische Bedeutung. 457-468