© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

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.

Der Abonnementspreis für 24 Hefte beträgt 20 Mark jährlich.

Zu beziehen durch alle Buchhandlungen und Postanstalten.

Die Herren Mitarbeiter werden ersucht, alle Beiträge aus dem Gesamtgebiete der Botanik an Herrn Prof. Dr. Goebel, München, Luisenstr. 27, Beiträge aus dem Gebiete der Zoologie, vgl. Anatomie und Entwickelungsgeschichte an Herrn Prof. Dr. R. Hertwig, München, alte Akademie, alle übrigen an Herrn Prof. Dr. Rosenthal, Erlangen, Physiolog. Institut einsenden zu wollen.

Bd. XXX. **15. Mai 1910.** **№ 10.**

Inhalt: **Mereschkowsky**, Theorie der zwei Plasmaarten als Grundlage der Symbiogenesis, einer neuen Lehre von der Entstehung der Organismen (Fortsetzung). — **Loeb**, Über den autokatalytischen Charakter der Kernsynthese bei der Entwickelung. — **Hornyold**, Über die Funktion und Autotomie der gemmiformen (globiferen) Pedicellarien.

Theorie der zwei Plasmaarten als Grundlage der Symbiogenesis, einer neuen Lehre von der Entstehung der Organismen.

Von Prof. Dr. C. Mereschkowsky.

(Schluss).

Die Cyanophyceen.

Obgleich direkte Versuche über Assimilation des Kohlenstoffes durch die Cyanophyceen, soviel mir bekannt, nicht ausgeführt worden sind[79]), aber die Anwesenheit von Chlorophyll in ihnen und die Fähigkeit, Sauerstoff am Lichte zu produzieren, welche leicht durch die Bakterienmethode zu bestimmen ist, beweist zur Genüge, dass auch diese Organismen sich als autotrophe in Beziehung zur Assimilation des Kohlenstoffes zeigen.

Sind die Cyanophyceen auch autotroph in bezug auf die Assimilation des Stickstoffes?

Man hat viel Grund, zu glauben, dass sie ohne fertiges Eiweiß leben können, ihr Eiweiß selbst aus anorganischen Stoffen aufbauend. Darauf weist z. B. der Umstand hin, dass sie sich häufig in unge-

79) Kohl, F., Über die Organisation und Physiologie der Cyanophyceenzelle. 1903.

©Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

heurer Menge im offenen Meere vermehren, die rote oder gelbe Farbe des Meereswassers bedingend; aber im offenen Meere kann das Wasser schwerlich eine so große Menge stickstoffhaltiger organischer Stoffe enthalten. Wir besitzen übrigens direkte Versuche von Loew, welche zeigen, dass *Nostoc* Stickstoff assimilieren kann, als Quelle des Stickstoffes nur ein unorganisches Salz erhaltend; diese Cyanophycee vermehrte sich stark in 0,1 % Lösung von KNO_3.

Man hat sogar einigen Grund zu glauben, dass auch die Cyanophyceen, ähnlich den Bakterien und Pilzen, freien Stickstoff der Luft assimilieren können[81]). Darauf weist der Umstand, dass die Cyanophyceen sich in Wurzeln aller Cicadeen finden, auf denselben besondere korallenartige Auswüchse bildend. Diese Auswüchse kommen oft üppig auf die Oberfläche der Erde und die Gärtner vermeiden es sorgfältig, sie zu beschneiden, weil sie es als schädlich für die Pflanze ansehen, voraussetzend, dass die Wurzeln der Cicadeen vermittelst dieser Auswüchse atmen. Diese Erklärung ist natürlich nicht richtig, aber ihr Nutzen für die Pflanze augenscheinlich und Koch[82]) bemerkt dazu, „man geht wohl in der Annahme nicht fehl, daß sie auch mit der Stickstoffernährung der Pflanzen in Zusammenhang stehen", d. h. dass ihre Rolle den Pilzen der Mykorrhizen analog ist, indem sie in Bindung des freien Stickstoffes besteht.

Die Chromatophoren.

Dass die Chromatophoren die Fähigkeit haben, Kohlensäure zu assimilieren und aus diesem Gas und Wasser komplizierte Moleküle von organischen Stoffen und zwar Kohlehydraten — aufzubauen, ist eine bekannte Tatsache.

Weniger bekannt ist es, ob die Chromatophoren aus unorganischen Stoffen die noch komplizierteren Moleküle des Eiweißes aufbauen können. Es existieren nicht ganz stichhaltige Hinweise

---

80) Loew, O., Verhalten niederer Pilze gegen anorganische Stickstoffverbindungen. Biol. Centralbl., Bd. X, 1890, S. 591.

81) Siehe die Versuche von Bouilhac und Giustiniani (L'année biologique, 1903, S. 204), welche beweisen, dass *Nostoc* und *Anabaena* sich kräftig in einem Medium, welches ganz stickstofffrei ist, entwickeln können; den ihnen nötigen Stickstoff schöpfen sie aller Wahrscheinlichkeit nach aus der Luft. Leider war diese Cyanophyceenkultur nicht frei von Bakterien und deshalb ist es möglich, dass die Assimilation des Stickstoffes nicht nur von den Cyanophyceen, sondern auch von den Bakterien ausgeführt wurde, oder sogar nur von letzteren.

Schwerwiegendere Tatsachen gibt Beijerinck, nach welchem *Nostoc* und *Anabaena*, zwei Cyanophyceen, imstande sind, selbständig Stickstoff der Atmosphäre zu fixieren (Beijerinck, Centralbl. f. Bakteriol., Bd. VII, 1901, S. 562). Aber Czapek (Biochem. d. Pflanzen, Bd. II, S. 230) zählt auch diese Versuche, welche nicht von den nötigen Analysen unterstützt wurden, als ungenügend überzeugend.

82) Koch, A., Der Kreislauf des Stickstoffes, in Lafar, Handb. d. techn. Mykologie, Bd. III, Jena 1904, S. 64.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

darauf, dass die Synthese des Eiweißes gerade in den Chromatophoren vor sich geht: dort, wo ihrer am meisten sind — wie in den Blättern —, zeigt sich auch Eiweiß, andererseits sehen wir, dass der Salpeter, welcher zum Aufbau der Eiweißmoleküle dient und welcher leicht in der ganzen Pflanze nachgewiesen werden kann, plötzlich in den Blättern, wo der Salpeter zum Aufbau des Eiweißes assimiliert werden muss, verschwindet. Und gleichzeitig vergrößert sich in den Blättern die Eiweißmenge. Endlich, wie es Sachs[83]) zuerst gezeigt hat, gehen die Proteinstoffe aus den Blättern, und in ihnen bilden sich hauptsächlich auch die Amide, welche als der erste Schritt zur Bildung von Eiweißstoffen erscheinen. Und so weist alles darauf hin, dass die Bildung des Eiweißes in den Blättern Platz hat, aber in den Blättern ist auch am meisten Chlorophyll vorhanden, in den Zellen des Blattes sind hauptsächlich die Chromatophoren konzentriert[84]). Alles das gibt uns einigen Grund auf die Frage, „können die Chromatophoren Eiweißmoleküle aufbauen?“ — in bejahendem Sinne zu antworten.

Diese Frage musste nun aber nicht in der Weise gestellt werden, wie sie oben gestellt wurde; richtiger wäre es, dieselbe auf folgende Art zu stellen:

Wer vollführt in der Pflanzenzelle die Synthese des Eiweißes, sind es die Chromatophoren (Mykoplasma), oder ist es das Cytoplasma der Zelle (Amöboplasma)? Es ist nun gar keine schwierige Aufgabe, auf solch eine Frage eine entscheidende Antwort zu geben; wir hätten nur aus der Pflanzenzelle, welche die Synthese des Eiweißes aus unorganischen Substanzen herstellt, die Chromatophoren zu entfernen und zu beobachten, ob dann die Zelle diese Synthese weiter fortsetzen wird oder nicht. Wenn sie nach dieser Operation nicht imstande ist, es weiter zu machen, so besitzt nicht das Cytoplasma die Fähigkeit, Eiweiß aus Salzen und Gase aufzubauen, sondern diese Fähigkeit kommt nur den Chromatophoren zu.

Aber wie könnte man eine so delikate Operation, wie das Entfernen der Chromatophoren aus der lebenden Zelle ausführen, ohne diese Zelle selbst zu schädigen? Und ist überhaupt ein derartiges Experiment möglich?

Es zeigt sich nun, dass so was möglich ist. Solch ein Experiment wurde schon längst und mit unnachahmlicher Kunst vom größten aller Experimentatoren, dessen Namen die Natur ist, ausgeführt.

---

83) Sachs, J., Vorlesungen über Pflanzenphysiologie, Leipzig 1882. — Siehe auch Pfeffer, W., Pflanzenphysiologie, Leipzig, Bd. I, 1897, S. 402, und Czapek, F., Biochem. d. Pflanzen, Bd. II, Jena 1905, S. 211.

84) Wenn sich in den Pflanzenwurzeln auch Eiweißstoffe bilden und dabei augenscheinlich nur aus Amiden, so haben ja die Wurzeln auch Plastiden.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Es gibt einige Diatomeen, welche zur Gattung *Nitzschia* gehören, wie z. B. *N. leucosigma* Benecke und *N. putrida* Benecke[85]), welche unter dem Einflusse des Lebens in schmutzigem Wasser, welches organische Stoffe gelöst enthält, ihr Endochrom verloren haben und es so gründlich verloren haben, dass man dieselben mit keinen Mitteln restaurieren kann. Den Verlust des Endochroms kann man auch bei vielen anderen Diatomeen erreichen, indem man sie in Lösungen, welche organische Stoffe enthalten, kultiviert, aber dabei bleiben, wie Karsten[86]) gezeigt hat, Reste von Chromatophoren, entweder als farblose Plättchen oder in Form von farbigen, aber sehr kleinen Körperchen übrig. Diese reduzierten Chromatophoren nehmen, bei Kultivierung der Diatomeen in einer Lösung, welche nur unorganische Stoffe enthält, wieder ihre frühere normale Größe und Form an. — Dies geschieht aber nicht mit *Nitzschia putrida*. Hier wirkte der Einfluss der organischen Nahrung, d. h. der Einfluss der heterotrophischen Nahrung, so lange Zeit, dass sich aus den farbigen Diatomeen eine besondere farblose Art entwickeln konnte, bei welcher jede Spur von Chromatophoren für immer verschwunden war und darum können die Chromatophoren unter keiner Bedingung wieder hergestellt werden.

Die Natur hat für uns ein Experiment gemacht, welches wir nicht imstande wären, selbst zu machen: sie nahm aus den Zellen die Chromatophoren so vorsichtig heraus, dass die Zelle selbst dabei gar nicht verletzt wurde.

Es bleibt uns nur diese Zelle mit dem unverletzten, normalen Amöboplasma, welches in sich kein Mykoplasma mehr in Form von Chromatophoren enthält, in einer Flüssigkeit, welche nur unorganische Stoffe enthält, zu kultivieren und zu sehen, ob die Zelle jetzt imstande ist, Eiweiß aus unorganischen Stoffen zu produzieren, d. h. ob sie unter solchen Bedingungen leben und sich vermehren kann oder nicht.

Das ist nun von Karsten gemacht worden, obschon dieser Autor gar nicht die Aufgabe im Auge hatte, welche uns hier interessiert. Und was zeigte sich? „In reinem Meerwasser gingen die Individuen stets bereits innerhalb 24 Stunden zugrunde. Dagegen hielten sie sich auch in schwächeren Nährlösungen, die Traubenzucker, Asparagin, Glykokoll, Pepton, Glyzerin enthielten, im Licht wie im Dunkeln ganz gut und zeigten mehr oder weniger lebhafte Bewegungen[87]).“

---

85) Benecke, W., Über farblose Diatomeen der Kieler Föhrde. Pringsheim's Jahrb. f. wissensch. Botanik, Bd. 35, 1900, S. 536.

86) Karsten, G., Über farblose Diatomeen. Flora oder allgem. botan. Ztg., Bd. 89, 1901, S. 404.

87) Karsten, G., Über farblose Diatomeen. Flora oder allgem. botan. Ztg., Bd. 89, 1901, S. 426.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Aus diesen Versuchen, deren wichtige Bedeutung augenscheinlich Karsten selbst entgangen war, wird es klar, welcher Teil der Zelle der Diatomeen es eben ist, der die Synthese des Eiweißes aus unorganischen Stoffen vollführt: diese Funktion kommt ausschließlich nur den Chromatophoren zu[88]). Das Amöboplasma der Diatomeenzelle ist dazu nicht fähig; sie kommt vor Hunger um, wenn man ihr nicht fertige organische Stoffe gibt[89]).

Auf diese Weise können wir folgende Formel aufstellen:

Diatomeen—Chromatophoren = Tiere

und davon

Tiere + Chromatophoren = Pflanzen.

So sehen wir denn, dass auf dem ganzen Gebiete des Mykoidenreiches, wie bei den freilebenden Vertretern — Bakterien, Pilzen, Cyanophyceen —, ebenso auch bei den symbiotisch lebenden Vertretern (Chromatophoren) uns zahlreiche Beispiele der autotrophen Ernährung vorliegen, d. h. der Fähigkeit des mykoiden Plasmas, komplizierte organische Stoffe aus einfachen unorganischen Körpern aufzubauen. Und wenn wir gleichzeitig nicht ein einziges ähnliches Beispiel unter den aus Amöboplasma gebauten Organismen sehen, so schließen wir eben mit Recht, dass beide Plasmas, das Mykoplasma und das Amöboplasma grundverschieden voneinander sein müssen, dass das Reich der Mykoiden aus einem ganz anderen Plasma gebaut ist als das Tierreich und das Pflanzenreich.

V. Die Bewegung.

Das Amöboplasma besitzt die Fähigkeit, sich aktiv zu bewegen, entweder in Form von amöbenartigen Formveränderungen oder in

88) Dieses ist eben so klar und unzweifelhaft, wie folgender Versuch es wäre: nehmen wir an, wir haben ein beleuchtetes Zimmer, in welchem auf dem Tische eine Lampe brennt; wenn wir die Lampe aus dem Zimmer forttragen und das Zimmer vollständig in Finsternis gehüllt ist und wenn wir diesen Versuch mit demselben Resultate mehrere Male wiederholen, so haben wir natürlich das Recht, zu behaupten, dass das Licht im Zimmer von der Lampe ausgeht. Dieser Schluss wird unbedingt richtig sein und genau in demselben Grade zeigt sich der Schluss aus den Versuchen Karsten's richtig und unzweifelhaft, dass die Assimilation des Eiweißes bei den Diatomeen durch ihre Chromatophoren und nur durch diese vollbracht wird. Aber wenn die Chromatophoren solch eine Rolle bei den Diatomeen spielen, so müssen sie natürlich dieselbe Rolle auch bei allen anderen Pflanzen spielen. — Auf diese Weise haben wir jetzt einen dierekten Beweis, dass die Synthese des Eiweißes in den Pflanzen in den Chromatophoren vorgeht.

89) Leider hat Karsten nicht den Versuch angestellt, *Nitzschia putrida* in einer Lösung, welche unorganische Salze und irgendeinen Kohlenwasserstoff, z. B. Zucker, enthielt, zu kultivieren. Dann wäre noch eine zweite Frage gelöst: Kann eine Diatomee, welche ihren Endochrom verloren hat, wie ein Pilz leben, d. h. sein Eiweiß aus unorganischen Stoffen bauen, eine fertige organische Quelle für Kohlenstoff erhaltend. Es wäre im höchsten Grade interessant, einen ähnlichen Versuch auszuführen.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Form von Muskelkontraktionen; auch bildet häufig das Amöboplasma pulsierende Vakuolen. Das Mykoplasma ist vollständig unfähig zur amöbenartigen Bewegung und bildet nie pulsierende Vakuolen.

Von Tieren ist hier nicht die Rede, da ihre Fähigkeit zur Bewegung von alters her als unterscheidende Eigentümlichkeit des Tierreichs vor dem Pflanzenreiche angesehen wurde. — Aber auch unter den Pflanzen sind die Bewegungen verbreiteter als man gewöhnlich denkt und das Plasma der Pflanzenzelle bewegt sich oft innerhalb der Zelle ganz nach Art einer Amöbe oder eines Wurzelfüßers. Die amöbenartige Bewegung des Plasmas kann man z. B. bei den Diatomeen beobachten, wo es die Ursache der Ortsveränderung der Alge ist, weiter bei den grünen Algen aus den Gruppen *Siphonales* und *Siphonocladales*; so ist z. B. bei der großen einzelligen, aber vielkernigen Alge *Caulerpa* die ganze innere Zone von Protoplasmasträngen durchzogen und in diesen letzteren bemerkt man sichtbare Strömungen des Protoplasmas. Sehr leicht kann man auch die Bewegung des Protoplasmas bei den Phycomyceten beobachten, welche, wie jetzt von allen anerkannt ist, nicht Pilze, sondern sich entfärbt habende Algen sind. Besonders bequem ist die Bewegung bei *Saprolegnia* zu beobachten. Bei einem anderen Phycomyceten, *Monoblepharis*, besitzen die Spermatozoiden amöbenartige Bewegung, sie kriechen ganz wie kleine Amöben auf den Oogonien umher. Bei der grünen Alge *Draparnaldia* sind die Gameten anfangs mit Geißelfäden versehen, sie verlieren dieselben aber schließlich und ihre weitere Annäherung und Kopulation geht mit Hilfe von amöbenartigen Bewegungen vor sich. Bei den Characeen ist die Kreisbewegung des Plasmas eine der interessantesten Erscheinungen, welche man unter dem Mikroskope beobachten kann. Aber auch bei den höheren Blütenpflanzen bilden die Bewegungen des Protoplasmas kreisförmige, wie bei der *Valisneria spiralis* und *Hydrocharis*, oder strömende, wie in den Härchen auf den Staubfäden von *Tradescantia virginica*, auf der Nessel, dem Kürbis u. s. w. eine ganz verbreitete Erscheinung[90]).

Hierbei muss man im Auge behalten, dass die Bewegung des Protoplasmas in den Pflanzenzellen zweifacher Art ist: primäre

---

90) Siehe hinsichtlich dieser Frage Wigand, Botan. Hefte, Forsch. a. d. botan. Garten zu Marburg. 1. Heft, 1885, wo alle bekannten Fälle von Bewegung des Plasmas in Pflanzenzellen zusammengestellt und klassifiziert sind.

Die von Keller ausgesprochene Ansicht in bezug darauf, dass alle Bewegungen des Plasmas in den Pflanzenzellen zu den sekundären Bewegungen gehören, d. h. durch Zerreißung der Gewebe und Verletzung hervorgerufen sind, erscheint ohne Zweifel als übertrieben und einseitig. Für unseren Zweck hat übrigens diese Frage keine Bedeutung. Für uns ist nur wichtig zu wissen, hat das Plasma überhaupt eine amöbenartige Bewegung, welcher Art es auch sei, primärer oder sekundärer.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

oder beständige, d. h. solche, welche normalerweise in jeder unbeschädigten Zelle besteht und sekundäre, welche nur unter der Wirkung irgendwelcher äußerer Einflüsse auftritt, z. B. bei Anfertigung eines Schnittes oder unter der Einwirkung starker Veränderungen der Luft- und Temperaturbedingungen. Und wenn man auch diese Bewegung des anormal erregten Plasmas, welches sich unter gewöhnlichen Bedingungen in Ruhe befindet, in Betracht zieht, so ist die Anzahl der Fälle von amöbenartiger Bewegung des Pflanzenplasmas eine gerade ungeheurre.

Außer der amöboiden Bewegung und den Muskelkontraktionen, welche von den ersten abgeleitet werden können, besitzt das Amöboplasma noch eine sehr eigentümliche Bewegung, die sich als kontraktile Vakuolen kundgibt. Fälle, in welchen solche Vakuolen bei niederen Tieren vorkommen, sind allgemein bekannt. Aber auch unter niederen Pflanzen sind sie sehr verbreitet, nämlich in ihrem beweglichen Zustande — in Zoosporen und Gameten. Bei den höheren Tieren und Pflanzen verschwinden die kontraktilen Vakuolen; bei den ersteren, weil zur Ausscheidung der Zerfallprodukte verschiedene komplizierte Apparate in Tätigkeit treten, bei der zweiten infolgedessen, dass sich auf der Oberfläche der Zellen eine Zelluloseschicht bildet, welche von außen das Plasma fest einhüllt und das Funktionieren ähnlicher Organe der Ausscheidung unmöglich macht.

Sehen wir jetzt, wie die Dinge im Reiche der Mykoiden stehen.

Die Pilze haben ein vollständig unbewegliches Plasma, es sind keine Spuren von amöbenartiger Bewegung vorhanden und ebenso sind nie in ihr kontraktile Vakuolen bemerkbar.

Wenn irgendwelche Bewegungen innerhalb der Hyphen der echten Pilze beobachtet wurden, so scheinen diese Bewegungen, wie es Ternetz[92]) sehr wahrscheinlich gemacht hat, keine aktiven, den Bewegungen des amöboiden Plasmas ähnliche, sondern passive, bedingt durch den Zustand des Turgors in den Zellen, zu sein. Entsprechend diesem ist ihr Charakter auch ein ganz anderer, als der Charakter der amöboiden Bewegungen in den Pflanzenzellen, hier drängt sich die ganze Masse des Protoplasmas ähnlich wie

91) Hauptfleisch sagt: Die Strömung des Plasmas ist also in allen Gewebeformen vorhanden, sie fehlt in keiner (Hauptfleisch, P., Untersuchungen über die Strömung des Protoplasmas in behäuteten Zellen. Pringsh. Jahrb. f. wissensch. Botan., Bd. XXIV, 1892, S. 185).

92) Ternetz, Ch., Protoplasmabewegung und Fruchtkörperbildung bei *Ascophanus corneus* Pers. Pringsh. Jahrb. f. wissensch. Botan., Bd. XXXV, 1900, S. 273. Ähnliche Bewegungen beobachtete Woronin an einem anderen Ascomyceten (*Ascobolus pulcherrimus* (Woronin, M., Beiträge zur Morphologie und Physiologie der Pilze, II. Reihe).

Ähnliche Bewegungen passiven Charakters beobachtete Arthur bei *Rhizopus nigricans* (Arthur, J., Annals of Botany, Bd. XI, 1897).

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Ebbe und Flut, bald in eine Richtung, bald wieder in die andere zurück[93]).

Die Cyanophyceen[94]) besitzen auch durchaus keine Bewegung des Plasmas, ebenso wie dieselben den Chromatophoren[95]) mangelt. — Auch haben weder die einen noch die anderen kontraktile Vakuolen.

Was die Bakterien anbelangt, so haben dieselben ebenfalls keine Spur von amöbenartiger Bewegung und die kontraktilen Vakuolen mangeln ihnen gänzlich.

Viele Bakterien bewegen sich aber als Ganzes mit Hilfe der Geißelfäden. Auf den ersten Blick unterscheiden sich diese Bewegungen gar nicht von ähnlichen Bewegungen der Zoosporen, Infusorien oder Spermatozoiden. Wenn man aber aufmerksamer hinsieht, so kann man sehr wichtige und wesentliche Unterschiede zwischen den Geißelfäden der Bakterien und den Geißelfäden der Amöboiden finden.

Die Geißelfäden der Amöboiden können als veränderte Filipodien, d. h. als dünne, fadenförmige Pseudopodien der Wurzelfüßer, Heliozoa und Radiolarien betrachtet werden[96]). Bei der Mehrzahl der Filipodien und bei allen typischen Geißelfäden des flimmernden Epithels existiert eine festere Zentralachse, welche sich

---

93) In bezug darauf, dass man in der Literatur bisweilen ausführliche Beschreibungen der amöboiden Bewegungen bei Pilzen begegnet, begründet auf Missverständnisse ist es unumgänglich, wegen dieser Hinweise an Hoffmann zu erinnern. „Das Plasma der Sporen und der Keimfäden ist kontraktil und beweglich wie tierische Sarcode. Beides ist freilich nicht unmittelbar sichtbar, denn die Bewegung ist noch weit langsamer als die eines Uhrzeigers; aber nach einigen Stunden schon sieht man, wie das Plasma, mit der Verlängerung des Fadens vorwärtsschreitend, die vorhin noch von ihm erfüllten Teile des Fadens oft in integro (z. B. bei *Agaricus Oreades*) verlassen hat. Die Bewegung ist als fließend zu bezeichnen“ (Hoffmann, H., Untersuchungen über die Keimung der Pilzsporen. Pringsh. Jahrb. f. wissenschaftl. Botan., Bd. II, 1860, S. 318).

Aus dieser Beschreibung wird es klar, dass wir es in gegebenem Falle mit Wachstum, aber gar nicht mit amöboider Bewegung zu tun haben. Das Plasma der Pilze wächst, aber bewegt sich nicht „wie tierische Sarcode“.

94) Bei einigen fadenförmigen Cyanophyceen, z. B. bei *Oscillaria*, *Beggiatoa* und *Spirochaete* (die beiden letzten Formen zähle ich nicht zu den Bakterien, obschon sie farblos sind; es sind farblos gewordene Cyanophyceen) bemerkt man eine Bewegung des ganzen Fadens, eine vorwärtsgehende und eine rückschreitende, welche, wie es scheint, bedingt sind von der Schleimproduktion auf der Oberfläche der Fäden; außerdem beobachtet man aber noch eine schlangenförmige Bewegung, deren Ursache vollständig unbekannt bleibt.

95) Die Veränderung der Form bei den Chromatophoren sind sehr bedeutende und gehen bisweilen, wie z. B. bei der Teilung der Diatomeen, verhältnismäßig sehr schnell vor sich, aber auch hier haben wir es mit einer Wachstumserscheinung oder Teilung zu tun, aber nicht mit echter amöboider Bewegung, da die Veränderung der Konturen immerhin äußerst langsam vor sich geht und sehr passiven Charakter hat. Senn's Beobachtungen widersprechen diesem Satze meiner Meinung nach nicht.

96) Gurwitsch, A., Morphologie und Biologie der Zelle. Jena 1904, S. 38 ff.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

ins Innere des Protoplasmakörpers in der Zelle fortsetzt, entweder im Kern oder in irgendeinem festen, sich stark färbenden Körper endend. Belajeff[97]) hat bewiesen, dass die Geißelfäden bei den Spermatozoiden der Wasserfarne an ihrer Basis in dunkelgefärbte Körper übergehen, die Webber zuerst Blepharoplasten nannte und welche, wie Belajeff gezeigt hat, von Centrosomen abgeleitet werden können. Zu dieser Anschauung neigt auch Ikeno[98]), welcher dieses in bezug auf Cycadeen bewies, in letzter Zeit aber auch in bezug der Lebermoose (*Marchantia*) feststellte. — Bei der *Marchantia* bleibt bei der Teilung der Zelle des Anteridiums, das Centrosom nach Verschwinden der Spindel und bildet die Geißelfäden der Spermatozoiden, und dasselbe wurde mit großer Deutlichkeit für die Zoosporen der Myxomyceten von zwei Beobachtern Plenge und E. Jahn[99]) bewiesen. Bei der Teilung des Zellkernes bei den Zoosporen zeigen sich auf den Spitzen der Spindel Centrosomen und nach der Teilung entlässt jede Centrosome einen Geißelfaden, welcher mit dem Kern durch die entsprechende Hälfte der Spindel verbunden bleibt.

Wenn man sich vergegenwärtigt, dass bei den Spermatozoiden der verschiedenartigsten Tiere (Mensch, Ratte, Salamander, Schmetterling, Helix) die Achse des Spermatozoidenfadens aus der Centrosome (richtiger aus der Centriole)[100]) entspringt, dass weiter der Achsenteil des Pseudopodiums bei den Protozoen *Acantocystis*, *Raphidiophris* und *Actinolophus* aus dem zentralen, stark gefärbten Zellkern entspringen, dass bei *Camptonema nutans* jedes Pseudopodium langsam flimmernd wie ein Geißelfaden im Inneren des Körpers mit einem besonderen Körperchen endet[101]), zuletzt, dass wie die Geißelfäden der Infusorien so auch die Geißelfäden der flimmernden Epithelien aller Tiere, ohne Ausschluss der Wirbeltiere, im Innern der Zelle mit einem ähnlichen Körperchen endigen[102]),

97) Belajeff, W., Über die Centrosome in den spermatogenen Zellen. Ber. d. deutsch. botan. Gesellsch., Bd. 17, 1899.

98) Ikeno, S., Die Spermatogenese von *Marchantia polymorpha*. Beihefte zum botan. Centralbl., Bd. XV, 1903. Siehe ebenso: Die Blepharoplasten im Pflanzenreiche. Biolog. Centralbl., Bd. XXIV, 1905. — Von verschiedenen Beobachtern wurde die Gegenwart von Centrosomen bei den Lebermoosen geleugnet (Miyake, Escoyez u. a.), da aber in letzter Zeit von v. Leeuven-Reijnwann (v. Leeuven-Reijnwann, W. et J., Über die Spermatogenese der Moose (Ber. d. deutsch. botan. Gesellsch., Bd. XXVI—a, 1908, S. 301) ihre Anwesenheit bei *Fegatella*, *Pellia* und *Mnium* wieder bestätigt haben und das mit einer Deutlichkeit, die nichts zu wünschen übrig lässt, so hat man keinen Grund mehr, diese Tatsache zu bezweifeln.

99) Jahn, E., Myxomycetenstudien. Ber. d. deutsch. botan. Gesellsch., Bd. 22, 1904, S. 84.

100) Häcker, V., Praxis und Theorie der Zellen und Befruchtungslehre. Jena 1899.

101) Gurwitsch, A., Morphologie und Biologie der Zelle. Jena 1904, S. 45.

102) Gurwitsch, A., l. c., S. 64, Fig. 30, S. 93, Fig. 43.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

so wird es wohl kaum ein Fehler sein zu sagen, dass solch ein Bau als allgemeine Regel erscheint, d. h. dass überhaupt die Geißelfäden bei den Amöboiden sich in enger Verbindung mit dem Centrosom befinden; in jedem Falle kann man behaupten, dass die Geißelfäden mit ihrer Basis mit dem sogen. Basalkörperchen verbunden sind, welcher aller Wahrscheinlichkeit nach vom Centrosom entspringt[103]).

Nichts derartiges beobachtet man bei den Bakterien, bei welchen die Geißelfäden die unmittelbare Verlängerung der Außenhülle des Körpers vorstellen. Statt dessen bemerkt man bei den Bakterien die sonderbare Erscheinung, welche Fischer[104]) konstatierte, dass wenn man vermittelst Plasmolyse die Außenhülle vom Körper trennt, die auf dieser abgeteilten Außenhülle sitzenden Geißelfäden fortfahren, sich wie früher zu bewegen und dadurch bewegt sich auch die Bakterie selbst. Nichts derartiges wird bei den Amöboiden, d. h. bei Tieren und Pflanzen beobachtet.

Auf diese Weise bemerkt man in der Art der Bewegung der Geißelfäden einen tiefen und wesentlichen Unterschied zwischen Mykoidei und Amöboidei: das Prinzip selbst, von welchem die Bewegung ausgeht, ist augenscheinlich in beiden Fällen ein ganz anderes.

Doch die Bewegung mit Hilfe der Geißelfäden ganz beiseite lassend, können wir uns aus den in diesem Kapitel angeführten Tatsachen überzeugen, dass, während bei den Tieren und Pflanzen überall die Fähigkeit des Plasmas zur amöboiden Bewegung bemerkt wird und bei vielen von ihren Vertretern kontraktile Vakuolen vorhanden sind, nicht ein einziger Vertreter des Mykoidenreiches weder eine Spur amöboider Bewegung noch kontraktile Vakuolen hat. Das Plasma der ersteren ist im hohen Grade beweglich, das der letzteren unbeweglich. Aber das weist wieder darauf hin, dass zwischen dem Amöboplasma und Mykoplasma ein tiefer und wesentlicher Unterschied im Baue vorhanden sein muss.

VI. Chemische Zusammensetzung.

Auch in der chemischen Zusammensetzung bemerkt man augenscheinlich einen wesentlichen Unterschied zwischen Mykoplasma

103) Man hat nicht wenige der allerbegründetsten Hinweise darauf, dass die Basalkörperchen aus dem Centrosom entspringen, obgleich in letzter Zeit Arbeiten erschienen sind, welche scheinbar die selbständige Entstehung dieses Körpers beweisen. So beweist es Wallengren in bezug der Flimmerepithelien der *Lamellibranchiata* (Wallengren, H., Zur Kenntnis der Flimmerzellen, Zeitschr. f. allgem. Physiologie, Bd. V, 1905, S. 357). Im gegebenen Falle aber, in Anbetracht der äußersten Kleinheit der Centriolen und ihrer Unbeständigkeit in bezug auf ihre Färbbarkeit haben die positiven Hindeutungen mehr Bedeutung als die negativen.

104) Fischer, A., Vorlesungen über Bakterien. Jena 1903.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

und Amöboplasma. — In dieser Richtung stoßen wir aber auf große Schwierigkeiten, bedingt durch Abwesenheit genügender Tatsachen zur vollständigen Aufklärung dieser Frage. Das findet seinen Grund darin, dass keiner bis jetzt die Existenz zweier Plasmaarten im Auge haben konnte, und deshalb ist es nicht verwunderlich, dass spezielle Beobachtungen, die auf die uns hier interessierenden Fragen antworten könnten, nur zufällig bei Lösung ganz anderer Aufgaben gemacht werden konnten. Wie J. Reinke[105]) vollständig richtig bemerkt: „Bevor ein Problem nicht erkannt ist, kann es auch nicht bearbeitet werden.“ — Daher auch die große Bedeutung jeder, sogar der fehlgeschlagenen wissenschaftlichen Hypothesen und Theorien — dieser größten Sporne wissenschaftlichen Fortschrittes.

Nichtsdestoweniger, abgesehen von den spärlichen Tatsachen, kann man, wenn auch nicht mit voller Klarheit, so doch gewissermaßen ziemlich deutlich recht wesentliche Unterschiede zwischen der chemischen Zusammensetzung beider Plasmaarten bemerken. Augenscheinlich ist das Mykoplasma reicher an Phosphor als das Amöboplasma. Darauf weisen folgende Tatsachen hin, welche von mir aus den Analysen verschiedener Aschenarten von Tieren und Pflanzen, die in großer Anzahl im Werke von Wolff's[106]) „Aschenanalysen“ gesammelt sind, benutzt wurden.

Nehmen wir vor alllem die Tatsachen, welche über die Pilze dort angeführt sind. Aus diesen ergibt sich, dass der Gehalt an P_2O_5 in der Asche verglichen mit Pflanzen ein sehr hoher ist. Wenn man den Prozentsatz des Gehalts an Phosphorsäure in der Asche gewöhnlicher Pflanzen, angefangen mit den Algen und endigend mit den höheren Pflanzen, die in der linken Rubrik angeführt sind, mit denselben Daten in bezug auf die Pilze vergleicht, so ist der Unterschied, wie man sieht, ein ungeheurer:

Pflanzen.		Pilze[107]).	
Fucus vesiculosus (8)[108]) . . .	2,89	Sphacelia segetum	15,44
„ serratus (3)	2,96	Dito auf Roggen	58,66
„ nodosus (3)	1,67	„ „ „	53,88
Laminaria digitata (6)	2,91	„ „ Gerste	43,60

105) Reinke, J., Ber. d. deutsch. botan. Gesellsch. 1904, S. 100.

106) Wolff, E., Aschenanalysen von landwirtschaftlichen Produkten, Bd. I, 1871. — Bd. II, 1880. — Siehe ebenfalls König, Chemie der menschlichen Nahrungs- und Genussmittel. 3. Aufl. 1889. — Liebig, J., Chemie in ihrer Anwendung auf Landwirtschaft und Pflanzenphysiologie. St. Petersburg, 7. Aufl., 1864 (russisch).

107) Wolff, l. c., Bd. I, S. 134 und Bd. II, S. 110. — Interessant ist es, dass die Flechten, welche aus Mykoiden (Pilze) und Amöboiden (Algen) bestehen, schon einen viel kleineren Phosphorgehalt haben (Wolff, l. c., S. 135).

108) Die rechtsstehenden Zahlen (in Klammern) bezeichnen die Anzahl der Analysen, wobei ich die einzelnen Angaben von Wolff zusammenkombiniert und die Mittel aus allen bei ihm angeführten Fällen genommen habe.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Pflanzen.		Pilze.	
Laminaria saccharina (3)	3,72	„ „ Saat-Trespe	40,47
Sargassum vulgare (3)	1,84	Cryptococcus fermentum	53,84
Polysiphonia elongata	1,76	Dito, Unterhefe	59,38
Delesseria sanguinea (2)	2,40	„ Weißbierhefe	54,74
Ceramium rubrum	2,95	Tuber cibarium	32,96
Enteromorpha intestinalis	2,18	Helvella esculenta	39,10
Ulva latissima	1,61	Morchella esculenta	39,03
Algen überhaupt (23)	2,85	„ conica	37,18
Sphagnum cuspidatum	3,00	Agaricus campestris[109])	15,43
Waldmoos	6,11	Boletus, Birkenschwamm[109])	18,61
Hypnum Schroeberi	12,38	Hefe	44,76
„ splendens	20,21	„	58,87
„ triquetrum	13,51	„	53,44
Sphagnum-Arten	9,31	„	55,63
„ bei Berlin	6,33	Saccharomyces mycoderma	54,53
Aspidium felix femina	3,32	„ cerevisiae	54,74
„ „ mas	2,56	Boletus edulis	25,06
„ „ Blätter	15,60	„ annulatus	21,74
Asplenium trichomanes	10,13	„ aurantiacus	20,27
Osmunda spicant	1,76	Claviceps purpureus	45,12
Pteris aquilina	5,15	Agaricus cantharellus	31,32
Farrenkraut (9)	7,58	Clavaria flava	35,07
Lycopodium (6)	5,77	Sclerotinia Libertiana[110])	48,67
Tanne, Zweige und Nadeln	8,72	Mutterhorn[110])	45,00
Fichtennadeln (8)	16,00	Pfifferling[110])	31,32
Hafer (38)	7,17	Essbare Trüffel	54,21
Heu (106)	7,11	Morchella esculenta	37,75
Gräser (107)	7,37	Tuber cibarium	30,85
Klee in Blüten (113)	9,63	Boletus edulis	20,12
Rübe (149)	12,18	Essbare Pilze (Mittel aus 9 Beobachtungen)	33,71
Tabaksblätter (63)	4,66	Schimmelpilzsporen[110])	39,64
Spinat (2)	10,25		

Nach Zopf[111]) enthält die Asche der Pilze im Mittel 40 % Phosphorsäure, was bei keiner anderen Gruppe von Organismen, die aus Amöboplasma besteht, beobachtet wurde, und Fischer[112]) sagt von den Pilzen: „Die Phosphorsäure beträgt oft die Hälfte oder mehr der gesamten Asche, die infolgedessen saure Reaktion zeigt.“

Und durch einen ebenso großen Reichtum an Phosphor zeichnen sich die Bakterien aus. „Auffallend ist die große Menge von Phosphorsäure, die immer in Bakterienasche gefunden wird,“ be-

109) Diese beiden Fälle von schwachem Phosphorgehalt, wie auch einige andere, erklären sich durch den ungewöhnlich hohen Kali- und zum Teil Natriumgehalt.

110) Diese Daten sind aus Lafar, Handbuch der technischen Morphologie, Bd. I, Jena 1904, S. 225, entnommen.

111) Zopf, W., Die Pilze, S. 388.

112) Fischer, H., Die chemischen Bestandteile der Schizomyceten und der Eumyceten, in Lafar, Handbuch der technischen Mykologie, Bd. I, Jena 1904, S. 225.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

merken Schmidt und Weis[113]). H. Fischer lenkt auch die Aufmerksamkeit auf den „abnorm hohen Phosphorsäuregehalt der meisten Pilz- und Bakterienaschen“[114]). Nach Ausrechnung von Koppes[115]) ist der Gehalt an Phosphorsäure in der Asche von *Bac. prodigiosus* und *Bac. xerosis* gleich 38,01 und 34,45 %. Für die Schwindsuchtsbakterien fanden Schweinitz und Dorset 55,23 %, aber später fanden sie sogar 55,54—73,94 % Phosphorsäure in der Asche dieser Bakterie.

Die Bedeutung der obenangeführten Ziffern wird auf den ersten Blick dadurch abgeschwächt, dass sich auch bisweilen in der Asche der Pflanzen ein hoher Prozentsatz an Phosphorsäure beobachten lässt und in manchen Fällen nicht viel weniger als bei den Pilzen[116]). — In Wirklichkeit sind diese scheinbaren Widersprüche gar nicht vorhanden. Der hohe Prozentsatz an Phosphor wird in allen diesen Fällen ausschließlich in den Samen oder in solchen Teilen der Pflanze beobachtet, die Samen enthalten (Blumen z. B.) oder schließlich in solchen Teilen der Pflanze, welche reich an aufgespeicherten Stoffen sind (Zwiebeln, Knollen). Es ist nicht schwer, sich zu überzeugen, dass in allen solchen Fällen der Phosphorreichtum nicht durch besondere Zusammensetzung des Protoplasmas der Pflanzen, sondern durch die Anwesenheit besonderer Stoffe teils eiweißhaltiger, teils nicht eiweißhaltiger, an Phosphor reicher Stoffe in den Pflanzenzellen bedingt ist, welche dort in den Zellen als Vorratsstoffe abgelagert sind. — Dieser Phosphor gehört durchaus nicht in die Zusammensetzung des Protoplasmas des gegebenen Organismus, und die Stoffe, welche ihn enthalten, erscheinen wie fremdartige Körper (z. B. in Form von Eiweißkristallen). Solche Körper, reich an Phosphor, gehören zum größten Teil zur Gruppe, welche Cohnheim[117]) Phosphorglobuline zu nennen vorschlägt, zu welchen vom Tierreich z. B. die Kaseïne, vom Pflanzenreich aber die Phytoglobuline[118]) gehören.

Rätselhafter erscheint der überaus hohe Gehalt an Phosphorsäure in der Asche des Muskelfleisches, wie dies z. B. aus der folgenden Tabelle, welche von mir aus der Arbeit Champion und Pellet[119]) entnommen sind, ersichtlich ist, in welcher die Ziffern

---

113) Schmidt, Johs und Weis, Fr., Die Bakterien, Jena 1902, S. 107.

114) Fischer, H., l. c., S. 224.

115) l. c., S. 225.

116) Wolff, E., Aschenanalysen. Teil I, 1871. — Teil II, 1880, Berlin, an verschiedenen Stellen.

117) Cohnheim, O., Chemie der Eiweißkörper, 2. Aufl., Braunschweig 1904.

118) Zum Teil gehören hierher noch andere Stoffe, in bezug darauf siehe Czapek, F., Biochemie der Pflanzen, Jena, Bd. II, 1905, S. 742.

119) Champion und Pellet, De la substitution equivalente des matières qui entrent dans la composition des végétaux et des animaux. Comptes Rend. d. l'Acad. d. sc. Paris, Bd. 83, 1876, S. 488. — Siehe auch Katz, J., Die mineralischen Be-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

den Prozentsatz von P_2O_3 in der Asche der Muskeln oder der ganzen Tiere angeben.

	P_2O_3		P_2O_3
Mensch, Muskeln	37,5	Eier	36,8
Huhn	36,5	Ochs	39,5
„	36,3	Kalb	39,9
Eier	38,0	Seefisch	34,5

Bedauerlicherweise ist eine Analyse der Asche von Cyanophyceen, soviel mir bekannt, noch gar nicht gemacht worden; schwerlich kann man übrigens bezweifeln, dass auch diese Mykoiden einen nicht weniger hohen Prozentsatz von Phosphorsäure zeigen werden als Pilze und Bakterien[119b]).

Die Zellkerne aber, welche nach meiner Theorie zum großen Teil aus Mykoplasma bestehen[120]), sind jedenfalls reich an Phosphor, wie das schon lange bekannt ist: wo viele Zellkerne sind, wie z. B. in jungen Geweben oder im Sperma, da ist auch viel Phosphor vorhanden.

Doch die Zellkerne erlauben uns, noch einen Schritt weiter zur Erklärung des Unterschiedes in der chemischen Beziehung beider Plasmen — des Mykoplasmas und des Amöboplasmas — zu gehen. Wir sahen oben, dass das erstere überhaupt reicher an Phosphor ist, der Zellkern erlaubt es uns nun, zu bestimmen, in welcher Form der Phosphor sich im Mykoplasma findet, d. h. durch welche chemische Körper seine reichliche Anwesenheit in diesem Plasma bedingt ist.

Es zeigt sich, dass der Reichtum an Phosphor im Zellkern durch die Anwesenheit von Nukleo-Proteiden hervorgerufen wird, welche im Amöboplasma (Cytoplasma) gänzlich fehlen, natürlich von den Chromidien abgesehen, die aber, wie das neuerdings so schön von Digby[121]) nachgewiesen wurde, aus dem Kerne abstammen.

---

standteile des Muskelfleisches. Pflüg. Arch. f. Physiol., Bd. 63, 1896, S. 84, wo aber der Prozentgehalt des Phosphors nicht zur Asche, sondern zu 100 Teile des trockenen Fleisches gegeben ist. — Siehe auch Wolff, E., Aschenanalysen, besonders Teil II.

119b) Neuerdings haben Stoklasa, Brdlik und Ernest überzeugend bewiesen, dass auch im Chlorophyll eine ziemlich große Menge Phosphor enthalten ist (Stoklasa, J., Brdlik, W. und Ernest, A., Zur Frage des Phosphorgehaltes des Chlorophylls. Ber. d. deutsch. botan. Gesellsch., Bd. XXVII, 1909, S. 10).

Die Verneinung dieser Tatsachen von Willsstätter ist augenscheinlich durch einen Fehler verursacht.

120) Der Erläuterung dieser Frage wird ein besonderer Artikel gewidmet, in welchem alle Tatsachen, die dafür sprechen, dass die Zusammensetzung der Zellkerne hauptsächlich aus Mykoplasma besteht, angeführt werden.

121) Digby, L., Observations on „Chromatin bodies“ and their relation to the nucleolus in Galtonia candicans, Annals of Botany, Bd. XXIII, 1909, S. 491.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Das gibt uns die Möglichkeit, beide Plasmen in chemischer Beziehung schärfer zu sondern als wir das früher, auf Grund des Überflusses an Phosphor, welcher ja auch im Amöboplasma und bisweilen, wie in Samen und Muskeln, in großer Menge vorhanden ist, machen konnten.

Wir können jetzt behaupten, dass das Mykoplasma (Zellkerne, Cyanophyceen, Bakterien) reich ist an Nukleo-Proteiden, das Amöboplasma (Cytoplasma) dagegen gar nichts davon besitzt.

Beweisen wir zuerst die Anwesenheit von Nukleo-Proteiden und von Nukleinen in mykoiden Organismen.

Die makrochemische Anwesenheit von Nuklein bei den Bakterien wurde zuerst im Jahre 1884[122]) in bezug auf *Bac. subtilis* und *Bac. anthracis* bewiesen. Später wurden bei vielen Bakterien entweder wirkliche Nukleo-Proteide oder Nukleinsäure und solche Hypoxantinbasen wie Xantin, Guanin, Adenin, welche die Anwesenheit von Nukleo-Proteiden beweisen, gefunden.

Stoffe, welche den Charakter von Nukleo-Proteiden hatten, sind ferner von Iwanoff[123]) außer in Bakterien auch bei Pilzen gefunden worden; diese Stoffe enthielten:

	Stickstoff	Phosphor	Schwefel
Bacillus megaterium	16,32	1,85	2,10
„ anthracis	16,00—16,27	2,16—2,25	1,95
Aspergillus niger I	15,66—15,74	0,84	1,12—1,21
„ „ II	15,19	0,99	1,23
Boletus edulis (Hut)	15,64—15,84	1,08	2,14
Claviceps purpurea (Sclerotien) . .	16,02—16,23	0,75	1,77

Am besten sind aber in dieser Beziehung die Hefepilze erforscht; Hoppe-Seyler entdeckte zuerst in ihnen denselben Nuklein, welcher vorher von Miescher in den Eiterzellen entdeckt worden war, und Rossel vermochte schon aus Hefe namhafte Mengen genügend reinen Nukleins herzustellen.

Besonders interessant ist die quantitative Bestimmung des Nukleins, welche von Stutzer[124]) in bezug auf Hefe und einem unbestimmt gebliebenen Schimmelpilz unternommen wurde und welcher den ungewöhnlich hohen Gehalt an Nuklein in den Zellen dieser Mykoiden zeigte. An stickstoffhaltigen Stoffen, welche in den erwähnten Organismen enthalten waren, ergaben sich:

---

122) Fischer, H., Die chemischen Bestandteile der Schizomyceten und der Eumyceten, in Lafar, Handb. d. techn. Mykologie, Bd. I, 1904, S. 245, wo auch die Literatur über diesen Gegenstand zusammengestellt ist.

123) Iwanoff, K. S., Hofmeister's Beiträge z. chem. Physiol. u. Pharmokol., Bd, I, 1902, S. 524.

124) Stutzer, A., Zeitschrift f. physiol. Chemie, Bd. 6, 1882, S. 572.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

	Amiden u. Peptone	Albumin	Nuklein
In Bierhefe	10,11 %	63,80 %	26,09 %
In Schimmelpilzen	19,86 „	39,39 „	40,75 „

Da bei den Hefepilzen sowie auch bei den Schimmelpilzen die Zellkerne einen sehr kleinen Teil des Zellinhalts ausmachen, so zeigt ein so hoher Prozentsatz von Nuklein, dass auch im Cytoplasma der Pilze augenscheinlich Nukleinstoffe enthalten sind, was sich in bezug auf das Cytoplasma der Hefepilze auf dem Wege der mikrochemischen Untersuchung bestätigt hat[125]).

Was die Cyanophyceen anbelangt, so sagt A. Fischer[126]): „Ich nehme an, dass Nukleinsubstanzen auch in den Cyanophyceen vorkommen, aber noch nicht zu besonderen Gebilden herausgeformt, sondern frei verteilt im Cytoplasma (d. h. nach seiner Terminologie im Zentralkörper). Zacharias[127]) bestätigt ebenfalls die Gegenwart von Stoffen im Zentralteile, welche sich der Reaktion nach nicht vom Nuklein der Zellkerne unterscheiden.

Dass das Mykoplasma besonders reich an Nukleo-Proteiden ist, erhellt zum Teil aus der vergleichenden Analyse der Anzahl der verdaulichen und unverdaulichen Eiweiße einerseits bei den Pilzen, welche aus reinem Mykoplasma bestehen[128]), und andererseits bei den Pflanzen[129]), wo das Mykoplasma des Kernes (und der Chromatophoren) als stark verdünnt durch das Amöboplasma, d. h. durch das den Kern umgebende Cytoplasma erscheint. — Das ersieht man aus folgenden zwei nebenstehenden Tabellen.

Selbstverständlich besteht nicht die ganze unverdauliche Masse von Proteinstoffen aus Nukleo-Proteiden, ebenso wie nicht jeder Nukleo-Proteid unbedingt in salzsaurem Pepsin unverdaulich ist; nichtsdestoweniger haben die obenangeführten Ziffern ohne Zweifel Bedeutung für unseren Zweck, um so mehr, als im gegebenen Falle es uns nicht um die absolute Menge der Nukleo-Proteide ankommt, sondern nur die vergleichende Untersuchung beider Gruppenorganismen in dieser Hinsicht interessiert.

Aus diesen Ziffern ersieht man, dass in den Organismen, die aus reinem Mykoplasma bestehen (Pilze), im Mittel 33 % unlöslicher Proteine enthalten ist, während in den Organismen, in welchen

---

125) Janssens, Fr. et Leblanc, A., La cellule, Bd. 14, 1898, S. 203. — Annales de microgr., Bd. 10, 1890, zitiert nach Lafar, Handb. d. techn. Mykol., I, S. 298.

126) Fischer, A., Die Zelle der Cyanophyceen. Botan. Ztg., I. Abt., 1895, S. 118.

127) Zacharias, E., Über die Zelle der Cyanophyceen. Botan. Ztg., Bd. 48, 1890, S. 66.

128) Czapek, Fr., Biochemie der Pflanzen, Bd. II, Jena 1905, S. 79.

129) Czapek, Fr., l. c., S. 154, nach den Untersuchungen von Klingenberg und Stutzer.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

das Mykoplasma nur als Kern teilnimmt, solcher Proteine nur 6 % enthalten sind und dieser große Unterschied kann nichts anderem, als nur teilweise wenigstens dem Unterschiede in der Masse der Nukleo-Proteine zugeschrieben werden, welche in beiden Fällen vorhanden ist.

Pilze	N des unverdaulichen Proteins in % d. Trockenst.	N des unverdaulichen Proteins in % d. gesamt. N
Agaricus, procerus, Hut	7,4	20,4
„ campestris, Hut	16,7	16,0
„ „ Stiel	8.0	18,0
Lactarius deliciosus	6,8	33,8
„ torminosus	11,8	40,0
Cantharellus cibarius	4,0	54,6
Boletus edulis, Hut	4,3	16,9
„ „ Fuß	5,3	20,3
„ scaber, Hut	6,5	27,2
„ „ Fuß	9,6	28,3
„ luteus, Fuß	3,8	42,2
Polyporus ovinus	6,3	46,6
Hydnum imbricatum	5,0	29,8
„ repandum	9,3	44,0
Sparassis crispa	6,8	37,4
Morchella esculenta	2,5	38,1
Lycoperdon bovista	5,2	22,5
Im Mittel:	7	33

Pflanzen	N des unverdaulichen Proteins in % d. Trockenst.	N des unverdaulichen Proteins in % d. gesamt. N
Mohnkuchen	0,706	—
Sesamkuchen	0,406	—
Sojabohne	0,270	—
Erdnusskuchen	0,345	—
Koprakuchen	0,254	—
Rapskuchen	0,677	—
Baumwollsamenkuchen	0,583	—
Reismehl	0,409	—
Reisfuttermehl	—	2,106
Palmkuchen	—	2,520
Baumwollsaatkuchen	—	7,401
Kokoskuchen	—	3,549
Rapskuchen	—	5,443
Erdnuss	—	8,132
Lupine	—	7,839
Malzkeime	—	4,167
Steinnuss	—	0,619
Im Mittel:	0,456	6

Aus alledem ersehen wir also, dass die mykoiden Organismen und die Kerne der amöboiden Organismen reich an Nukleo-Proteinen ist. Enthält sie das Amöboplasma auch? Sehen wir, was in bezug darauf die Autoritäten sagen.

„Es hat sich nämlich herausgestellt, sagt Verworn[130]), dass sich im Kern ganz vorwiegend die phosphorsäurehaltigen Verbindungen der Eiweißkörper und zwar speziell die reinen Nukleine finden, die im Protoplasma dagegen ganz zu fehlen scheinen“, und dasselbe sagt Gurwitsch[131]) behauptend, „dass die strenge Lokalisation des Chromatins auf den Kern aufrecht erhalten werden muss“, wobei er unter Chromatin nur solche Körper versteht, die wirkliches Nuklein enthalten und welche man streng vom Pseudo- oder Paranuklein, der im Cytoplasma vorkommt, unterscheiden muss: „Nur letztere, mit Nukleoalbuminen identische und keine echte Nukleinsäure resp. keine Xantinbasen enthaltende Körper kommen nach zahlreichen Untersuchungen im Plasma vor[132]).“

130) Verworn, Max, Allgemeine Physiologie. Jena 1901, S. 121.
131) Gurwitsch, A., Morphologie und Biologie der Zelle. Jena 1904, S. 163.
132) Gurwitsch, l. c., S. 163.

©Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Und so trifft man die echten Nukleine (d. h. Nukleo-Proteide), worauf zahlreiche chemische Untersuchungen hinweisen, ausschließlich nur im Mykoplasma, d. h. in Zellkernen, Bakterien, Pilzen, Cyanophyceen[133]), im typischen Amöboplasma, d. h. im Cytoplasma kommen sie gar nicht vor; hier werden sie durch Nukleo-Albumine vertreten.

Wenn man diese allgemeine Verbreitung der Nukleo-Proteiden unter den freien wie auch unter symbiotisch lebenden Mykoiden mit ihrer vollständigen Abwesenheit im Amöboplasma (Cytoplasma) vergleicht, so geht es nicht anders an, als in dieser Tatsache einen ernsten Hinweis darauf zu sehen, dass im Baue beider Plasmas ein tiefer und wesentlicher Unterschied herrscht.

Weniger wesentlich, aber immerhin erwähnungswert ist der Umstand, dass das Mykoplasma und augenscheinlich dieses allein, fähig ist, die allerverschiedensten Fermente und Enzyme zu produzieren. Die fermentbildende Fähigkeit der Bakterien ist allgemein bekannt, aber auch die Pilze besitzen diese Fähigkeit in hohem Maße[134]), und wenn man auch bei Tier- und Pflanzenorganismen Produktion von Enzymen konstatieren kann, so erscheint der Zellkern, wie es sich mehr und mehr herausstellt, als erste Quelle, aus der diese Enzyme entstehen, also wiederum das Mykoplasma. Schwerlich kann man auch nur einen einzigen sicher bewiesenen Fall anführen, wo das Enzym vom Cytoplasma selbst produziert wäre.

Man kann die Aufmerksamkeit noch auf einem chemischen Körper lenken, welcher das Mykoplasma charakterisiert, da er ganz besonders intensiv unter den Mykoiden verbreitet ist, obgleich auch bei Tieren man ihn gelegentlich trifft. Ich meine nämlich das Glykogen.

Errera[135]) war der erste, welcher feststellte, dass Stärke und Zucker, welche Vorratsstoffe der Pflanzen sind, bei den Pilzen durch Glykogen ersetzt sind. Glykogen und glykogenartige Stoffe wurden nicht einmal auch in Bakterien gefunden, z. B. bei *Granulobacter polymyxa*[136]), bei *Azotobacter*, und ebenso auch bei den Cyanophyceen[137]).

133) Im hohen Grade interessant wäre es, spezielle Untersuchungen zur Aufhellung der Frage anzustellen, ob echte Nukleine im Cytoplasma der Pilze enthalten sind. Soviel hier bekannt, ist solch eine Untersuchung mit Ausnahme des obenangeführten Hinweises in bezug auf die Anwesenheit von Nukleinstoffen im Cytoplasma der Hefepilze (s. S. 335) noch nicht gemacht worden.

134) Dass die Chromatophoren Enzyme produzieren, ersieht man daraus, dass die Stärkekörner, welche in ihm eingeschlossen sind, oft angenagt erscheinen und zum Teil von ihnen „verdaut" werden.

135) Errera, L., L'epiplasma des Ascomycètes et le glycogène des végétaux. — Thèse. Bruxelles 1882.

136) Czapek, Fr., Biochemie der Pflanzen, Bd. I, 1904, S. 238.

137) Fischer, A., Die Zelle der Cyanophyceen. Botan. Ztg. 1905. — Sehr interessant wäre es, festzustellen, ob nicht in den Pyrenoiden einiger brauner Algen,

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Auf die verschiedene chemische Zusammensetzung beider Plasmaarten weist auch die Verschiedenheit der ersten Produkte der Assimilation bei den Mykoiden einerseits und bei den Amöboiden andererseits. In allen grünen Gewächsen erweist sich der Rohrzucker als sehr verbreitet. Es stellt, wie viele Physiologen, angefangen mit Brown und Morris, denken, das erste Produkt der Photosynthese dar, d. h. die Assimilation von CO_2. In allen Teilen grüner Pflanzen kommt Enzym oder Ferment vor, welches Invertin heisst, welcher auf Rohrzucker einwirkend ihn invertiert, d. h. ihn in einen anderen Zucker verwandelt, und dieser letztere erscheint als Material zur Bildung von Stärke und Inulin auf dem Wege der Polymerisation der Zuckermoleküle. Die Pilze dagegen haben anstatt Rohrzucker (der auch bisweilen bei ihnen vorkommt)[138]) überall Trehalose verbreitet, während das Enzym Invertin bei ihnen durch ein anderes Enzym — die Trehalase — vertreten ist[139]).

Aus dem vorgehenden Kapitel können wir u. a. auch die mannigfachen Lücken in unserem Wissen bezüglich der chemischen Zusammensetzung der Zellen ersehen und werden die Aufgaben klargelegt, deren Lösung vor allem vom Gesichtspunkte der Theorie der zwei Plasmaarten wünschenswert erscheint. Hier sind die Themata, auf welche ich die Aufmerksamkeit der Chemiker und Physiologen lenke:

1. Den Phosphorgehalt (P_2O_2) in der Asche zu bestimmen, von a) Cyanophyceen, b) Bakterien, c) reinem Cytoplasma der Amöboiden ohne Zellkern[140]), d) reinen Kernen ohne Cytoplasma.
2. Den Phosphorgehalt (P_2O_2) im Inhalte der Zellen (Plasma und Kern) ohne Zellhaut bei Pilzen im Vergleich mit ebendemselben Inhalt bei Pflanzen und Tieren zu bestimmen.
3. Die Ursache des Reichtums an P in der Muskelasche zu erklären.
4. Mikrochemisch die Zusammensetzung der Chromatophoren aufzuklären a) in bezug auf P im allgemeinen und besonders b) in bezug auf Nukleinsäure und c) auf Nukleo-Proteide. Auf dieselbe Weise die Chromiolen des Zellkernes zu untersuchen.

---

besonders der Diatomeen, Glykogen enthalten ist, was übrigens nicht schwer wäre zu konstatieren, da wir eine sehr charakteristische Farbenreaktion auf Glykogen besitzen.

138) Czapek, Fr., Biochemie der Pflanzen, Bd. I, Jena 1900, S. 229 u. 501.

139) Bourquelot, E. und Hérissey, H., Sur la tréhalose; sa présence générale chez les champignons. Comptes Rend. Acad. Sc. Paris, Bd. CXXXIX, 1904, S. 874.

140) Das Trennen des reinen Cytoplasma vom Zellkern zum bedachten Zweck hat keine unüberwindlichen Schwierigkeiten; dazu gibt es einige Methoden.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

5. Den vergleichsweisen Gehalt an Nuklein und besonders den an Neukleo-Proteiden zu bestimmen bei a) Cyanophyceen, b) Pilzen, c) Bakterien, d) in reinem Cytoplasma[141]).

VII. Die Beziehung zu den Giften und die Widerstandsfähigkeit im allgemeinen.

Die Widerstandsfähigkeit des Mykoplasmas gegen Gifte und überhaupt alle äußeren schädlichen Bedingungen ist geradezu erstaunlich, und das weist darauf hin, dass dieses Plasma ganz anders gebaut sein muss als das zarte, leicht durch die kleinste schädliche Bedingung umkommende Amöboplasma.

Wenn wir das Leben in Gewässern beobachten, anfangend mit vollständig reinem Wasser und durch eine Reihe Übergänge zu den allerschmutzigsten stinkenden Abflusskanälen übergehend, wie es z. B. in sehr systematischer Form von Kolkwitz und Marsson[142]) gemacht wurde, so sehen wir, dass die Organismen, die aus Amöboplasma gebildet sind, welche zuerst, in reinem Wasser, entschieden diejenigen Organismen, welche aus Mykoplasmen bestehen, überwiegen oder sogar als die allein herrschende waren, in dem Maße immer seltener und seltener werden, wie das Wasser unreiner wird, dagegen die Mykoiden durch Bakterien und Cyanophyceen repräsentiert, immer überwiegender werden, bis wir zuletzt in ganz verdorbenem, stinkendem Wasser schon gar keine anderen Vertreter des Lebens finden außer allein Bakterien und Cyanophyceen.

Um nicht ohne Beweise zu sein, führe ich einige Tatsachen an, welche ich aus dem oben zitierten Artikel von Kolkwitz und Marsson entnehme. Diese Autoren teilen die Organismen — im angeführten Artikel nur die Pflanzen — nach dem Grade des verdorbenen Wassers, welches sie imstande sind, auszuhalten in Oligosaprobien, welche das verhältnismäßig reinste Wasser nötig haben (die Organismen des vollständig reinen Wassers Katarobien — sind zunächst nicht ins Auge gefasst), in Mesosaprobien und Polysaprobien, die am allerwenigsten Wählerischen in dieser Beziehung. Die Zahl der Mykoiden und Amöboiden, die sich in diesen Gruppen finden, in Prozenten ausdrückend, erhalten wir folgende kleine, von mir auf Grund der im Artikel angeführten Tatsachen zusammengestellte Tabelle.

Aus dieser Tabelle sieht man klar, dass sich mit dem Verderb des Wassers die Anzahl der amöboiden Organismen verkleinert,

---

141) Möglicherweise gelingt es, eine gehörige Menge reinen Cytoplasmas zur Analyse aus den Eiern der Seeigel zu erhalten, indem man nach vorhandenen Methoden (durch Schütteln) die Zellkerne ausschließt. In bezug auf die Menge von Nukleo-Proteiden in den Zellkernen existieren schon einige Daten (Kassel).

142) Kolkwitz, R. und Marsson, M., Ökologie der pflanzlichen Saprobien. Ber. d. deutsch. botan. Gesellsch., Bd. XXVIa, 1908, S. 505.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

während die Anzahl der Mykoiden verhältnismäßig immer größer und größer wird, und dieses Verhalten zeigt eben, dass die Mykoiden widerstandsfähiger sind als die Amöboiden.

Allgemeine Zahl der	Oligosaprobien allerwenigst verdorbenes Wasser	Mesosaprobien	Polysaprobien am meisten verdorbenes Wasser
Mykoiden	21 oder 13 %	27 oder 21 %	19 oder 90,5 %
Amöboiden	137 „ 87 „	104 „ 79 „	2 „ 9,5 „
Organismen überhaupt .	158	131	21

Auf die große Widerstandsfähigkeit der Pilze weisen die Spezialisten unter den Mykologen hin. „Nach dem Zeugnisse von Clark sind die Pilze überhaupt mehr imstande, ungünstigen Bedingungen zu widerstehen als die höheren Gewächse[143])“, und im selben Sinne sprechen sich die in bezug auf Bakterien als Autorität geltenden Schmidt und Weis[144]) aus, indem sie bestätigen, dass in bezug auf das Medium, in dem die Bakterien leben, dieselben — „nehmen im allgemeinen eine Sonderstellung ein, anderen Pflanzen gegenüber“.

Zu den Einzelheiten übergehend, betrachten wir zuerst die Wirkung der Gifte.

Jedem ist es bekannt, wie empfindlich Tiere und Pflanzen gegen minimale Dosen Sublimat sind. So fand Miquel[145]), der die Wirkung mineralischer Gifte auf Diatomeen erforschte, dass folgende unbedeutende Dosen sie töten.

	Leben noch bei Einwirkung	Sterben bei Einwirkung
Sublimat	1/100 000	1/40 000
Kupfervitriol	1/75 000	1/50 000
Zinkvitriol	1/40 000	1/30 000
Arsenige Säure	—	1/20 000

Nach Davenport und Nealy[146]) tötet schon eine Lösung von 0,0001 % Sublimat einige Infusorien (Stentor), aber 0,001 % der Lösung tötet sie alle schnell. Für höhere Tiere (nach Behring) ist ein Teil Sublimat auf 60000 Teile des Körpergewichts unbedingt tödlich, für Bakterien ist aber erst ein Teil auf 100 Teile Serum an Menge nötig, um ihre Entwickelung anzuhalten (es ist von den Milzbrandbakterien hier die Rede), folglich erscheint unter diesen Bedingungen das Sublimat für höhere Tiere 6mal giftiger als für Bakterien[147]). Kossjakow hat Bakterien allmählich an noch viel

143) Massee, Text-Book of Fungi. London 1906, S. 127.

144) Schmidt, Johs und Weis, Fr., Die Bakterien, 1902, S. 101.

145) Just's Jahresbericht für 1892, S. 175.

146) Davenport, C. B. und Nealy, H. V., Acclimatisation of Organisms to poisonous Chemical Substances. Arch. f. Entwickelungsmech. d. Organismen. Bd. II, 1896, S. 570. — Auch nach Bokorny, Th., Arch. f. Physiol., Bd. CX, 1905, S. 203.

147) Schmidt, Johs und Weis, Fr., Die Bakterien, 1902, S. 171.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

größere Dosen Gift gewöhnt, wie es aus folgender kleiner Tabelle ersichtlich:

	‰ Borax von	‰ Borsäure von	‰ Sublimat von
Bacillus subtilis	11—18	9—11	0,07—0,10
Bacterium anthracis . . .	4—7	6—8	0,05—0,07
Bacillus (Thiothryx) tenuis .	16—21	9—11	0,10—0,17

Also während das Amöboplasma schon bei einer Wirkung von 0,0001 % Sublimat umkommt, hält der *Bacillus subtilis* 0,01 % aus, d. h. das Mykoplasma ist 100mal widerstandsfähiger als das Amöboplasma; der *Bac. tenuis* verträgt sogar 0,017 % der Lösung. Das ist aber noch alles nichts im Vergleich mit der Widerstandsfähigkeit der Actinomyceten, einer Gruppe von Organismen, die zwischen Bakterien und Pilzen steht. *Actinomyces odorifer* hält folgende unglaubliche Mengen Gift[148]) aus:

	NaCl	Karbolsäure	H_2SO_4	$AgNO_3$	Sublimat
Konzentrierte Lösung		5 %	0,1 %	0,1 %	0,1 %

Während also das Amöboplasma schon von einer Wirkung von 0,0001 % Sublimat umkommt, hält *Actinomyces* noch 0,1 % der Lösung dieses Giftes aus, d. h. das Mykoplasma erweist sich im gegebenen Falle 1000mal widerstandsfähiger als das Amöboplasma. Wenn man Johan-Ohlsen[149]) glaubt, so ist *Aspergillus niger* fähig, sogar 1 % Sublimatlösung auszuhalten!

Dasselbe hat man in bezug auf eine andere nicht weniger giftige Substanz beobachtet, den Lapis. Während nach Bokorny[150]) Infusorien schon der Wirkung von 0,001 % Höllensteinlösung erliegen, verträgt *Actinomyces odorifer* eine 100mal stärkere Lösung, d. h. 0,1 %.

Nicht weniger widerstandsfähig erscheint das Mykoplasma in bezug auf andere giftige Stoffe und schädliche Bedingungen, von welchem jedes Amöboplasma schon längst umgekommen wäre.

Alkohol z. B. tötet jedes Tier und jede Pflanze in ganz kurzer Zeit. Russ[151]) hat aber bewiesen, dass trockene Bakterien von Alkohol gar nicht leiden, sogar nicht von absolutem, während Bakteriensporen vollständig widerstandsfähig gegen Alkohol jeder Konzentration sind. „Absoluter Alkohol hat so gut wie gar keinen desinfizierenden Einfluss auf Bakteriensporen“ [152]).

---

148) Rullmann, W., Die Eisenbakterien. Der Kreislauf des Schwefels, in Lafar, F., Handb. d. techn. Mykologie. Bd. III, Jena 1904, S. 212.

149) Just's Jahresbericht, 1886, S. 475.

150) Bokorny, Th., Nochmals über die Wirkung stark verdünnter Lösungen auf lebende Zellen. Pflüg. Arch. f. Physiol. des Menschen. Bd. CX, 1905, S. 203.

151) Russ, v., Zur Frage der Bakteroidie durch Alkohol. Centralbl. f. Bakter. (Abt. I), Bd. XXXVII, 1904, S. 115.

152) Minervini aus Schmidt, Johs und Weis, Fr., Die Bakterien. Jena 1902, S. 173.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Dasselbe hat man an Pilzen beobachtet. Hoffmann[153]) teilt mit, dass Schmitz beobachtet hat, wie die Sporen von *Peziza repanda* auswachsen, nachdem sie im Laufe von 24 Stunden in absolutem Alkohol gewesen waren.

Ebensowenig empfindlich sind Bakterien gegen Kochsalzlösungen. Ohne Zweifel ist kein Tier, keine Pflanze imstande, längere Zeit in 25 %iger Lösung von Kochsalz, noch weniger in konzentrierter Kochsalzlösung zu leben[154]). — Dagegen können viele Bakterien noch in 10 %iger Lösung vollständig normal leben und sich vermehren, wobei sie noch fortfahren, die ihnen eigentümlichen Enzyme auszuscheiden[155]) und Fischer lenkt die besondere Aufmerksamkeit darauf, dass die Bakterien in gegebenem Falle vollständig fähig sind, die Salzlösung durch ihre Häute durchzulassen, vollständig permeabel sind; auch kann *Penicillium* nicht nur in 13 %iger Salzlösung leben, sondern sogar wachsen[156]).

Das ist aber noch nicht alles: Lewandowsky[157]) kultivierte zwei Bakterien in 25 %iger Salzlösung, in welcher dieselben noch sehr gut lebten. Und eine ganze Anzahl von Bakterien können sogar konzentrierte Kochsalzlösung während vieler Wochen aushalten, so z. B. *Bac. coli communis* über 6 Wochen[158]), ohne ihre Lebensfähigkeit zu verlieren.

Die Sporen der Bakterien sind noch widerstandsfäher: so können die Sporen von *Bac. anthracis* ohne umzukommen in gesättigter Lösung von NaCl Monate lang liegen, die Sporen des Diphteritus Bacterium während 3 Wochen[159]).

---

153) Hoffmann, H., Untersuchungen über die Keimung der Pilzsporen. Pringsh. Jahrb. f. wiss. Botan., Bd. II, 1860, S. 331.

154) Bei Oltmanns (Morph. und Biologie der Algen, Bd. II, S. 178) finden wir folgende Angaben in bezug auf die Widerstandsfähigkeit der Algen: „In Kulturen wurden grüne Algen, die ja relativ (d. h. im Vergleich mit roten Algen) unempfindlich sind, oft in recht konzentrierten Salzlösungen beobachtet. Stange zog *Chlamydomonas marina* in einer 23 % haltenden Sole und *Pleurococcus spec.* in 12 % Salpeterlösung. Wiplel gelang mit *Pleurococcus* Ähnliches, während sich ihm Spyrogyren und Vaucherien empfindlicher erwiesen. A. Richter glückte es, verschiedene grüne Süßwasserformen in mehr oder weniger konzentrierter Salzlösung zu erziehen“ . . .

Hier setzt Oltmanns aber hinzu: „Aus den Versuchen von Richter und Drews ergibt sich aber noch weiter, dass die Algen jene hohen Konzentrationen keineswegs dauernd ertragen.“

Schwerlich wird sich aber eine Alge finden, welche imstande ist, auch nur kurze Zeit in Heringslake oder in konzentrierter Salzlösung zu leben.

155) Fischer, A., Botan. Ztg. 1905, S. 104.

156) Eschenhagen, Einfluss der Lösungen verschiedener Konzentration auf Schimmelpilze. Dissert. Leipzig 1888.

157) Lewandowsky, F., Arch. f. Hyg., Bd. XLIX, 1904, S. 47.

158) Fischer, A., Vorlesungen über Bakterien, 1903, S. 29.

159) Freitag, C., Zeitschr. f. Hygiene, Bd. XI, S. 60, aus Czapek, Biochemie der Pflanzen, Bd. II, S. 900.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Bakterien können sogar in Heringslake leben, wenn sie sich in ihm auch nicht vermehren [160]).

Augenscheinlich muss das Mykoplasma der Bakterien anders konstruiert sein als das Amöboplasma der Tiere und Pflanzen, wenn es imstande ist, in solch einem Medium wie Heringslake oder 25 %iger, ja sogar konzentrierter Kochsalzlösung zu leben.

Eines der stärksten Gifte für Amöboplasma ist Kupfervitriol. Die Diatomeen z. B., wie wir im Anfange des Kapitels gesehen haben, kommen schon bei einer Einwirkung von $^1/_{50000}$ dieses Salzes um, während *Spirogyra* und einige andere Algen, wie Nägeli [161]) gezeigt hat, noch empfindlicher gegen dieses Gift sind und schon von der Wirkung eines Teils Kupfervitriol auf 50 Millionen Teile Wasser, nach Bokorny [162]) sogar ein Teil auf 100 Millionen Teile Wasser leiden.

Sehen wir jetzt, wie sich die Pilze zu diesem Gifte verhalten.

„Gegen Kupfervitriol, sagt Bokorny [163]), sind merkwürdigerweise manche Pilzzellen ziemlich wenig empfindlich, während Algen äußerst leicht geschädigt werden, ebenso Infusorien.“ Und De Bary [164]) sagt, „ich habe selbst fußgroße Häute von *Penicillium glaucum* untersucht, welche sich auf Kupfervitriollösung, die zu galvanoplastischen Zwecken benutzt wurde, gebildet hatten“, dasselbe teilt auch Berkley [165]) mit, welcher diesen Pilz auf Eisenvitriollösung gesehen hat. Hoffmann [166]) beobachtete eine üppige Vegetation von *Penicillium glaucum* mit reichlichem Fruchtansatze auf gesättigter Lösung von arseniger Säure, und dasselbe beobachtete Jaeger [167]). Pulst [168]), welcher viele Versuche über die Widerstandsfähigkeit der Schimmelpilze gegen Kupfervitriol machte, fand, dass *Penicillium glaucum* ungewöhnlich widerstandsfähig in dieser Beziehung ist und erinnert gleichzeitig an die „relativ geringe Resistenz des *Mucor* im allgemeinen“ und an die hemmende Wirkung

---

160) Fischer, A., Vorlesungen über Bakterien, 1903, S. 29.

161) Oltmanns, Fr., Morphologie und Biologie der Algen, Bd. II, Jena 1905, S. 184. — Siehe auch: Nägeli, Olygodynam. Erscheinungen in lebenden Zellen. 1893.

162) Bokorny, Th., Nochmals über die Wirkung stark verdünnter Lösungen auf lebende Zellen. Pflüg. Arch. f. Physiol. des Menschen, Bd. CX, 1905, S. 204.

163) Bokorny, l. c., S. 203.

164) De Bary, Beiträge zur Morphologie und Physiologie der Pilze, Flechten und Myxomyceten. 1866, S. 214.

165) Berkley, Outlines, S. 30 (nach De Bary, Morphologie und Physiologie der Pilze, Flechten und Myxomyceten, 1866, S. 214).

166) Hoffmann, H., Untersuchungen über die Keimung der Pilzsporen. Pringsh. Jahrb. f. wissensch. Botanik, Bd. II, 1860. S. 330.

167) Jaeger, Wirkung des Arseniks auf Pflanzen. Stuttgart 1864 (nach De Bary, Morphologie und Physiologie der Pilze, Flechten und Myxomyceten, 1866, S. 214).

168) Pulst, C., Die Widerstandsfähigkeit einiger Schimmelpilze gegen Metallgifte. Pringsh. Jahrb. f. wiss. Botan., Bd. XXXVII, 1902, S. 214 u. 215.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

auf die Entwickelung dieses Giftes „bei den empfindlichsten der drei Pilze (*Aspergillus*, *Botrytis*, *Mucor*), dem *Mucor*.“ Aber *Mucor* ist ein Phycomycet, d. h. eine farblos gewordene Alge (Amöboid), während die drei übrigen am widerstandsfähigsten Organismen echte Pilze, d. h. Mykoiden sind. Dasselbe Verhalten ist auch hinsichtlich der Wirkung auf Organismen von Schwefelwasserstoff und CO_2 beobachtet worden. — Bakterien oder Cyanophyceen (*Beggiatoa* u. a.) atmen Schwefelwasserstoff ein, für Tiere und Pflanzen ist dieses ein starkes Gift. *Mucor* (Amöboid) leidet schon bei 33 % CO_2, für den Pilz *Penicillium* sind erst 80 % CO_2 schädlich, viele Bakterien leben aber ebenso frei in reiner Kohlensäure wie in der Luft[169]).

Zahlreiche Versuche Bokorny's[170]) über die Wirkung verschiedener Gifte bestätigen ebenso die Tatsache der großen Widerstandsfähigkeit des Mykoplasmas, wie aus folgender Zusammenstellung ersichtlich.

	Mykoplasma.	Amöboplasma.
Salzsäure.	1 % — 48 Stunden lang einwirkend, tötet *Bacillus anthracis* nicht (Dyrmont).	0,01 % tötet *Paramaecium* (Infusor) und Zoosporen.

169) Chopin, Flora, 1902, Ergänzungsband, S. 348.

170) Bokorny, Th., Nochmals über die Wirkung stark verdünnter Lösungen auf lebende Zellen. Pflüg. Arch. f. Physiologie des Menschen. Bd. CX, 1905, S. 174. — Bei Bokorny begegnet man übrigens einigen Fakta, welche der allgemeinen Ansicht über die Wirkung der Gifte auf amöboide und mykoide Organismen widersprechen.

Aus dieser Arbeit kann man sich leicht überzeugen, welchen ungeheuren Einfluss auf wissenschaftliche Arbeiten schon das bloße Aufstellen dieser oder jener Probleme hat. — Sei diese Arbeit z. B. mit dem Zwecke unternommen, um meine Theorie der zwei Plasmaarten zu prüfen, so könnte sie sicher höchst wertvolle Tatsachen zur kritischen Beleuchtung derselben darbieten. Jetzt kann man wenig zur Erklärung der uns interessierenden Frage aus ihr schöpfen, weil, bei Beobachtungen der Wirkung dieser oder jener Stoffe auf Tiere und Pflanzen, nirgends parallele Versuche über die Wirkung der Mykoiden gemacht wurden. Abgesehen von diesen Lücken sind die Tatsachen, welche von Bokorny angeführt werden, häufig noch dadurch ungenügend für unsere Zwecke, weil sie keine Hinweise auf die Bedingungen geben, unter welchen ein gegebenes Gift auf einen Organismus wirkt. Diese Bedingungen zu wissen, ist aber äußerst wichtig, da Sublimat z. B. in Gegenwart der kleinsten Menge Eiweißstoffe bedeutend von seiner Giftigkeit verliert. Bei Bokorny kommen Fälle vor, wo Bakterien (dabei stets Fäulnisbakterien) sich empfindlicher gegen Gifte zeigen als Infusorien und Algen, doch möglich ist es, dass die Bakterien in einem Medium lebten, das weniger reich an organischen Stoffen war als die Infusorien. — Andererseits ist es möglich, dass, wenn Bokorny die Wirkung dieses Giftes nicht nur in bezug auf Fäulnisbakterien durchversuchte, welche sich zufällig vielleicht besonders empfindlich dem vorliegenden Gifte gegenüber erwiesen (bekanntlich haben verschiedene Gattungen und sogar verschiedene Arten auch verschiedene Empfindlichkeit), so könnte es sein, dass eine andere Beziehung der Organismen zu einigen Giften erhalten worden wäre. — Man kann zufällig Bakterien antreffen, welche von solcher Temperatur umkommen, die noch von Infusorien ausgehalten wird, doch das bedeutet nicht, dass die Infusorien widerstandsfähiger gegen hohe Temperaturen sind als Bakterien.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

	Mykoplasma.	Amöboplasma.
Ätzkali.	0,1 % schadet dem Typhusbakterium nicht und 0,14 % schadet den Cholerabakterien nicht, die in Gelatine lebten (Kitasato)[171].	0,1 % tötet momentan alle Tiere und Pflanzen.
Kupfervitriol.	0,1 % stört eine Art Hefe, nicht zu wachsen und zu assimilieren; bei 1 % wächst ein Schimmelpilz (Bokorny, S. 204), bei 0,05 % wachsen Bakterien.	0,01 % tötet Infusorien. 1 : 50000 tötet in 2 Tagen alle Tiere (Infusorien, Rädertiere, Würmer, Insektenlarven) und alle Pflanzen (*Cladophora, Conferva, Spirogyra, Vaucheria*). 1 : 100000000 tötet langsam *Spirogyra* (l. c. S. 205).
Zinkvitriol.	„Das Leben der Fäulnispilze wird aber merkwürdigerweise nicht einmal durch 0,1 % Zinksulphat gänzlich gehindert" (Bokorny, l. c. S. 209).	0,01 % tötet Infusorien in 24 Stunden (l. c. S. 209) und sogar 0,001 % tötet sie langsam. Wurzeln von Phanerogamen sterben bei 0,02 %.

Aber besonders erstaunlich ist der Unterschied zwischen der Beziehung des mykoiden und amöboiden Plasmas zu solchen für letztere starken Giften wie Blausäure, Morphium, Strychnin. Schmidt und Weis[172]) sagen in bezug darauf, „Die Wirkungsweise der spezifischen Gifte ist in den meisten Fällen höchst rätselhaft, . . . während sie für den einen Organismus in den kleinsten Dosen tötend sein können, sind sie vielleicht für andere Organismen, selbst in großen Dosen, unschädlich. Dieses gilt z. B. für Cyanwasserstoff (Blausäure) und die Alkaloide (Strychnin, Morphin u. a.), die bekanntlich zu den für höhere Tiere gefährlichsten Giften gehören, während sie Hefepilzen und Bakterien bisweilen sogar als Nährstoffe dienen können."

Pfeffer[173]) führt ebenso die bemerkenswerte Tatsache an, dass einige Pilze (nach seiner eigenen Beobachtung) das Amygdalin oder sogar das Cyankali als Nahrung aufnehmen und sich dieser für Tiere, wie bekannt, höchst giftigen Stoffe als Quelle bedienen, aus der sie den ihnen nötigen Stickstoff[174]) beziehen.

Währenddem wirken nach Klebs[175]) schon 0,05 % Strychnin schädlich auf einzellige Algen (*Euglena, Phacus*), und auch für höhere Gewächse sind diese Alkaloide starke Gifte, besonders Strychnin.

Ungewöhnlich ist auch die Widerstandsfähigkeit der Bakterien

171) Damit erklärt Bokorny ihre hohe Widerstandsfähigkeit.

172) Schmidt, Johs und Weis, Fr., Die Bakterien. Jena 1902, S. 171—172.

173) Pfeffer, W., Pflanzenphysiologie, Bd. I, Leipzig 1897, S. 398.

174) Sehr interessant wäre es, ausführlichere und systematischere Experimente über dieses Thema vorzunehmen, auch die Cyanophyceen einschließend, deren Beziehung zu den Giften noch so viel wie gar nicht erforscht worden ist.

175) Klebs, G., Organisation einiger Flagellatengruppen. 1883, S. 59.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

gegen Magensaft, worauf Růžička[176]) hingewiesen hat. „Das 51 Tage und länger der Magensafteinwirkung ausgesetzt gewesene Milzbrandbakterium bietet im wesentlichen dem Auge dasselbe mikroskopische Bild wie ein Anthraxbakterium, das soeben der lebenden Kultur entnommen wurde.“ In dieser Hinsicht sind die Bakterien ganz identisch mit den Zellkernen, welche, wie bekannt, auch vom Magensaft fast gar nicht angegriffen werden. Von welcher Zelle, ob sie nun von Tier oder Pflanze stammt, kann man dasselbe sagen?

(Schluss folgt.)

Über den autokatalytischen Charakter der Kernsynthese bei der Entwickelung.

Von Jacques Loeb.

(From the Spreckels Physiological Laboratory of the University of California.)

Bei meinen Arbeiten über das Wesen des Befruchtungsvorgangs wurde ich zu der Ansicht geführt, dass die Entwickelungserregung darin besteht, dass die oberflächliche Schicht des Eizytoplasmas — die Rindenschicht — zytolysiert wird. Das Spermatozoon bewirkt diese Zytolyse durch ein Lysin; bei der künstlichen Parthenogenese wird das Lysin durch eins der zytolytischen Mittel ersetzt, welche in der Bakteriologie und Hämatologie bekannt und gebräuchlich sind[1]).

Nachdem die oberflächliche Schicht des Eizytoplasmas zytolisiert ist, beginnt die Entwickelung des Eis. Das Wesen dieser Entwickelung besteht in einer Beschleunigung der Oxydationsvorgänge im Ei, welche zu einer Synthese des Kernmaterials auf Kosten des Zytoplasmas führt[2]). Da ich gefunden hatte, dass ohne Sauerstoff diese Synthese ausbleibt, so ist es möglich, dass es sich bei der Bildung von Kernmaterial um eine oxydative Synthese handelt.

Bei dem Versuch, mir ein Bild von der chemischen Natur der Kernsynthese zu machen, wurde ich auf folgende Tatsache aufmerksam: dass nämlich die Masse der Kernsubstanz in der Reihe der aufeinanderfolgenden Zellteilungen (anfangs wenigstens) in geometrischer Progression zunimmt; ja dass man geradezu sagen kann, dass (in dieser Entwickelungsperiode) die während der Zeiteinheit gebildete Kernsubstanz der schon vorhandenen Kernmasse jedesmal angenähert proportional ist[3]).

Nun nimmt das Ei der Seetiere, an dem ich arbeitete, während dieser Entwickelungsperiode keine Nahrung von außen auf, die

176) Růžička, V., Weitere Untersuchungen über den Bau und der allgemeinen biologischen Natur der Bakterien. Arch. f. Hygiene, Bd. LI, 1904, S. 307.

1) Loeb. Die chemische Entwickelungserregung des tierischen Eies. Berlin 1909. Das Wesen der formativen Reizung. Berlin 1909.

2) Loeb. Über den chemischen Charakter des Befruchtungsvorgangs und seine Bedeutung für die Theorie der Lebenserscheinungen. Leipzig 1908.

3) Loeb. Biochem. Zeitschrift. Bd. II, S. 34, 1906.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Biologisches Zentralblatt

Jahr/Year: 1910

Band/Volume: 30

Autor(en)/Author(s): Mereschkowsky Konstantin Sergejwitsch [C.]

Artikel/Article: Theorie der zwei Plasmaarten als Grundlage der Symbiogenesis, einer neuen Lehre von der Entstehung der Organismen. 321-347