

# Biologisches Centralblatt.

Unter Mitwirkung von

Dr. K. Goebel und Dr. R. Hertwig

Professor der Botanik

Professor der Zoologie

in München,

herausgegeben von

**Dr. J. Rosenthal**

Prof. der Physiologie in Erlangen.

---

Vierundzwanzig Nummern bilden einen Band. Preis des Bandes 20 Mark.  
Zu beziehen durch alle Buchhandlungen und Postanstalten.

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 Entwicklungsgeschichte an Herrn Prof. Dr. R. Hertwig, München, alte Akademie, alle übrigen an Herrn Prof. Dr. Rosenthal, Erlangen, Physiolog. Institut, einzusenden zu wollen.

---

**Bd. XXXI.**

**15. April 1911.**

*N<sup>o</sup> 8.*

---

Inhalt: Brunthaler, Zur Phylogenie der Algen. — v. Frisch, Über den Einfluss der Temperatur auf die schwarzen Pigmentzellen der Fischhaut. — Kohlbrugge, Kultur und Gehirn. — Berichtigung.

---

## Zur Phylogenie der Algen.

Von Josef Brunthaler, Wien.

Die phylogenetischen Verhältnisse der Algen sind schon des öfteren Gegenstand von Betrachtungen gewesen. Es scheint jedoch, dass immer zu sehr das Hauptgewicht auf die rezenten Formen gelegt und dadurch häufig unrichtige Schlüsse gezogen wurden. Die heute lebenden Algen sind die Abkömmlinge der ältesten Reihen oder Stämme des Pflanzenreiches, in vielen Fällen Endglieder; die verbindenden Zwischenglieder fehlen meist gänzlich, und es ist daher eine nähere verwandtschaftliche Beziehung der einzelnen Gruppen untereinander meist gar nicht zu erwarten. Das an und für sich für unsere Erkenntnis der niederen Organismen so überaus fruchtbringende Studium der Flagellaten hat leider in der kritiklosen Verwendung seiner Ergebnisse zu phylogenetischen Schlüssen geführt, welche wenig Anspruch auf Logik haben. Der Vergleich von phylogenetisch ganz ungleichwertigen Formen, die Ableitung scheinbar höher organisierter von scheinbar tiefer organisierten Formen führte zu falschen Ergebnissen. Die lebenden Flagellaten sind als Endglieder einer eigenen Reihe oder Stammes anzusehen und daher für die Verwandtschaftsverhältnisse der rezenten Algen nur mit Vorsicht heranzuziehen.

Um zu richtigeren Vorstellungen zu gelangen als dies bisher der Fall war, dürfte es vor allem notwendig sein, die äußeren Ver-

hältnisse festzustellen, unter welchen sich die Algen entwickelten, und wie sich diese Verhältnisse im Laufe der Erdperioden veränderten.

Es soll in den folgenden Ausführungen versucht werden, diese Verhältnisse festzustellen und die allgemeinen Schlüsse daraus abzuleiten.

Die spezielle Phylogenie der rezenten Algen darzustellen ist einem zweiten Aufsatz vorbehalten.

Die Algen (Schizophyceen sind im folgenden, als einer anderen Entwicklungsreihe angehörig, stets ausgeschlossen) sind in einer sehr frühen Erdperiode entstanden. Die ersten Spuren, welche wir als Algenreste ansprechen können, treten bereits im Kambrium auf und deuten bereits auf eine verhältnismäßig hohe Organisation hin. In den präkambrischen Schichten sind nur durch das Auftreten von Nestern oder Schmitzen von Kohle oder Graphit Andeutungen vorhanden, dass die Algen bereits eine große Rolle in der Zusammensetzung des damaligen organischen Lebens spielten. Nachdem es keinem Zweifel unterliegen kann, dass die ersten Ansammlungen von tropfbarflüssigem Wasser, welche auf der erkaltenden Erde möglich waren, Salzwasser enthielten, kommen für eine phylogenetische Betrachtung nur marine Formen in Betracht. Die Untersuchungen der paläoklimatischen Verhältnisse der Erde haben ergeben, dass wir annehmen müssen, dass zur Zeit der ältesten Ablagerungen, welche Organismen enthalten, im großen und ganzen bereits die klimatische Zonengliederung vorhanden war. Es muss daher die ziemlich weit verbreitete Vorstellung, dass die ganze Erde durch Eigenwärme eine ziemlich gleichmäßige Temperatur besaß, viel weiter zurückverlegt werden, als dies bisher geschah, und zwar in präkambrische Zeiten. Dass es eine Zeit gab, zu welcher derartige Verhältnisse herrschten, kann als sicher angenommen werden, ebenso, dass damals bereits die Erde mit ausgedehnten Meeren bedeckt war. Das Meersalz stammt von der Tätigkeit der Fumarolen der in den ältesten Erdperioden überaus starken vulkanischen Tätigkeit.

Wenn wir die übrigen äußeren Verhältnisse betrachten, wie sie damals auf der Erde bestanden, können wir wohl mit Sicherheit annehmen, dass infolge der großen Erdeigenwärme und der damit im Einklang stehenden starken Verdampfung, die Erde in einen dichten Wasserdampfmantel eingehüllt war, der das Eindringen der Sonnenstrahlen sehr behinderte und eine Selektion der Strahlen verursachte. Die Atmosphäre wirkte als trübes Medium, so dass nicht nur, wie Abney<sup>1)</sup> gezeigt hat, eine bedeutende Schwächung der kurzwelligen brechbareren Strahlen stattfinden musste, sondern

---

1) Philosophical Trans. 1887 und 1893.

auch die Gesamtintensität des diffusen Tageslichts als eine sehr geringe anzunehmen ist. Nach Engelmann<sup>2)</sup> liegt das Maximum der Assimilationskurve der Rhodophyten ungefähr bei 570  $\mu\mu$ , zwischen D und E, im grünen Spektralbezirk. Langley hat nun nachgewiesen, dass die bolometrisch messbare größte Energie der Strahlung bei hohem Sonnenstand bei ca. 550  $\mu\mu$  liegt, welche sich bei sinkender Sonne bis ungefähr 650  $\mu\mu$  verschiebt. Diese Übereinstimmung der Assimilationskurve mit dem Maximum der Strahlungsenergie sowie die komplementäre Farbe der Rotalgen zu der Farbe des Spektralbezirkes der größten Strahlungsenergie ist keinesfalls eine zufällige. Wir müssen vielmehr annehmen, dass in den Erdperioden, in welchen die ersten Algen entstanden, eine sehr geringe Intensität der Beleuchtung herrschte. Die Dunsthülle der Erde war zweifellos eine derartig dichte, dass die diffuse Beleuchtung geringer war als selbst bei den dichtesten in der Jetztzeit vorkommenden Nebeln. Die Schwächung der durch dieses trübe Medium gehenden Strahlen als ganz gleichmäßig angenommen, blieben immer die grünen Strahlen am längsten wirksam. Es ist nun nicht verwunderlich, dass die ältesten Algen, und als solche müssen wir die Rhodophyten aus verschiedenen noch zu erörternden Gründen ansehen, komplementär angepasst wurden.

Der im vorstehenden gemachte Versuch einer Erklärung der Farbe der Rhodophyten als Anpassung an die grünen Strahlen widerspricht nicht den ausgezeichneten Ausführungen Stahl's<sup>3)</sup> über die Laubfarbe der grünen Pflanzen als Anpassung an das jetzige Himmelslicht, da die Rhodophyten wohl als die ersten höher organisierten Pflanzen anzusehen sind, welche in Erdperioden sich entwickelten, als noch von den jetzigen ganz verschiedene Verhältnisse herrschten.

Der Gedankengang, der zu dieser Auffassung führte, findet eine Stütze in den Versuchen Oltmann's<sup>4)</sup>, der Rhodophyten hinter Tuschprismen zog, hinter welchen sie gut gedeihen und sogar zur Fruchtbildung schritten. Die Rhodophyten sind nicht nur imstande, mit geringen Lichtmengen auszukommen, sie sind sogar direkt auf dieselben angewiesen, sollen sie gut gedeihen. Im Einklang damit steht auch ihr Vorkommen in dunklen Grotten oder zwischen dichten Rasen anderer Algen, wenn sie an der Oberfläche des Meeres wachsen; ihr sonstiges Vorkommen sind die tieferen Regionen der Meere.

Die Regionen Oerstedt's<sup>5)</sup> und insbesondere die Anschauungen Engelmann's<sup>6)</sup> über die Verteilung der Algen in vertikaler Rich-

2) Bot. Ztg. 41, 1883 und 42, 1884.

3) Zur Biologie der Chlorophylls. Laubfarbe und Himmelslicht, Vergilbung und Etiement. Jena 1909.

4) Flora 80, 1895.

5) De regionibus marinis. Hauniae 1844.

6) Bot. Ztg. 41, 1883.

tung sind nach dem Vorhergehenden teilweise anders zu deuten. Die Rhodophyten waren ursprünglich keine Bewohner tieferer Regionen. Erst im Laufe der Zeit, infolge der Aufhellung der Erdatmosphäre, als die Einwirkung des diffusen Tageslichtes eine kräftigere und für die Rhodophyten bereits ungünstigere wurde, bevorzugten sie die tiefer gelegenen Regionen, wenn ihnen nicht durch Höhlungen, Grotten od. dgl. Schutz gegen zu grelles Licht geboten wurde. Die weiteren Ausführungen Engelmann's treffen dann vollkommen zu. In den tieferen Meeresschichten sind wieder die grünen und blauen Strahlen vorherrschend, welche von den Rhodophyten gut ausgenutzt werden können. Es sei hier auch noch auf die mannigfachen Lichtschutzeinrichtungen hingewiesen, welche die Rhodophyten aufweisen, und welche mancher Art ermöglichen, an Orten mit stärkerem diffusen Tageslicht zu existieren.

Die Rhodophyten besitzen als Chromophyll in erster Linie Phykoerythrin, über welches leider viel weniger bekannt ist als über Chlorophyll, welches den Rhodophyten, soweit sie untersucht sind, ebenfalls nicht fehlt. Eine Eigentümlichkeit des Phykoerythrins ist seine Wasserlöslichkeit, welche jedenfalls in Beziehung zum Medium (Meerwasser) steht. Außerdem soll auch ein dem Karotin entsprechender Farbstoff vorkommen und ein blauer Farbstoff. Das Phykoerythrin ist nicht nur auf die Rhodophyten beschränkt, sondern wurde von Hansen<sup>7)</sup> auch für *Bryopsis*, *Taonia* und *Dictyota* nachgewiesen, ein Vorkommen, das sehr interessant und nur phylogenetisch zu erklären ist. Über die chemische Konstitution des Phykoerythrins konnte nichts in der Literatur gefunden werden, so dass die gleich zu äußernde Ansicht lediglich hypothetischen Wert haben kann.

Wenn wir die Chromophylle als eine Anpassung an die Lichtverhältnisse betrachten, so müssen wir auch annehmen, dass im Laufe der Erdperioden mit Rücksicht auf die geänderten Lichtverhältnisse die komplementäre Adaptation eine andere geworden ist. Wir müssen die Entstehung der braunen und grünen Chromophylle als eine komplementäre Anpassung an das gebotene Licht auffassen. Die ganze Frage ist jedoch keine einfache Frage der optischen Verhältnisse allein, zweifellos spielen hierbei sowohl die Temperatur als auch die ernährungsphysiologischen Verhältnisse eine große Rolle. Was die Temperatur anbelangt, so ist es eine allbekannte Tatsache, dass im allgemeinen die Rhodophyten Bewohner der warmen Meeresteile sind, was ja phylogenetisch ganz begreiflich ist. Ob nicht auch die Wärme eine Rolle bei der Entstehung dunkler gefärbter Chromophylle spielt, soll nicht näher erörtert werden. Es sei nur bemerkt, dass bei Kulturversuchen, welche der Verfasser

---

7) Mitt. zool. Stat. Neapel, 11, 1893.

mit einer Schizophyceen (*Glocothece rupestris*) anstellte<sup>8)</sup>, durch Kultur bei höherer Temperatur stets ein Dunklerwerden des Chromophylls erzielt werden konnte. Über die Ernährung der Rhodophyten ist bisher leider wenig bekannt geworden. Ob rein autotrophe oder fakultativ heterotrophe Ernährung möglich ist, wissen wir nicht. Noch schwieriger ist die Beantwortung der Frage nach den mutmaßlichen Ernährungsverhältnissen der Uralgen. Es wird damit eine physiologische Grundfrage aufgerollt, wie sich die ersten pflanzlichen Organismen ernährten.

Nach den neueren Untersuchungen, besonders Pütter's<sup>9)</sup>, ist das Meer nicht so stickstoffarm, wie bisher angenommen wurde; es ist nicht lediglich eine mineralische Nährsalzlösung, es enthält vielmehr so viel gelöste organische Substanz, dass wir mit fast ebensoviel Recht von einer organischen Nährlösung reden können, welche im Stoffhaushalt des Meeres eine sehr große Rolle spielt. Das Meer hatte zur Zeit der Entstehung der Algen keinesfalls weniger, eher mehr gelöste Substanzen enthalten. Die Ernährung der ersten Rhodophyten war zweifellos eine überwiegend heterotrophe und auch die rezenten Rhodophyten nehmen zweifellos aus dem Meerwasser ebenfalls organische Verbindungen auf.

Um eine Vorstellung über die Ernährungsweise der ersten Rhodophyten zu bekommen, dürfte es vielleicht lehrreich sein, die Ernährung der Schizophyceen zu betrachten, also einer Reihe oder eines Stammes, der unbedingt älter als die Rhodophyten ist.

Die Schizophyceen, eine ganz abseits, ohne jede Verbindung mit den anderen Reihen oder Stämmen des Pflanzenreiches stehende Gruppe, deren heute lebende Vertreter eine verhältnismäßig einfache Organisation zeigen, vereinigen in sich alle Möglichkeiten des Ernährungsmodus. Wir finden auch eine ganze Reihe von Chromophyllen, welche den Chromophyllen der anderen Pflanzen nahe stehen, wenn nicht identisch sind, bei den Schizophyceen wieder. Wir sehen, wie sich der Schritt von der heterotrophen zur autotrophen Ernährung langsam vorbereitet und schließlich beinahe vollzieht. Wir können konstatieren, welche wichtige Rolle die Chromophylle hierbei spielten; wir sehen aber auch, wie bei den Schizophyceen die Entwicklungsmöglichkeit bald begrenzt ist durch das Fehlen geformter Farbstoffträger und eines echten Kernes.

Für die Ansicht, dass wir in den Rhodophyten die ältesten Algen vor uns haben, sprechen aber noch andere Tatsachen. In erster Linie das fast vollständige Fehlen aller niedrig organisierten Rhodophyten und von freischwimmenden Formen, sowie der Umstand, dass nur wenige Süßwasserbewohner bekannt sind.

8) Sitzungsber. Akad. Wiss. Wien, mathem.-naturw. Kl., 118, Abt. I, 1909.

9) Die Ernährung der Wassertiere und der Stoffhaushalt der Gewässer. Jena 1909.

Es kann keinem Zweifel unterliegen, dass die ersten pflanzlichen Organismen freischwimmende waren; die festgewachsenen sind stets angepasste Formen. Nur bei einer phylogenetisch sehr alten Gruppe ist das fast vollständige Fehlen der niedrig organisierten, der einfachen Formen erklärlich. Die Rhodophyten waren als Bewohner der warmen Meeresteile in denkbar günstigen äußeren Verhältnissen. Die ungestörteste Entwicklungsmöglichkeit war gegeben, es ist daher gar nicht zu erwarten, dass die niedrig organisierten Formen erhalten geblieben sind; wurden sie doch im Kampf ums Dasein von den besser organisierten und besser angepassten Formen verdrängt. Die Tendenz aller Organismen vom einfacheren zum komplizierteren Bau fortzuschreiten, welche wohl nicht geleugnet werden kann, hat bei den warmen Meere bewohnenden Rhodophyten, nicht nur relativ, sondern auch absolut genommen, ziemlich hoch organisierte Formen hervorgebracht, deren Vorfahren alle ausgestorben und deren paläontologische Reste nur sehr spärlich und meist nicht deutbar auf uns gekommen sind. Die große Mannigfaltigkeit an Formen, welche die Rhodophyten aufweisen, wird auch durch die günstigen äußeren Bedingungen verständlich.

Die Entwicklungstendenz aller Organismen geht nach allen möglichen Richtungen, ziel- und wahllos. Eine Abänderung wird nur dann ausgemerzt werden, wenn sie direkt schädlich ist, Zwecklosigkeit allein wirkt nicht vernichtend. Eine Fülle von Bildungen bei den Rhodophyten wird nur verständlich, wenn wir sie als zwecklose, aber für die Pflanze nicht schädliche auffassen. Es ist gewiss unrichtig, alles als Anpassungen anzusehen. Ein endgültiges Urteil, was Anpassung, was zwecklose Bildung oder was vererbte Form ist, dürfte schwer sein, muss aber auseinanderzuhalten versucht werden.

Unter den lebenden Organismen, welche man als Stammformen der Algen angesprochen hat, unter den sogenannten Flagellaten, finden sich keine Formen, welche mit den Rhodophyten auch nur die geringste Verwandtschaft zeigen. Die wenigen rotgefärbten Formen, welche wir kennen, gehören einer Gruppe an, in welcher die Farbe des Chromoplasten noch nicht zu einer strengen Fixation gekommen ist, einer Gruppe, die ich polychrom nennen möchte. Überdies ist die Zusammengehörigkeit der hierher gerechneten Formen eine recht zweifelhafte.

Es sei schon hier nachdrücklichst darauf hingewiesen, dass die immer mehr und mehr beliebte direkte Ableitung der Algen von den Flagellaten auf recht schwachen Füßen steht, soweit sie mit den rezenten Formen versucht wird, und von den ausgestorbenen Formen wissen wir nichts.

Die ganze Gruppe der Flagellaten ist ebenso das Endresultat der Entwicklung einer eigenen Reihe oder Stammes, deren jetzt

lebende Vertreter unendlich höher organisiert sind als ihre Vorfahren, welche als die Stammformen der Algen angesehen werden können. Es verdient hervorgehoben zu werden, dass uns verhältnismäßig nur wenige marine Vertreter der Flagellaten bekannt sind. So wie bei den Rhodophyten alle niedriger organisierten Formen ausgestorben sind, hat die Masse der marinen Flagellaten dasselbe Schicksal, jedoch in verstärktem Maße getroffen. Den Flagellaten war jedoch eine größere Anpassungsfähigkeit eigentümlich, wodurch sich die relativ größere Zahl der Süßwasserbewohner und der Parasiten erklärt.

Das Studium der Flagellaten ist für den Ausbau des natürlichen Systems sehr wertvoll, die Hoffnung, enge verwandtschaftliche Beziehungen mit den Algen aufzufinden, dürfte aber wohl vergeblich sein. Die Flagellaten können uns jedoch in erster Linie Aufklärung geben über die Lebensverhältnisse einzelliger Organismen, wie sie in vergangenen Erdperioden lebten, über deren Physiologie und Biologie. Es sei hier beispielsweise auf die interessanten Erklärungen hingewiesen, welche Pascher<sup>10)</sup> über die Koloniebildung gibt.

Die ältesten pflanzlichen Organismen waren jedenfalls einzellig und freischwimmend; ob selbstbeweglich, ist bereits zweifelhaft, wird jedoch ziemlich allgemein angenommen. Im Falle der Richtigkeit dieser Annahme ist für die Lösung phylogenetischer Fragen das Studium der Schwärmer der Algen das aussichtsreichste und wichtigste Problem, können wir doch erwarten, dass bis zu einem gewissen Grade die Ontogenie die abgekürzte Phylogenie zeigt. Die Rhodophyten lassen hier jedoch im Stiche. Die rezenten Formen haben eine so große Ahnenreihe hinter sich, dass nur wenige Formen primitive Ausbildung zeigen. Schwärmer kommen überhaupt nicht mehr vor. Der Vergleich mit den Antophyten (in Hinsicht auf Organisationshöhe), welche ebenfalls bei ihrer Befruchtung der beweglichen Spermatozoiden entbehren, welche ihre Vorfahren besaßen, drängt sich unwillkürlich auf.

Die Rhodophyten und ebenso die Phaeophyten haben nur wenige Vertreter im Süßwasser. Die Anpassungsfähigkeit dieser beiden Gruppen scheint in dieser Richtung eine geringe zu sein. Nur wenige Formen, darunter meist niedrig organisierte, sind Bewohner des Süßwassers. Sie sind vorwiegend Angehörige der gemäßigten Zonen, jedenfalls sehr alte Formen, welche keinerlei weitere Entwicklung aufweisen (z. B. *Baugia*, *Lemanea*) und als Endglieder aufzufassen sind. Die höher organisierten Süßwasserformen (*Bostrychia*, *Caloglossa*) finden sich in den Subtropen und Tropen. Der Salzgehalt des bewohnten Mediums spielt hier die entscheidende

10) Ber. D. Bot. Ges., 28, 1910.

Rolle. Das Chromophyll der Rhodophyten ist bei den meisten Formen nicht imstande, sich größeren Änderungen des Salzgehaltes anzupassen, wie Aussüßungsversuche mit Rhodophyten ergeben. Der Turgor der marinen Algen ist im allgemeinen ein höherer als derjenige der meisten Süßwasser-algen. Die Chlorophyceen sind die einzige Gruppe, welche sich verhältnismäßig leicht an Konzentrationsänderungen anpassen. Erst das Überwiegen des Chlorophylls gegenüber dem Phykoerythrin bei den ausgestorbenen Vorfahren der Rhodophyten, welche noch niedrig organisiert waren und von welchen die Chlorophyten teilweise abstammen dürften, ermöglichte ihnen, Süßwasserbewohner zu werden. Die geänderte Ernährungsweise (fast ausschließlich autotroph) und die stärkere Belichtung darf hierbei nicht außer acht gelassen werden.

Die vorstehend angeführten Gründe sprechen alle dafür, dass wir berechtigt sind, die Rhodophyten als die ältesten Algen anzusehen.

Die nächste Frage, welche zur Untersuchung kommen muss, ist die Feststellung des Alters der Phaeophyten, der Chlorophyceen und der Zygophyten.

Die Phaeophyten sind eine jüngere Reihe. Die rezenten Flagellaten, speziell die Chrysomonadinen, mit welchen sie gerne in nähere Beziehung gebracht werden, stehen nicht in näherer Verwandtschaft zu ihnen. Die Phaeophyten können zum Teil als Nachkommen der primitiven Vorfahren der rezenten gelbbraunen Flagellaten angesehen werden, sind aber jedenfalls sehr früh als eigene Gruppe abgezweigt, ein anderer Teil dürfte von Rhodophyten abgezweigt haben. Ihre Entwicklung setzte ein, als die Erde soweit abgekühlt war, dass sich Gebiete verschiedener Temperaturen, also klimatische Zonen bildeten. Es wurden auch die Beleuchtungsverhältnisse den heutigen ähnlich. Die gelbe Farbe der Chromatophoren ist eine Anpassung an das blaue Himmelslicht, welches damals noch sehr durch das trübe Medium des starken Wasserdampfgehaltes der Atmosphäre gemildert war. Die rezenten Phaeophyten sind eine Gruppe, welche eine besondere Anpassung an niedrigere Wassertemperaturen zeigt; ihre Hauptmasse ist in den kälteren Meeren der Erde verbreitet. Wir können diese Verbreitung ebenfalls phylogenetisch erklären. Die Phaeophyten waren infolge ihres Chromophylls besser befähigt, sich den neuen Verhältnissen, der geringeren Wasserwärme und der größeren Lichtfülle anzupassen. Die letztere, welche den Rhodophyten bereits schädlich war und sie zwang, tiefere Regionen aufzusuchen, konnte den gelb oder gelbbraun gefärbten Phaeophyten nichts anhaben, weil die hellgefärbten Chromoplasten das überflüssige Licht reflektieren und auf diese Weise eine zu große Erwärmung verhindern. Unsere Kenntnisse über das Chromophyll der Phaeophyten, das Phaeophyll (Phykochrom) sind leider nicht groß. Das Phaeophyll

ist so wie das Phykoerythrin wasserlöslich. Es werden mehrere braune Farbstoffe angegeben, außerdem enthalten die Phaeophyten noch Chlorophyll, welches dem Chlorophyll der höheren Pflanzen vollständig gleicht, und Karotin.

Das Chromophyll der Phaeophyten ist als eine Anpassung an die Lichtverhältnisse aufzufassen.

Die Phaeophyten sind ebenso wie die Rhodophyten fast ausschließlich auf die Meere beschränkt, und die früheren Ausführungen gelten auch für sie. Die außerordentliche Vielgestaltigkeit in der Ausbildung der Sexualorgane und das konstante Vorhandensein von Schwärmern weisen deutlich darauf hin, dass die Phaeophyten jüngeren Datums sind als die Rhodophyten. Sie haben aber nichtsdestoweniger ebenfalls eine bedeutende Organisationshöhe in der Ausbildung der Sexualorgane erreicht, wenn auch keine so hohe wie die Rhodophyten.

Es bleiben noch die als Zygophyten zusammengefassten Gruppen und die Chlorophyceen zu erörtern übrig.

Die Zygophyten umfassen die Peridineen, Bacillariaceen und Conjugaten. Ihre Abstammung von flagellatenartigen Organismen ist kaum zweifelhaft. Die Peridineen, in der Mehrzahl marin, zeigen noch die nächste Verwandtschaft mit rezenten Flagellaten. Die Bacillariaceen und Conjugaten sind stark abgeleitete Seitenzweige; die Conjugaten ausschließlich Süßwasserbewohner. Die meiste Aussicht auf Erfolg bei der Feststellung von Verwandtschaftsverhältnissen zwischen Zygophyten und Flagellaten dürften Studien über die Kerne und den Teilungsmodus dieser Gruppe haben, von welcher leider bisher nur wenig bekannt ist.

Die genauere Besprechung dieser Gruppen soll einer speziellen Arbeit über die Phylogenie der rezenten Algen vorbehalten bleiben.

In der Gruppe der Chlorophyceen sind bei Untersuchungen der Phylogenie so wie bei den Phaeophyten und Rhodophyten alle Süßwasserbewohner und Luftalgen auszuscheiden als speziell angepasst und stark abgeleitet. Die verbleibenden Formen sind in der überwiegenden Mehrheit hochorganisiert. Es ergibt sich also auch hier wieder, dass die niedrigorganisierten Formen ausgestorben sind. Die Süßwasserbewohner kommen nicht in Betracht. Es muss unbedingt daran festgehalten werden, dass die ganze Gruppe der sogen. Algen ihren Ursprung im Meere hat, und dass die Süßwasserbewohner spätere Anpassungen sind. Nur wenige marine freischwimmende Formen von Chlorophyceen sind uns bekannt (z. B. *Halosphaera*, *Pachysphaera*, *Meringosphaera*), doch ist es sehr unwahrscheinlich, dass sie ursprüngliche Formen sind. Genaue Untersuchungen über diese Arten sind sehr erwünscht.

Wenn wir von den Epiphyten unter den marinen Chlorophyceen als Anpassungsformen absehen, so finden wir die größte Gruppe

einander ziemlich nahestehender rezenter Formen bei den Siphonales, also hochorganisierte Formen.

Außerdem sind noch die Ulvaceen und Ulotrichaceen größere Gruppen mariner Chlorophyceen, jedoch niedriger organisiert.

Eine Reihe von Gattungen ist sowohl im Meere als auch im Süßwasser vertreten. Bemerkenswert ist die Tatsache, dass bei jenen hochentwickelten Siphoneen, von welchen Vertreter im Süßwasser sowohl wie marin vorkommen, die isogamen Formen Bewohner der Meere, die oogamen des Süßwassers sind, letztere also die höher organisierten darstellen. Die Organisationshöhe der Rhodophyten erreichten die Chlorophyceen ebenfalls nicht. Die niedrigstorganisierten Formen sind nicht erhalten. Auch für die Chlorophyceen dürfte anzunehmen sein, dass sich ein Teil aus den Vorfahren der rezenten Flagellaten entwickelte, ein Teil jedoch von niedrigorganisierten Rhodophyten abzuleiten ist<sup>11)</sup>. Die Chlorophyceen sind der jüngste Spross der ganzen Algengruppe. Die grüne Farbe ist eine Anpassung an das Himmelslicht der Jetztzeit, es gelten hier die Ausführungen Stahl's, so dass eine nähere Besprechung unnötig erscheint.

Dagegen dürfte es erwünscht sein, über die Pilze einige Worte zu sagen. Die Gruppe der Pilze wird als chlorophyllose Parallelgruppe zu den Chlorophyceen aufgefasst, welche durch Anpassung an spezielle Verhältnisse (saprophytische oder parasitische Lebensweise, Luftbewohner etc.) charakterisiert sind. Dieser Auffassung gemäß hat Wettstein<sup>12)</sup> die beiden Gruppen: Chlorophyceen und Fungi als Euthallophyta zusammengefasst. Die vorliegende Skizze ist nicht der Platz, auf die Phylogenie der Pilze näher einzugehen, es sei nur die Zusammengehörigkeit der beiden Reihen konstatiert.

Als Resultat der vorstehenden Betrachtungen hätten wir anzuführen:

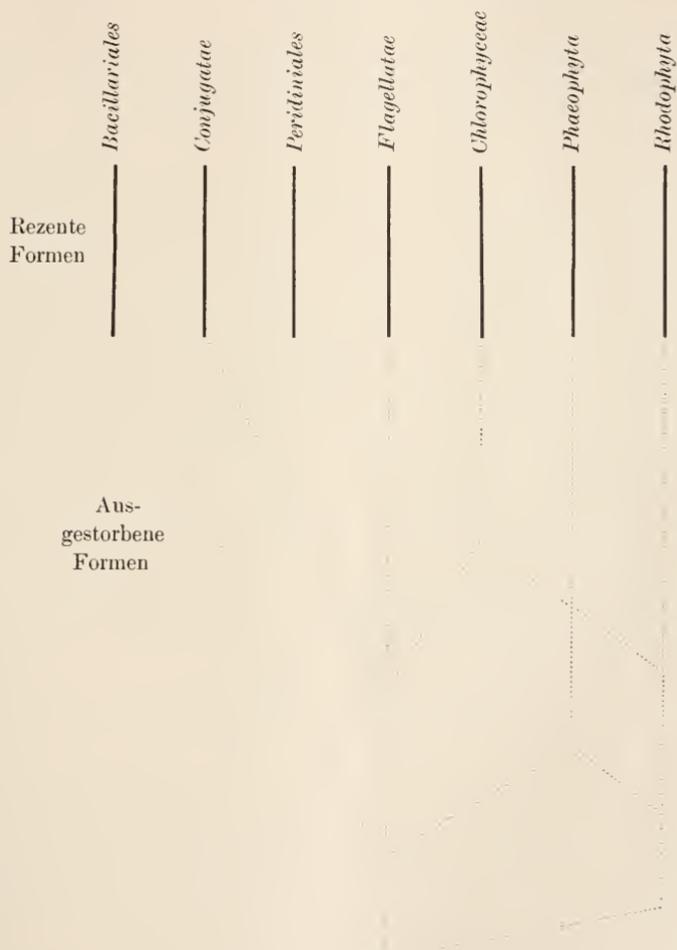
1. Die Chromophylle der Rhodophyten, Phacophyten, Zygothyten und Chlorophyceen sind Anpassungen an die Lichtverhältnisse ihrer Entstehungszeit (komplementäre Adaptation).
2. Die rezenten Flagellaten sind Endglieder einer der ältesten Reihe oder Stammes der Organismen; eine direkte Verwandtschaft mit den rezenten Algen ist nicht nachweisbar.
3. Die Rhodophyten müssen als phylogenetisch älteste Algengruppe angesehen werden und haben ihren Ursprung in primitiven Vorfahren der Flagellaten.
4. Die Phacophyten sind die nächst jüngere Gruppe, zum Teil ein Seitenzweig der Rhodophyten, zum Teil Abkömmlinge flagellatenartiger Organismen.

11) Vgl. über das Vorkommen von rotem Chromophyll das bereits über *Bryopsis* Gesagte p. 228.

12) Handbuch der systematischen Botanik, 2. Aufl., 1910, p. 128.

5. Die Zygomphyten stammen von Flagellatenvorfahren ab. Die Peridinales zeigen verhältnismäßig die nächste Verwandtschaft mit den rezenten Flagellaten.
6. Die Chlorophyceen sind die jüngste Entwicklungsreihe, ebenso wie die Phaeophyten teilweise von Rhodophyten abstammend, teilweise von Flagellatenvorfahren.

Die vorstehenden Ausführungen ergeben folgendes Schema der verwandtschaftlichen Beziehungen der einzelnen Reihen:



Das Schema gibt nur ein ungefähres Bild der verwandtschaftlichen Beziehungen der Algenreihen. Es sei ausdrücklich bemerkt, dass wir einstweilen sowohl bei den Chlorophyceen als auch bei den Phaeophyten nicht konstatieren können, welche Formen Ab-

kömmlinge der Rhodophyten und welche von Flagellatenvorfahren abzuleiten sind. Vielleicht ergeben Zellstudien Anhaltspunkte hierüber. Das Schema kann auch nicht als bindend angesehen werden für die zeitliche Feststellung der Abzweigung der gleichfarbigen Reihen (*Conjugatae-Chlorophyceae*, *Bacillariales-Phaeophyta*) von Flagellaten resp. Rhodophyten.

Die vorliegenden Ausführungen sind als ein Versuch aufzufassen, die verschiedenen Algenreihen als Ergebnisse der Einwirkung äußerer Faktoren, in erster Linie des Lichtes, auf die Vorfahren der Flagellaten zu betrachten.

## Über den Einfluss der Temperatur auf die schwarzen Pigmentzellen der Fischhaut.

Von Karl v. Frisch.

(Aus dem zoologischen Institut der Universität München.)

Wenn man sich die Angaben zusammenstellt, die über den Einfluss der Temperatur auf den Kontraktionszustand der Melanophoren bei den niederen Wirbeltieren gemacht worden sind, findet man eine Einstimmigkeit, über welche man auf dem an Widersprüchen reichen Gebiete des Farbenwechsels fast verwundert ist. Es wird allgemein behauptet, dass erhöhte Temperatur Aufhellung, also Kontraktion der Melanophoren, erniedrigte Temperatur Verdunklung, somit ihre Expansion bewirkt. Eine genauere Durchsicht der Beobachtungen führt aber zu einem recht unbefriedigenden Resultat. Die Versuche sind fast stets so ange stellt worden, dass die ganzen Tiere der Wärme oder Kälte ausgesetzt wurden. Damit ist einer Reihe von Fehlerquellen Tür und Tor geöffnet, und so sind wir uns darüber, ob die Temperaturdifferenzen eine direkte Wirkung auf die Melanophoren ausüben, völlig im unklaren; gerade dies zu wissen wäre aber für die Physiologie der Pigmentzellen von Wichtigkeit.

Wenn Keller<sup>1)</sup> fand, dass bei Erwärmung auf 30—38° C. die Chamäleonen heller wurden als gewöhnlich, oder wenn Grijns<sup>2)</sup> für eine Anzahl Reptilienarten angibt, dass sie sich in der Wärme hell, in der Kälte düster färben, oder wenn Parker und Staratt<sup>3)</sup> an *Anolis* Braunfärbung bei 10° C., Grünfärbung bei 40—45° C. konstatierten, oder wenn Parker<sup>4)</sup> auch an *Phrynosoma* eine gleich-

1) Über den Farbenwechsel des Chamäleons und einiger anderer Reptilien. Pflüg. Arch. f. d. ges. Physiol., Bd. 61, 1895, S. 129.

2) Zool. Garten, Jahrg. 40, 1899, S. 49—55.

3) Zit. in v. Rynberk, Über den durch Chromatophoren bedingten Farbenwechsel der Tiere. Asher und Spiro, Ergebn. d. Physiol., 5. Jahrg. (1. u. 2. Abt.), 1906, S. 471.

4) The influence of light and heat on the movement of the melanophore pigment, especially in lizards. Journal of exper. Zoology, Vol. 3, Nr. 3, S. 401—414, 1906.

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

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Biologisches Zentralblatt](#)

Jahr/Year: 1911

Band/Volume: [31](#)

Autor(en)/Author(s): Brunnthaler Josef

Artikel/Article: [Zur Phylogenie der Algen. 225-236](#)