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. 1. Juni 1910. № 11.

Inhalt: **Mereschkowsky**, Theorie der zwei Plasmaarten als Grundlage der Symbiogenesis, einer neuen Lehre von der Entstehung der Organismen (Schluss). — **Braem**, Die ungeschlechtliche Fortpflanzung als Vorläufer der geschlechtlichen. — **Ewald**, Über Orientierung, Lokomotion und Lichtreaktionen einiger Cladoceren und deren Bedeutung für die Theorie der Tropismen. — **Liesgang**, Beiträge zu einer Kolloidchemie des Lebens.

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

Von Prof. Dr. C. Mereschkowsky.

(Schluss).

Man hat die merkwürdige Fähigkeit der Bakterien und Pilze, den schädlichen Einflüssen solcher Gifte wie starke Kupfervitriollösung oder Eisenvitriollösung, Cyankali u. s. w. zu widerstehen, dadurch zu erklären versucht, dass diese Gifte gar nicht bis zum Protoplasma durchdringen, indem sie von der äußeren Zellmembran oder der äußersten Protoplasmaschicht zurückgehalten werden. Solch eine Erklärung ist aber in manchen Fällen faktisch nicht richtig, so z. B. in bezug auf starke Kochsalzlösungen, welche, wie bekannt, leicht durch die Zellmembran der Bakterien durchgeht; ebenso wenn solche Stoffe wie Cyankali, Morphium, Strychnin, den Mykoiden als Nahrung dienen, müssen sie aller Wahrscheinlichkeit nach ins Innere der Zelle eindringen. Besonders unanwendbar aber ist diese Erklärung in bezug auf Bakterien, „die ja, wie bekannt, leichter und rascher als andere Zellen gelöste Substanzen durch

Diffusion in sich aufnehmen“[177]). In der Tat ist es ja ganz unzulässig, den Widerstand gegen Gifte bei solchen Organismen, welche „leichter und rascher gelöste Substanzen durchlassen“ als andere, gerade dadurch erklären zu wollen, dass sie die Gifte nicht durch die Membran durchlassen!

Wenn aber auch bewiesen wäre, dass die obenerwähnten Gifte, durch die Membrau nicht bis zum Protoplasma gelassen werden, so würde das die Bedeutung der oben beschriebenen Tatsachen durchaus nicht verkleinern, denn es müssen zwei sich sehr scharf voneinander unterscheidende Plasmen sein, die in einem Falle eine Zellmembran oder äußere Protoplasmaschicht bilden können, welche $^1/_{50\,000\,000}$ Kupfervitriol leicht durchlässt und im anderen Falle solche Häutchen bilden, welche dieses Gift in so hoher Konzentration, wie sie zur Galvanoplastik gebraucht wird, nicht durchlässt.

Die große Widerstandsfähigkeit des Mykoplasmas im Vergleich zum Amöboplasma zeigt sich ebenso in der Art der Ernährung und in der Wahl der Nahrungsstoffe, welche für den einen und den anderen tauglich sind. Das Amöboplasma fordert sehr zarte, delikate Speisen, sein Menu besteht aus Eiweiß, Protoplasma, Fetten, Stärke und anderen Kohlehydraten. Das Mykoplasma verspeist alles mögliche und unmögliche, ist sogar mit so grober und unverdaulicher Nahrung zufrieden, das von derselben jedes Amöboplasma unausbleiblich umkommen müsste. — Benecke[178]) fand z. B. ein Bakterium (*Bacillus chitinovorus*), welcher sich von Chitin ernährt. Der bekannte französische Bakteriologe Miquel[179]) beobachtete Bakterien, welche sich von Kautschuk nähren, einen Teil seines Stoffes assimilierend und Schwefelwasserstoff ausscheidend. Rahn[180]) zeigte, dass ein Pilz (*Penicillium*) sich von Paraffin oder paraffinartigen Kohlenwasserstoffen nähren kann, dieselbe als Kohlenstoffquelle benutzend. Es gibt auch Pilze, aus der Gruppe der Ascomyceten, welche sich von Horn nähren; hierher gehören *Onygena equina* und *Onygena corvina*[181]). Oben haben wir gesehen, dass das Mykoplasma sich von Cyansäure, Cyankali, Morphium, Strychnin nährt, und im Kapitel IV haben wir gesehen, dass das Mykoplasma und nur dieses allein imstande ist, sich von unorganischen Salzen und Gasen zu nähren, Eiweiß aus ihnen produzierend.

---

177) Fischer, H., Die chemischen Bestandteile der Schizomyceten und der Eumyceten, in Lafar, Handb. d. techn. Mykologie, Bd. I, Jena 1904, S. 224.

178) Benecke, W., Über *Bacillus chitinovorus*, einen Chitin zersetzenden Spaltpilz. Botan. Ztg. 1905, I. Abt., S. 227.

179) Perrier, Les colonies animales. 2. Aufl., 1898, S. 39.

180) Rahn, O., Centralblatt für Bakteriologie (II), Bd. XVI, 1906, S. 382.

181) Ward, H., Marshall, *Onygena equina* Willd, a horn destroying Fungus. Philosoph. Transact. of the Royal Soc. London. Series B, Bd. 191, 1899, S. 269.

So tief können sich in bezug auf Nahrung aber nur solche zwei Plasmas unterscheiden, die in ihrer innersten Natur wesentlich voneinander verschieden sind.

Mit der ungewöhnlichen Widerstandsfähigkeit des Mykoplasmas in bezug auf hohe Temperaturen, ebenso mit seiner Fähigkeit ohne Sauerstoff auszukommen, haben wir uns oben (s. Kapitel II u. III) bekannt gemacht. Als Endresultat kommen wir auf diese Weise zum Schlusse, dass das Mykoplasma sich durch viel größere Robustheit und Widerstandsfähigkeit im allgemeinen auszeichnet, durch die Fähigkeit, stärker allen schädlichen physischen und chemischen Einflüssen zu widerstehen als das Amöboplasma.

VIII. Die übrigen Unterschiede.

1. — Das Mykoplasma unterscheidet sich, wie es scheint, vom Amöboplasma durch Anwesenheit von Eisen (in gebundenem Zustande). Grund, um dieses vorauszusetzen, haben wir in den Forschungen Macallum's[182]), welche zeigen, dass der größte Teil des in den Zellen gebundenen Eisens bisweilen auch seine ganze Masse bei höheren Tieren und Pflanzen in den Zellkernen enthalten ist und zwar speziell im Chromatinnetz oder in den Chromosomen.

Andererseits ist Eisen auch in Chromatophoren und in freilebenden Mykoiden konstatiert. So ist es bei den Bakterien[183]) gefunden und nach den Versuchen von Raulin[184]) und Molisch[185]) erscheint es als unumgänglicher Teil, auch der Pilze. Dass sich ohne Eisen keine normalen Chromatophoren entwickeln können, ist eine allgemein bekannte Tatsache: ohne Eisen wird die Pflanze chlorotisch, entwickelt sich schwach und geht schließlich zugrunde. Die Analyse der chemischen Bestandteile der Bakterien und Pilze zeigt ebenfalls überall die Gegenwart von Eisen[186]): die Essigbakterie enthält 8,15 % Fe_2O_3, Flechten 5,5 – 6,6 %, die Sporen der Schimmelpilze 5 %. In der Mehrzahl der Fälle ist aber die Eisenmenge weniger bedeutend als in den angeführten Beispielen und gewöhnlich niedriger als 1 %, wenn es auch bei der Trüffel auf 5 % steigt

182) Macallum, A., On the distribution of assimilated iron compounds other than Haemoglobin and Haematin, in animal and vegetabl cells. Quart. Journ. of microsc. Sc. Bd. 38, 1896.

183) Stoklasa für *Bacillus megaterium*, s. Lafar, Handb. d. techn. Mykologie, Bd. I, 1904, S. 397.

184) Raulein, Anales des sc. natur. Sér. V, Bd. XI, 1869, S. 93.

185) Molisch, H., Die Pflanze in ihren Beziehungen zu Eisen. Jena 1892. — Wehmer (Wehmer, C., Zur Frage nach dem Werte der einzelnen Mineralsalze für Pilze. Ber. d. deutsch. botan. Gesellsch., Bd. XIII, 1895, S. 257) meint allerdings, dass das Eisen nicht unumgänglich nötig für die Entwickelung der Pilze sei.

186) Fischer, H., Die chemischen Bestandteile der Schizomyceten und der Eumyceten, Lafar, Handb. d. techn. Mykologie, Bd. I, 1904 S. 227.

(Chatin) und diese Menge bleibt sogar auf sehr eisenarmem Boden die gleiche.

Wenn die Beobachtungen Justus'[187]) richtig sind, wonach jeder Zellkern Jod enthält, so ist es möglich, dass die Gegenwart dieses Elements ebenfalls eine unterscheidende Eigentümlichkeit des Mykoplasmas ist.

2. — Das Mykoplasma der freilebenden Mykoiden ist immer mit einer Membran umhüllt, das Amöboplasma ist nicht selten nackt. — Doch selbst dann, wenn das Amöboplasma von einem Häutchen bedeckt ist, wie es die Pflanzen haben, bemerkt man den scharfen Unterschied in der chemischen Zusammensetzung der Membran der Mykoiden einerseits und der Amöboiden andererseits. Den Pflanzen ist eine Membran aus Kohlehydraten, hauptsächlich aus Cellulose, eigentümlich, und diese Eigentümlichkeit erscheint so charakteristisch, dass Bonnier und Leclerc du Sablon[188]) die Unterschiede zwischen Tier und Pflanze feststellend, eben auf diese Fähigkeit des Pflanzenplasmas Cellulose zu produzieren, als auf einen Hauptunterschied hinweisen. „La présence ou l'absence de la cellulose est encore le moins mauvais des critériums que nous ayons examinés".

Die Mykoiden haben eine ganz andere Zellmembran; sie besteht aus stickstoffhaltigen Stoffen, in einigen Fällen sich dem Chitin nähernd (Chitosan), in anderen den Eiweißstoffen näherstehend.

Bei den Bakterien besteht die Zellmembran nach Schmidt und Weis[189]) aus Eiweißstoffen, nahe dem Protoplasma, obschon die Mehrzahl der Autoren für die Bakterienzellmembran ungefähr dieselbe Zusammensetzung wie für die Pilze annimmt; die früheren Hinweise auf die Gegenwart von Cellulose in der Membran der Bakterien haben sich nicht bestätigt.

Über die Pilze haben wir umständliche Untersuchungen von Van Wisselingh[190]), nach welchen die Zellmembran der Pilze aus Stickstoff besteht und Stoffe enthält (Chitin nach seiner Meinung), welche bei *Saprolegnieae* und *Perenosporeae*, d. h. bei Phyco-

187) Justus, J., Virchow's Archiv, Bd. CLXX, 1902, S. 501, ebendaselbst Bd. CLXXVII, 1907.

188) Bonnier, G. und Leclerc du Sablon, Cours de Botanique. Bd. I, Paris 1905, S. 16.

189) Schmidt, Johs und Weis, Fr., Die Bakterien. Jena 1902, S. 21 u. 22.

190) Wisselingh, C. von, Mikrochemische Untersuchungen über die Zellwände der *Fungi*. Jahrb. f. wiss. Botanik, Bd. XXXI, 1898, S. 619. — Siehe die zahlreichen Arbeiten über diesen Gegenstand von Winterstein, Ber. d. deutsch. bot. Ges. 1893, 1894, 1895, ebenso auch in Zeitschr. f. physiol. Chemie, Bd. XIX, 1894 u. 1895) und die Arbeit von Iwanoff.

myceten[191]) fehlen, wo das Zellhäutchen aus Cellulose besteht, was auch Mangin[192]) mikrochemisch bestätigt.

Zuletzt, was die Cyanophyceen anbelangt, bei welchen wir, dank der Gegenwart von Chlorophyll am ehesten Cellulosemembran zu finden hoffen dürfen, so kommt auch hier Kohl[193]) zu dem Schlusse, dass in der Mehrzahl der Fälle die Zellhaut der vegetativen Zelle aus Chitin besteht und nur bei den Heterocysten besteht sie aus Cellulose.

3. — Außer allen aufgezählten Unterschieden in chemischer und physiologischer Beziehung, welche zwischen Mykoplasma und Amöboplasma existieren, kann man noch auf einige morphologische Unterschiede hinweisen. Jedem, der die eigentümliche Gestalt, welchen die Hutpilze, Bauchpilze, Feuerschwämme bilden, mit einer echten Pflanze, sei es eine Alge, Moos, Farrenkraut oder Blütenpflanze vergleicht, muss sofort der ungeheure Unterschied zwischen dem einen und dem anderen Gewächs schon dem äußeren Aussehen nach in die Augen fallen.

Die Welt der Pilze mit ihren bizarren Formen macht den Eindruck von etwas höchst Sonderbaren, uns Fremdartigen, als ob es Organismen nicht von unserem Planeten wären, sondern von irgendeiner anderen Welt gekommen. Kein anderer Pflanzenorganismus macht einen solchen fremdartigen Eindruck.

Aber auch die innere Morphologie, d. h. der anatomische Bau beider Reiche — des Pflanzenreiches und des Pilzreiches — stellt uns einen tiefen und prinzipiellen Unterschied dar[194]).

Die Pflanzen sind aus Geweben aufgebaut, die Pilze haben nie echte Gewebe. Angefangen mit den allereinfachsten Pilzen und endigend mit den kompliziertesten, sind sie immer und in allen ihren Teilen ausschließlich aus Verflechtung von Hyphen oder

191) Übrigens begegnet man chitinähnlichen Stoffen augenscheinlich bisweilen auch bei den mukoinen Phycomyceten. Siehe Bachmann in Pringsh Jahrb. f. wiss. Botanik, Bd. XXXIV, 1900.

192) Mangin, L., Comptes rend. d. l'Acad. d. sc. Paris, Bd. XVII, 1893, S. 816. — Die mikrochemischen Methoden sind übrigens wenig zuverlässig, weshalb Mangin auch bisweilen zu falschen Schlüssen kommt, z. B. in bezug auf die Gegenwart von Cellulose bei den Flechten *Usnea barbata*, was Wisselingh nicht bestätigt. Bei den Flechten konnte der letzte Autor ohne jeden Zweifel die Gegenwart von Chitin in den Sporenhäutchen konstatieren.

193) Kohl, F., Organisation und Physiologie der Cyanophyceenzellen. 1903.

194) Und zu verwundern ist es nicht, dass dem so ist, denn wie schon längst von Claude Bernard behauptet wurde, ist der morphologische Unterschied nichts anderes als die Folge und der Ausdruck der chemischen Unterschiede. Im botanischen Gebiete wurde dieser Gedanke von Sachs entwickelt (Stoff und Form der Pflanzenorgane. Arb. d. botan. Inst. in Würzburg. Heft 3, 1880, S. 452 ff.). — Siehe aber die Kritik dieser Theorie von Vöchting (Bot. Zeit. 1880, S. 609 ff. u. Pringsh. Jahrb. 1885, S. 24 ff.) und von Reinke (Pringsh. Jahrb. Bd. XXXI, 1898, S. 252 ff.).

Pilzfäden aufgebaut, welche alle gleichzeitig wachsen, damit auch das ungewöhnlich rasche Wachstum bedingend, welcher die Pilze charakterisiert.

4. — Wir haben vollen Grund vorauszusetzen, dass das Mykoplasma eine bedeutend kompliziertere Struktur besitzt als das Amöboplasma.

Das entspringt aus der Rolle, welches das Mykoplasma in bezug auf die Vererbung spielt. Wenn meine Theorie über die Entstehung der Zellkerne, welche ich in meiner nächsten Arbeit darlegen werde, richtig ist, so erscheint das Mykoplasma als der Träger der Vererbung: denn die Chromosomen und namentlich die Chromiolen können nur aus diesem Plasma, aber nicht aus dem Amöboplasma gebaut sein.

Erinnern wir uns jetzt, welche komplizierte Erscheinungen durch die Chromiolen, besonders bei den höheren Organismen, vererbt werden. Nicht nur alle Details ihrer Organisation, nicht nur die kleinsten Flecken der Färbung, sondern auch die psychischen Eigenschaften, Neigungen, Talente, werden von einer Generation der anderen übergeben und müssen deshalb, wenn auch in ursprünglicher und vereinfachter Form, in den bei stärkster Vergrößerung kaum sichtbaren Körnchen — den Chromiolen — irgendwie ausgedrückt sein. Wenn wir das alles im Auge behalten, so müssen wir unausweichlich solche Kompliziertheiten im Baue der Chromiolen zulassen, welche an das Unmögliche grenzt[195]).

Und währenddessen haben wir faktisch keinen Grund, eine ähnliche Kompliziertheit der Struktur im Amöboplasma zuzulassen.

IX. Schlussfolgerungen aus der Theorie der zwei Plasmaarten.

Wir haben in den vorhergehenden Kapiteln gesehen, dass eine Reihe tiefer Unterschiede zwischen den beiden Gruppen der Organismen herrscht, welche wir Mykoiden und Amöboiden genannt haben, dass jedem derselben ein Plasma zugrunde liegt, welches derart abweichende Eigenschaften besitzt, dass wir darauf das Vorhandensein ernster Unterschiede im Bau dieser zwei Plasmen zulassen müssen.

---

195) Möglich wäre es, dass diese ungemeine Kompliziertheit der Struktur des Mykoplasmas mit einer anderen Eigenschaft dieses Plasmas — seiner Unbeweglichkeit in direktem Verbande steht. Denn eine sehr mobile Substanz kann nie den hohen Grad der Kompliziertheit erreichen, den eine wenig mobile Substanz erreichen kann.

Und dieser Umstand wiederum ist vielleicht mit der größeren Dichtigkeit des Mykoplasmas, die wir diesem Plasma voraussichtlich zuschreiben können und die seine große Resistenz gegen hohe Temperaturen erklären würde, in Zusammenhang zu bringen.

Auf diese Art sind wir, anstatt eine Einheit der organischen Natur anzunehmen, gezwungen, ihre Zweiheit anzuerkennen.

Aber daraus entspringt eine ganze Reihe von Schlussfolgerungen, welche wir hier in Kürze durchgehen.

Wenn es zwei nach ihren Eigenschaften prinzipiell getrennte Plasmen gibt und entsprechend diesem zwei Welten organischer Lebewesen, so kann das nur dadurch erklärt werden, dass beide Plasmen unabhängig voneinander entstanden sind und dabei unter ganz verschiedenen Bedingungen, folglich in verschiedenen Epochen der Erdgeschichte.

Die Erdgeschichte, soviel sie die Frage über die Entstehung des Lebens und der Organismen berührt, kann man in folgende vier Epochen einteilen, welche wahrscheinlich sehr verschiedene Zeiträume umfassten.

I. Epoche. Feurig glühender Zustand der Erdoberfläche.

II. Epoche. Die Erde ist nicht mehr glühend, aber noch sehr erwärmt (über 100° C.) und desbalb absolut trocken.

III. Epoche. Die Oberfläche der Erde ist mit kochendem oder heißem Wasser mit einer Temperatur von 50—100° C. bedeckt.

IV. Epoche. Die Temperatur des Wassers fällt unter 50° C.

In welcher dieser Epochen konnte nun das Leben erscheinen?

Nach Pflüger[196]) konnten seine Anfänge als Hilfsmaterial, wie Cyanverbindungen und einige andere Radikale des Eiweißes schon dann erscheinen, als die Erde sich noch im glühend-feurigen Zustande befand, da diese Stoffe zu ihrer Bildung einer sehr hohen Temperatur bedürfen. Aber das Leben selbst, d. h. lebendes Protoplasma, konnte erst mit dem Erscheinen des Wassers auf der Oberfläche der Erde auftreten. Das können wir daraus schließen:

1. dass wir nicht einen einzigen, absolut trockenen Organismus kennen, alle Organismen brauchen zu ihrem Leben eine bestimmte Quantität Feuchtigkeit, wenn nicht äußerlich, so doch innerlich, und 2. dass im Wasser, also in Lösungen, alle chemischen Prozesse leichter vor sich gehen, und so ist es ganz natürlich, vorauszusetzen, dass ein so schwieriger chemischer Prozess, wie ohne Zweifel die Bildung des lebenden Protoplasmas war, im Wasser vor sich ging unter Bedingungen, die viel günstiger waren als ein trockener Zustand des Mediums.

Und so konnten die ersten Organismen nur in der dritten oder vierten Epoche der Erdgeschichte erscheinen. Aber in welcher von diesen beiden?

Die Eigenschaften des Mykoplasmas, mit welchen wir uns oben bekannt gemacht haben, geben uns die Möglichkeit, auf diese Frage

---

196) Pflüger, Über die physiologische Verbrennung in den lebendigen Organismen. — Pflüg. Arch. f. Physiol., Bd. X, 1875.

detaillierter zu antworten als es früher möglich war. Das Mykoplasma konnte ganz gut in der dritten Epoche erscheinen, als das Wasser noch heiß und kochend war, gesättigt mit jeglichen Mineralstoffen und frei von Sauerstoff. Die rauhen Bedingungen, unter welchen dieses Plasma entstand, würden dann auch die wunderbaren Eigenschaften erklären, welche es besitzt, seine ungewöhnliche Widerstandsfähigkeit gegen hohe Temperaturen, starke Lösungen verschiedener schädlicher Stoffe, seine Fähigkeit, ohne Sauerstoff zu leben, sein Eiweiß nur aus Mineralstoffen zu produzieren u. s. w.

Wie waren nun die ersten Organismen beschaffen, welche in dieser Epoche auf der Erde erschienen. Es waren ohne Zweifel die einfachsten der uns bekannten Organismen — die Bakterien, wie dieses aus der untenangeführten Vergleichstabelle ersichtlich, in welcher auf der einen Seite alle Forderungen angeführt sind, welche den ersten Organismen, falls sie in der dritten Epoche entstanden sind, gestellt werden können und auf der anderen Seite die morphologischen und physiologischen Eigenschaften der Bakterien aufgezählt sind, welche, wie ersichtlich, sich als vollständig zusammenfallend mit diesen Forderungen erweisen.

Forderungen, welche unumgänglich an die ersten Organismen gestellt werden müssen.	Eigenschaften der Bakterien, welche diesen Forderungen entsprechen.
1. Minimale Größe, unerreichbar für das Mikroskop.	1. Die bakteriellen Nebel bestehen aus unter dem Mikroskop unsichtbaren bakterienartigen Organismen — den Biokokken[197]).
2. Abwesenheit von Organisation.	2. Bei solch einer geringen Größe, entsprechend dem Gesetze der Abhängigkeit der Organisation von der Größe, können die Biokokken keine Organisation haben.
3. Fähigkeit, hohe Temperaturen nahe am Kochpunkte auszuhalten.	3. Die Bakterien vertragen in vegetativem Zustande eine Temperatur bis 98°, in reproduktivem Zustande bis 150°.
4. Fähigkeit, ohne Sauerstoff leben zu können.	4. Die größte Mehrzahl der Bakterien kann ohne Sauerstoff leben.
5. Fähigkeit, Eiweiße und Kohlehydrate (letzteres ohne Vermittlung des Chlorophylls) aus unorganischen Stoffen zu bilden.	5. Die Bakterien sind fähig, Eiweiß und Kohlehydrate (letzteres ohne Vermittlung des Chlorophylls) aus unorganischen Stoffen zu bilden.
6. Widerstandsfähigkeit in bezug auf Lauge, starke Salzlösungen, Schwefelverbindungen und verschiedene Giftstoffe.	6. Bakterien vertragen Lauge, stark konzentrierte Salze, Schwefelwasserstoff, große Dosen verschiedener Giftstoffe.

197) Siehe darüber: Löffler und Frosch, Berichte der Kommission zur Erforschung der Maul- und Klauenseuche bei dem Institut für Infektionskrankheiten

Dieses merkwürdige Zusammenfallen der Eigenschaften der Bakterien mit den Forderungen, welche wir an die ersten Organismen stellten, gibt uns das volle Recht, zu behaupten, dass letztere eben Bakterien waren. Außerdem, da unsere Forderungen von der Voraussetzung ausgingen, dass die Organismen in der dritten Epoche der Erdgeschichte auftraten, als das Wasser eine Temperatur höher als 50° besaß, die Bakterien sich aber als diese Forderungen vollständig erfüllend erwiesen, so haben wir das Recht, vorauszusetzen, dass die Organismen schon in dieser dritten Epoche der Erdgeschichte erschienen. Das erste lebende Plasma, welches auf der Erde erschien, musste sehr widerstandsfähig und vollständig ausgerüstet für die rauhen Bedingungen sein, welche damals auf der Erde herrschten. Und dieses Plasma war eben das Mykoplasma.

Also gab es eine Zeit, wo die einzigen Bewohner der Erde Bakterien waren. Die heißen, stellenweise noch kochenden Wasser dieser Meere, reich an Lauge, Salzen, Schwefelverbindungen, aber des Sauerstoffs entbehrend, wimmelten von zahlreichen Bakterien, welche entweder als sich weit erstreckende gallertige Schichten, die den Meeresgrund bedeckten oder als schwimmende gallertartige Klumpen und Platten auftraten oder zuletzt sich einfach als trübes Wasser aus einzelnen Lebewesen zusammensetzt, kundgaben. — Ganze tausende und hunderttausende Jahre fuhren wohl solche Bedingungen auf der Erde fort zu existieren, und dabei hatten die Bakterien Zeit, sich stark abzuändern. Aus einfachen unorganisierten Biokokken bildeten sich verschiedene andere größere und zusammengesetztere Formen heraus und zuletzt entwickelten sich aus den Bakterien auch andere, viel höher organisierte Gruppen von Organismen — Pilze und Cyanophyceen.

Die hier vorgeschlagene Theorie der Entstehung der Organismen hat noch den Vorteil, dass sie sich in voller Übereinstimmung mit der Theorie Pflüger's von der Entstehung des Lebens auf der Erde befindet, von welcher Verworn sagt, dass es nicht eine einzige Tatsache gäbe, mit welcher man sie widerlegen könnte.

Die Theorie der Entstehung des Mykoplasmas in der dritten Epoche der Erdgeschichte, welche als Folgerung der Theorie der zwei Plasmaarten erscheint, kommt der Theorie Pflüger's entgegen, in gewissem Sinne als ihre Fortsetzung erscheinend. Wenn, wie es gewöhnlich angenommen wird, die Organismen in der vierten Epoche erschienen wären, d. h. in der Periode der erkaltenden

---

in Berlin. Centralbl. f. Bakter., I. Abt., Bd. XXIII, S. 371. — Nocard et Roux, Annales del Institut Pasteur, 1898, Nr. 4. — Errera, L., Recueil de l'Institut botanique, université de Bruxelles, 1903. — Lafar, Handb. d. techn. Mykol., Bd. I, 1904, S. 32 u. 35.

Gewässer, so müsste zwischen dem Momente der Entstehung der Elemente des lebenden Protoplasmas — den Bausteinen, aus welchen es konstituiert wurde, d. h. der cyanischen und anderen Radikalen, welche zu ihrer Bildung sehr hohe Temperaturen fordern — und dem Momente der Zusammensetzung dieser Radikalen in lebendes Plasma, dann eine ungeheure große Lücke entstehen. Diese zwei Momente wären dann nicht zusammenzubringen. Meine Theorie bringt uns nicht zu einer derartigen Lücke, sie lässt die Ununterbrochenheit des Prozesses der Lebensbildung zu. In der Zeit, als auf den Polen der Erde die Oberfläche schon so erkaltet war, dass sich auf derselben die ersten noch kochenden Gewässer bilden konnten, konnte die Temperatur auf dem Äquator stellenweise noch genügend heiß sein zur Bildung oder wenigstens zur Bewahrung derjenigen Radikale, welche, in Berührung mit dem kochenden Wasser kommend, die ersten Körnchen der lebenden Materie bilden mussten. — Dieser Übergangsmoment, wo einerseits irgendwo noch Reste der zweiten Epoche herrschten, andererseits auf den Polen schon Anfänge der Bedingungen der dritten Epoche sich zeigten, war wahrscheinlich der Moment der Bildung des Mykoplasmas. Früher mangelte es an der unumgänglichen Bedingung zum Dasein des Lebens, dem Wasser, später konnten sich die Elemente, welche unumgänglich zur Bildung des Plasmas waren, d. h. die Bausteine, aus denen es sich aufbaute, bei stark veränderten Bedingungen nicht mehr halten, sie fingen an zu zerfallen, zu vergehen, und neu bilden konnten sie sich nicht mehr. Kraft dieses verschwanden in der Folge die Bedingungen zur Bildung des lebenden Mykoplasmas und die weitere Entwickelung des Lebens konnte nur nach dem Prinzip: omne vivum e vivo vor sich gehen. So entstand zugleich eine der hauptsächlichsten unterscheidenden Besonderheiten des Lebens, — die Fähigkeit, sich zu vermehren, d. h. neuen Geschöpfen aus lebenden Teilchen des alten den Anfang zu geben. Denn es konnten nur solche Teilchen Eiweißes gedeihen, welche diese Fähigkeit besaßen, und würden nicht solche entstanden sein, so gäbe es überhaupt kein Leben auf der Erde. — Das ganze weitere Auftreten von lebendem Mykoplasma erscheint auf diese Weise einfach als Wuchs des ursprünglichen Plasmas, als dessen unmittelbare Fortsetzung.

Nur nachdem die Temperatur des Wassers unter 50° C. gesunken war und auf der Erde reichlich organische Nahrung in Gestalt der Bakterien erschien, konnte sich das zweite Plasma — das Amöboplasma — zeigen. Ganz andere Bedingungen, welche in der Epoche seiner Entstehung herrschten, Bedingungen, die viel weniger rauh waren als die, welche bei Entstehung des mykoiden Plasmas herrschten, riefen ganz andere Eigenschaften hervor, welche das Amöboplasma charakterisieren.

Dieses Plasma trat aller Wahrscheinlichkeit nach in Form kleiner Klümpchen[198]) auf, als kleine kernlose Moneren, die sich amöbenartig auf dem Meeresgrunde bewegten und die dort in Überfluss vorhandenen Bakterien verzehrten.

In der Mehrzahl der Fälle wurden wohl die Bakterien von den Moneren verdaut, es mussten sich aber auch zwischen den Mikrokokken solche Arten treffen, welche die Fähigkeit hatten, der verdauenden Kraft der Moneren zu widerstehen. Solche Bakterien blieben im Innern des Körpers der Monere leben und bildeten mit ihr eine Symbiose; diese symbiotisch lebenden Mikrokokken, anfangs ungeordnet, diffus zerstreut im Körper des Moners, dann sich in Form einer gesonderten Gruppe im Zentrum gruppierend und zuletzt sich sogar mit einem Häutchen überziehend, bildeten den Zellkern[199]). Der Zellkern gab den Moneren vollständig neue Möglichkeiten im Sinne ihrer weiteren Evolution. Ohne diese Symbiose wären die kernlosen Moneren für immer verurteilt, dieselben niedrigen Lebensformen zu bleiben, welche sie ursprünglich waren. Ohne Eindringen der Bakterien — dieser Fermentbildner par excellence — ins Innere der ursprünglich kernlosen Moneren, hätten wir keine Tiere und kein Pflanzenreich mit der endlosen Mannigfaltigkeit ihrer Formen, Mannigfaltigkeit, die ja schließlich durch nichts anderes bedingt ist als durch die Mannigfaltigkeit der Fermente, welche, wie bekannt, aus den Zellkernen entspringen und die ganze organische Welt würde einerseits vertreten sein durch das große und verschiedenartige Reich der Pilze und andererseits — von einförmigen geringfügigen Moneren.

Als sich aus den Bakterien — unter welchen es schon verschieden gefärbte Formen gibt: rote, gelbe, grüne — vermittelst Verstärkung der Pigmentbildung die Cyanophyceen bildeten, so drangen diese letzteren in die zu der Zeit schon vorkommenden aus einer Symbiose der Bakterien mit kernlosen Moneren entstandenen zahlreichen Amöben und Flagellaten, als neue Symbionten, ein und gaben damit mit einem Male den Anfang zur Bildung einiger (von 6—9) selbständiger, unabhängig voneinander sprossenden Baumstämme des Pflanzenreiches. Solch eine im hohen Grade polyphyletische Entstehung der Pflanzenwelt, welche jetzt als end-

198) Die vor kurzem in dieser Zeitschrift vorgebrachte Theorie, nach welcher zuerst eine kontinuierliche Masse organischer lebender Materie entstand, welche dann in mehrere einzelne Teilchen zerfiel, hält keine Kritik aus; sie befindet sich im direkten Gegensatze mit dem allgemeinen Gesetze der Evolution der Organismen, nach welchem die Evolution vom kleinen und einfachen zum großen und zusammengesetzten steigt (siehe meinen Kursus der allgemeinen Botanik, russisch).

199) Der Teil meiner Lehre von der Entstehung der Organismen, welcher die Zelle, seine Natur und Entstehung behandelt, bildet den Gegenstand eines besonderen Artikels, in welchem Tatsachen vorgestellt werden, die als Grund für die Sätze dienen, welche hier nur kurz geäußert sind.

gültig festgestellt angenommen werden kann, erscheint als Konsequenz der Tatsache, dass in die Flagellaten einerseits verschiedene Cyanophyceen (grüne, braune, rote) eindrangen, andererseits dass dieses Eindringen der Cyanophyceen in verschieden gebaute Flagellaten stattfand, bald in solche mit einem Geißelfaden, bald in solche mit zwei gleichen, dann wieder mit zwei ungleichen Geißelfäden ausgerüstet.

Die übrigen Amöben und Flagellaten, welche mit den Cyanophyceen nicht in Symbiose traten, fuhren fort, sich als Tiere auszubilden, dem Tierreich den Anfang machend.

Somit erscheint als weitere Folge der Theorie der zwei Plasmen eine neue Klassifikation der Organismen und die Feststellung ganz anderer verwandtschaftlicher phylogenetischer Beziehungen zwischen den einzelnen Gruppen als diejenigen, welche heutzutage als allgemein angenommen gelten.

Ganz zuerst teilt sich von der organischen Welt ein neues Reich, das Reich der Mykoiden, bestehend aus reinem Mykoplasma. Es ist das einzige Reich, welches nicht als Resultat einer Symbiose erscheint, sondern eine aus sich selbst hervorgegangene unmittelbare Entwickelung der zuerst erschienenen Organismen in Gestalt der Urbakterien vorstellt. Die übrigen zwei Reiche, das Pflanzenreich und das Tierreich, erscheinen als Resultate der Symbiose; die Tiere als Resultat der einfachen Symbiose, die Pflanzen aber — der zweifachen Symbiose[200]). Die neue Klassifikation der Organismen drückt sich folgendermaßen aus:

I. Das Mykoidenreich (keine Symbiose)	Frei lebende	1. Bakterien 2. Pilze 3. Cyanophyceen.
	Symbionten	1. Chromatophoren 2. Chromiole der Kerne
II. Das Pflanzenreich (zweifache Symbiose)	1. Algophyta	a) Algae (autotrophe Organismen) b) Leucophyceae (heterotrophe Organismen, Phycomycetes)
	2. Bryophyta 2. Pteridophyta 3. Spermaphyta	

III. Das Tierreich (einfache Symbiose).

Als weitere Folge der Theorie der zwei Plasmaarten ergibt sich die Notwendigkeit der Aufstellung anderer Beziehungen zwischen einigen Gruppen von Organismen als diejenigen, welche heutzutage als die allgemein anerkannten gelten.

Unumgänglich ist es vor allem, die Phycomyceten aus der Zahl der Pilze auszuschließen, welche schon De Bary für farblos

200) Eine dreifache Symbiose stellen die Flechten vor.

gewordene Algen hielt. Aber De Bary zählte sie gleichzeitig zu den Pilzen. Wie weit jedoch die Phycomyceten von den Mykoiden stehen und wie nahe den Pflanzen, ersieht man aus unten folgender Tabelle:

Pflanzen.	Phycomyceten.	Mykoiden.
1. Das Plasma ist amöboid beweglich.	1. Das Plasma ist amöboid beweglich.	1. Das Plasma ist amöboid unbeweglich.
2. Kontraktile Vakuolen vorhanden.	2. Kontraktile Vakuolen vorhanden.	2. Kontraktile Vakuolen nicht vorhanden.
3. Vermehren sich durch Zoosporen.	3. Vermehren sich durch Zoosporen.	3. Vermehren sich nicht durch Zoosporen.
4. Die Zellhaut besteht aus Cellulose.	4. Die Zellhaut besteht aus Cellulose[201]).	4. Die Zellhaut besteht aus Fungin oder Chitin.
5. Die Sporen sind nackt, bilden sich durch Zerspaltung des Protoplasmas, bisweilen mit Periplasma.	5. Die Sporen sind nackt, bilden sich durch Zerspaltung des Protoplasmas, kein Epiplasma.	5. Die Sporen immer mit Zellmembran umgeben, bilden sich durch inneres Ausscheiden einzelner Teile aus der allgemeinen Masse des Plasmas, Epiplasma immer vorhanden.

Aber auch morphologisch stehen die Phycomyceten so nahe zu verschiedenen Typen der Algen, dass es keinem Zweifel mehr unterliegt, dass diese Organismen keine Pilze sind, sondern farblos gewordene Algen, welche infolge ihrer saprophytischen oder parasitischen Lebensweise ihre Chromatophoren verloren haben[202]). Deshalb sehe ich auf die Phycomyceten wie auf einen Seitenzweig (richtiger wie auf eine Reihe von Zweigen) der Algen und finde es unumgänglich, die für sie ganz unpassende alte Bezeichnung Phycomycetes durch eine neue Bezeichnung — Leucophyceae[203]) zu ersetzen. Diese Leucophyceen stehen in keiner Verwandtschaft mit den Pilzen.

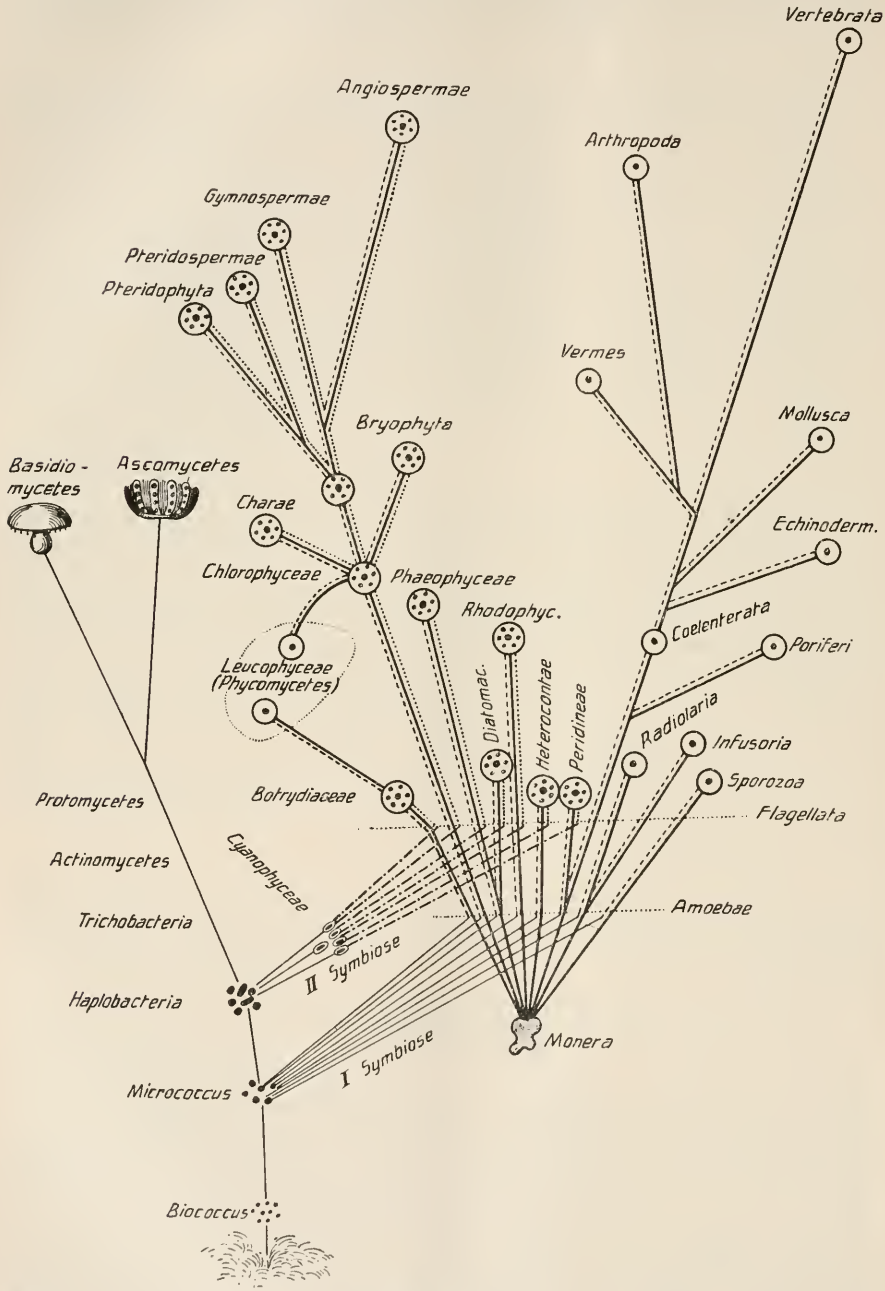
---

201) Es muss jedoch bemerkt werden, dass es bei einigen Phycomyceten nicht gelang, die Gegenwart der Cellulose zu konstatieren. In anderen Fällen bleibt die Frage streitig. — Mangin z. B. fand die Cellulose beim *Mucor*, Wisserlingh aber nicht!

202) Im höchsten Grade interessant wäre es, von diesem Standpunkte aus eine Reihe Pilze zu studieren, welche gewöhnlich zu den Ascomyceten zugerechnet werden nämlich *Ascoidea*, *Dipodoscus*, *Taphridium*, *Protomyces*, *Monoscus*. Besonders wichtig wäre es, folgende Punkte zu klären: Besteht die Zellmembran aus Cellulose oder aus Chitinstoff, hat das Protoplasma amöbenartige Bewegung, ähnlich wie bei den Leucophyceen, bleibt Epiplasma in den Sporangien nach. Unumgänglich nötig ist es auch, die Empfindlichkeit dieser Organismen zu Temperatur und zu Giften zu bestimmen und festzustellen, ob sie fähig sind, Stickstoff und Kohlehydrat aus anorganischen Stoffen zu assimilieren. Möglicherweise ergibt es sich, dass alles keine Pilze, sondern Leucophyceen sind.

203) Einige Autoren neigen schon zu diesem Gesichtspunkte, obgleich die Mehrzahl der Botaniker (Brefeld, Blakmann, Harper [1900], Barker [1903], H. Fischer [1904], Dangeard [1898—1905]) es fortsetzen, die Pilze von den Phycomyceten abzuleiten.

Noch eine Schlussfolgerung meiner Theorie ist die Aufhebung des Reiches der Protisten — dieser Zoophyten des 19. Jahrhunderts,



welche ein Reich von Übergangsorganismen vorstellen sollen, die sich noch nicht in echte Tiere oder echte Pflanzen differenziert hätten.

In Wirklichkeit gibt es keine derartigen Übergangsorganismen, weil es keinen Übergang zwischen Symbiose und Nichtsymbiose gibt. Entweder ist eine Symbiose mit Cyanophyceen vorhanden — und dann haben wir eine echte Pflanze vor uns, oder es ist keine Symbiose da — und dann haben wir es mit einem echten Tier[204]) zu tun — mit Ausnahme der Fälle, selbstverständlich, wenn ein Organismus, frei von Chromatophoren, aus einem schon vollständig determinierten Gewächs hervorgegangen ist. Jeder Organismus ist darum entweder ein Tier, eine Pflanze oder ein Mykoid.

Alles Vorhergehende ist schematisch auf beiliegender Tafel ausgedrückt.

Auf dieser Tafel ist das Mykoplasma durch dünne, das Amöboplasma durch starke Linien und die Cyanophyceen oder Chromatophoren durch unterbrochene Linien bezeichnet.

Aus der Tafel ist ersichtlich, dass die organische Welt aus zwei Stämmen zusammengesetzt ist, welche aus zwei selbständigen Wurzeln sprossen; der linke Stamm gebildet aus den Urbakterien — Biokokken, ist das Reich der Mykoiden, welches in seiner Fortschreitung zwei große Gruppen Pilze ergibt — *Basidiomycetes* (Hutpilze) und *Ascomycetes* (Schlauchpilze) und einen Seitenzweig der Cyanophyceen. Dieser Stamm erschien früher als der andere. Später entstand das zweite Plasma, das Amöboplasma in Form von Moneren. Die Mikrokokken, vielfach in diese Moneren eindringend (I. Symbiose), bildeten den Kern und folglich die Zelle und gaben auf diese Weise den einfachen Tieren — den Amöben und Flagellaten — den Ursprung. In die letzteren drangen in der Folge die Cyanophyceen ein (II. Symbiose), das Reich der Pflanzen bildend. Ein Seitenzweig des letzteren (links) stellen die Leucophyceen vor. Die übrigen Amöben und Infusorien entwickelten sich zum Tierreich.

Die ungeschlechtliche Fortpflanzung als Vorläufer der geschlechtlichen.

Von F. Braem.

Die Fortpflanzung der irdischen Lebewelt vollzieht sich auf zwei scheinbar ganz verschiedenen Wegen, geschlechtlich und ungeschlechtlich.

---

204) In bezug auf Pflanzen steht die Sache ganz ebenso wie in bezug auf die Flechten, welche von sich aus eine Symbiose von Pilzen mit Algen vorstellen. Entweder ist die Symbiose vorhanden, dann sind es Flechten, oder die Symbiose ist nicht vorhanden, dann sind es Pilze; es gibt keine Übergänge und kann auch keine geben.

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. 354-357