

# Biologisches Centralblatt

unter Mitwirkung von

**Dr. M. Reess** und **Dr. E. Selenka**

Prof. der Botanik

Prof. der Zoologie

herausgegeben von

**Dr. J. Rosenthal**

Prof. der Physiologie in Erlangen.

---

24 Nummern von je 2 Bogen bilden einen Band. Preis des Bandes 16 Mark.  
Zu beziehen durch alle Buchhandlungen und Postanstalten.

---

**IV. Band.**

**15. April 1884.**

**Nr. 4.**

---

**Inhalt:** **Meyer**, Die Trophoplasten. — **Bütschli**, Ueber die nervösen Endorgane an den Fühlern der Chilognathen und ihre Beziehungen zu denen gewisser Insekten. — **Rosenthal**, Die spezifischen Energien der Nerven (Fortsetzung). — **Bubnow**, Beitrag zu der Untersuchung der chemischen Bestandteile der Schilddrüse des Menschen und des Rindes.

---

## Die Trophoplasten.

Zusammenfassung der Resultate der neueren Arbeiten über die Chlorophyllkörner.

Von **Arthur Meyer**.

Verzeichnis der besprochenen Abhandlungen.

1) A. F. W. Schimper, Untersuchungen über die Entstehung der Stärkekörner. Botanische Zeitung 1880, S. 882. — 2) Dr. A. Tschirch, Beiträge zur Hypochlorinfrage. Separatdruck aus den Abhandlungen des Botanischen Vereins der Provinz Brandenburg XXIV, 1882, S. 124. — 3) Arthur Meyer, Ueber die Natur der Hypochlorinkrystalle Pringsheim's. Botanische Zeitung 1882, Nr. 32. — 4) Th. W. Engelmann, Neue Methode zur Untersuchung der Sauerstoffausscheidung pflanzlicher und tierischer Organismen. Botanische Zeitung 1881, Nr. 28, S. 441. — 5) Th. W. Engelmann, Ueber Assimilation von Hämatococcus. Botanische Zeitung 1882, Nr. 39. — 6) Th. W. Engelmann, Zur Biologie der Schizomyceten. Botanische Zeitung 1881, Nr. 20 und 21. — 7) Th. W. Engelmann, Farbe und Assimilation. Botanische Zeitung 1883, Nr. 1. — 8) Fr. Schmitz, Die Chromatophoren der Algen. Verhandlungen des naturwissenschaftlichen Vereins der preuß. Rheinlande und Westfalens 1883, 40. Jahrg. — 9) A. F. W. Schimper, Ueber die Entwicklung der Chlorophyllkörner und Farbkörper. Botanische Zeitung 1883, Nr. 7 bis Nr. 10. — 10) Arthur Meyer, Das Chlorophyllkorn. Leipzig 1883, bei Arthur Felix. — 11) A. Tschirch, Zur Morphologie der Chlorophyllkörner. Berichte der deutschen botanischen Gesellschaft 1883, S. 202. — 12) A. Tschirch, Vorläufige Mitteilung. Separatabzug aus dem Sitzungsberichte des botanischen Vereins der Provinz Brandenburg XXIV, Sitzung vom 28. Apr. 1882. — 13) A. Tschirch, Untersuchungen über das Chlorophyll. Berichte der deutschen botanischen Gesellschaft zu Berlin 1883, 23. März. — 14) E.

Zacharias, Ueber Eiweiß, Nuclein und Plastin. *Botanische Zeitung* 1883, Nr. 13. — 15) A. Tschirch, Die Reindarstellung des Chlorophyllfarbstoffes. Separatabdruck aus den Berichten der deutschen botanischen Gesellschaft, Jahrgang 1883, Bd. 1, Heft 11. — 16) J. Borodin, Ueber krystallinische Nebepigmente des Chlorophylls. *Bulletin de l'Academie impériale des sciences*, Tome XXVIII, p. 328—352. — 17) A. Hansen, Ueber die Farbstoffe des Chlorophyllkorns. *Sitzungsberichte der Würzburger physikalisch-medizinischen Gesellschaft*, 1883. Separatabzug. — 18) Dr. Karl Brandt, Ueber die morphologische und physiologische Bedeutung des Chlorophylls bei Tieren. *Arch. für Anatomie und Physiologie*, Abt. f. *Physiol.* 1882, S. 125—151. — 19) Dr. Karl Brandt, Ueber die morphologische und physiologische Bedeutung des Chlorophylls bei Tieren. *Mitteilungen aus der Zoologischen Station zu Neapel* 1883, Heft II. — 20) Th. W. Engelmann, Ueber tierisches Chlorophyll. Separatabdruck aus *Pflüger's Archiv für gesamte Physiologie*, Bd. 32. — 21) Th. W. Engelmann, Ueber Sauerstoffausscheidung von Pflanzenzellen im Mikrospektrum. *Botanische Zeitung* 1882, Nr. 26, S. 419. — 22) J. Reinke, Untersuchungen über die Einwirkung des Lichtes auf die Sauerstoffausscheidung der Pflanzen. I. Mitteilung. *Botanische Zeitung* 1883, Nr. 42, 43 u. 44. — 23) J. Reinke, Die optischen Eigenschaften der grünen Gewebe und ihre Beziehungen zur Assimilation des Kohlenstoffes. Separatabdruck aus den Berichten der deutschen botanischen Gesellschaft, 1883, S. 395 bis 425. — 24) A. Tschirch, Untersuchungen über das Chlorophyll (V). *Berichte der deutschen botanischen Gesellschaft* 1883, S. 462 (Nov.). — 25) Arthur Meyer, Ueber Krystalloide der Trophoplasten und über die Chromoplasten der Angiospermen. *Botanische Zeitung* 1883, Nr. 30—32. — 26) Ed. Tangl, Zur Morphologie der Cyanophyceen. *Denkschriften der mathem.-naturw. Klasse der Wiener Akademie der Wissenschaften*. Bd. 48, 1883. — 27) J. Reinke, Untersuchungen über die Einwirkung des Lichtes auf die Sauerstoffausscheidung der Pflanzen. II. Mitteilung. *Botanische Zeitung* 1884, Nr. 1—4.

N. Pringsheim's Arbeit, über welche in Nr. 3 des ersten Jahrgangs dieser Zeitschrift referiert wurde, der bekannte Aufsatz „Ueber Lichtwirkung und Chlorophyllfunktion“, und eine Publikation A. F. W. Schimper's (1)<sup>1)</sup> sind die Ausgangspunkte und Fermente gewesen, denen wir die Entstehung eines großen Teiles der in obigem Literaturverzeichnis zusammengestellten Abhandlungen verdanken. Ueber Schimper's Publikation brauche ich mich nicht zu verbreiten, da dieselbe durch eine andere Arbeit desselben Autors, soweit sie uns hier interessiert, überholt ist. Ueber Pringsheim's Arbeit möchte ich nur einige kurze Bemerkungen machen, damit der Leser dieser Zeitschrift, welcher die Hauptresultate der Abhandlung aus dem erwähnten Referate kennt, über dieselbe aufs neue orientiert ist. Manche wichtige Thatsache, welche Pringsheim in derselben mitteilt, besteht noch zu Recht und verleiht der Arbeit dauernden Wert; die hauptsächlichsten Schlüsse, die Pringsheim aus den Thatsachen zog, haben sich als falsch herausgestellt.

1) Die eingeklammerten Zahlen beziehen sich auf die Nummern des Literaturverzeichnisses.

So haben Engelmann's und Reinke's (22) Untersuchung That-sachen zutage gefördert, welche zeigen, dass die Hypothese Pringsheim's: „die nützliche Wirkung der grünen Farbe für die Pflanze liegt darin, dass sie die Atmungsgröße im Lichte herabsetzt“ unzu-lässig ist, während der von Tschirch (2) und mir (3) auf verschie-denen Wegen erbrachte Nachweis, dass Hypochlorin mit dem von Hoppe-Seyler (siehe diese Zeitschrift 1881, Nr. 3) untersuchten Chlorophyllan identisch ist, alle Folgerungen zunichte macht, welche Pringsheim auf die Hypothese gründete, das Hypochlorin sei das erste Assimilationsprodukt.

Das Referat über die neuen Arbeiten kam ich wohl am besten durch die Mitteilung des Resultates einer Engelmann'schen Abhand-lung einleiten, welches die Wichtigkeit des Organes, mit dem wir uns hier beschäftigen wollen, in das rechte Licht stellt. Der Nach-weis, dass die Chlorophyllkörner die Orte der Sauerstoffausscheidung und deshalb wohl auch die Organe seien, in welchen sich der Prozess der Kohlensäurespaltung und der Kohlenstoffassimilation abspiele, war mit Sicherheit bisher nicht geführt; obgleich man wusste, dass nur grüne Zellen Sauerstoff ausscheiden, dass farblose keine Kohlen-säure zu zersetzen vermögen. Engelmann ist es nun durch eine sehr sinnreiche Methode gelungen, den in Rede stehenden Nachweis zu liefern. Er zeigte (4 und 6), dass sich die Bakterien, namentlich die kleineren beweglichen Formen (*Bacterium termo* Cohn) infolge ihres großen Sauerstoffbedürfnisses als empfindliches Reagens auf Sauerstoff benutzen lassen. Er brachte einen Tropfen bakterienhalti-ges Wasser auf den Objektträger unter ein Deckglas und sah, dass die Organismen sich stets dort ansammelten, wo ihnen Sauerstoff ge-boten wurde, wie z. B. am Rande des Deckglases, dass ihre Bewe-gung erlahmte, wenn dieses Gas mangelte, dass sie lebhafter wurde, wenn auf irgend eine Weise freier Sauerstoff zugeführt wurde. Legte er z. B. ein Stückchen einer grünen Alge in die Bakterienflüssigkeit und beleuchtete es, so häuften sich in kurzer Zeit lebhaft schwärmende Bakterien um dasselbe an; verdunkelte er die grüne Zelle, so erloschen die Bewegungen der Spaltpilze, und die Organismen zerstreuten sich allmählich in dem Wasser. Diese Bakterienmethode wendete Engel-mann nun in geistreicher Weise zur Entscheidung der verschiedensten Fragen an. Schon in den ersten Mitteilungen (5, 6, 7) über seine Versuche findet sich viel interessantes. Dass es ihm gelingen musste, auch für rote, blaue und braune Algen den Nachweis zu liefern, dass dieselben im Lichte Sauerstoff ausscheiden, war vorauszusehen, da die Bakterienmethode diesen Nachweis für einzelne grüne Zellen gestattete. Interessanter ist die von Engelmann eruierte Thatsache, dass auch etiolirte Zellen des Blattparenchym's im Lichte sofort Sauerstoff ausgeben, ohne die Farbe wesentlich zu ändern. Sonder-bar und bemerkenswert erscheint es dem Ref., dass im Gegensatze

hierzu albinotische Blätter (7, S. 4) keine Sauerstoffauscheidung zeigten, obgleich diese stets mehr oder weniger gelbe Chlorophyllkörner enthalten.

Den oben erwähnten Beweis, dass nur die Chlorophyllkörner in kohlen säurehaltiger Luft unter dem Einflusse des Lichtes Sauerstoff ausgeben, führte Engelmann folgendermaßen.

Das Präparat, welches die zum Experimente nötige grüne Pflanzenzelle enthielt, wurde auf den Objektisch gelegt und samt dem Mikroskope in Engelmann's dunkeln Mikroskopierkasten (Pflüger's Archiv, 1880, XXIII, S. 577) gebracht. Zwischen eine Gasflamme und das Mikroskop wurde eine Blende mit zwei kreisförmigen Oeffnungen eingeschaltet, von welchen unter Anwendung eines total reflektierenden Prismas und der Kondensatorlinse des Abbe'schen Beleuchtungsapparates ein stark verkleinertes Bild im Niveau des Tropfens entworfen (6, S. 322) wurde, so dass der eine Lichtkreis ein Chlorophyllkorn, der andere eine farblose Plasmastelle traf. „Während an den erleuchteten farbstoffhaltigen Stellen sich alsbald die Bakterien in lebhaftem dichtem Gewimmel zusammendrängen, bleibt an den nicht farbigen Stellen im Lichte alles ausnahmslos so öde und unbeweglich wie im Dunkeln“ (7, S. 5). Das farblose Plasma schied also im Lichte keinen Sauerstoff aus, während das Chlorophyllkorn unter dem Einflusse des Lichtes sofort dieses Gas entwickelte.

Die so gewonnene physiologische Thatsache, welche die Annahme nahe legt, dass die Chlorophyllkörner die Apparate sind, in welchen die Zerlegung der Kohlensäure und die Assimilation des Kohlenstoffes stattfindet, ist sehr geeignet, auch das Interesse für die Morphologie dieser Apparate zu steigern. Denn ohne die genaue Kenntnis des Baues und der Chemie der Chlorophyllkörner kann es wohl nie gelingen, Einblick in den Verlauf der Vorgänge zu erlangen, deren Vorhandensein eine der wichtigsten Bedingungen für die Existenz eines jeden organischen Wesens der Erde ist.

Dieser Gesichtspunkt mag es begründen, dass wir vorerst das besprechen, was die neuen Arbeiten über die Morphologie und Chemie der Chlorophyllkörner lehren, und dann die physiologischen Errungenschaften neueren Datums vorführen.

Bisher hatte man vielfach angenommen, dass der grüne Farbstoff, das Chlorophyll, in sehr vielen Fällen bei niederen Pflanzen und in manchen Fällen auch bei höheren Gewächsen<sup>1)</sup> im Protoplasma der

---

1) Ich will hier besonders darauf aufmerksam machen, dass bei höheren Gewächsen niemals durch Chlorophyll gefärbte „Plasmawolken“ oder durch das „ganze Plasma der Zellen verteiltes Chlorophyll“ vorzukommen scheint. In neuester Zeit ist dies wieder für *Cuscuta* behauptet und auch sonst von manchen Autoren ausgesprochen worden. Alle bis zum Erscheinen meiner Abhandlung über das Chlorophyllkorn in der zugänglichen Literatur beschriebenen Fälle der Art habe ich geprüft. Die Angaben schienen sämtlich auf

Zelle verteilt sei, hatte also geglaubt, dass vielen Pflanzenzellen distinkte Chlorophyllkörner fehlten; von den scharf begrenzten Chlorophyllkörnern aber, wie sie leicht bei höheren und niederen Gewächsen in erwachsenen Zellen beobachtet werden konnten, meinte man, dass sie in jeder Zelle neu entstünden, dass sie gleichsam aus dem ursprünglich homogenen Plasma herauskrystallisierten. Diese Anschauungen sind durch die neuen Untersuchungen von Schmitz (8), Schimper (9) und mir (10) wohl durch richtigere ersetzt.

Die gleichzeitig von Schmitz an Algen und von mir an Angiospermen gemachten Untersuchungen führten zu dem Resultate, dass sich die Chlorophyllkörner nur durch Teilung fortpflanzen, niemals neu entstehen, und dass die Chlorophyllkörner bei allen höheren Pflanzen und den meisten niederen, in gleicher Weise wie die Zellkerne, besondere scharf begrenzte Organe des Zelleibes sind. Die, infolge der von Schmitz erhaltenen Resultate, von Schimper unternommenen Untersuchungen haben gleichfalls Thatsachen zutage gefördert, welche die in Rede stehende Anschauung als richtig erscheinen lassen und des weiteren stützen.

Alle Pflanzen, mit Ausnahme der Pilze und der Cyanophyceen, besitzen solche den Zellkernen analoge eigenartige Organe. Für die letztere Gruppe, deren Gliedern die Fähigkeit der Kohlenstoffassimilation zukommt, hält Schmitz das Fehlen geformter Organe fest und glaubt, dass das Gesamtplasma dieser Organismen zugleich die Funktion der Zellkerne und Chlorophyllkörner versieht. Dagegen hat Tangl (26) auch bei einer Cyanophyceen, welche er genau untersucht, einen scharf begrenzten Farbstoffträger auffinden können. Wie aus dem Folgenden ohne weiteres hervorgehen wird, hat die erweiterte Erkenntnis der in Rede stehenden Organe der Pflanzenzelle einen neuen Namen für den neuen Begriff nötig gemacht; leider hat jeder der Autoren für die Organe eine eigene Bezeichnung gewählt, auch Schimper, welcher die Arbeit von Schmitz kannte. Schmitz nennt die Organe Chromatophoren, Schimper Plastiden, ich habe sie Trophoplasten (Nahrungsbildner) getauft. Weshalb ich jetzt nicht mehr im Interesse der Einfachheit die Bezeichnungsweise von Schmitz adoptiere, sondern die meinige beibehalte, will ich weiter unten begründen. Zuerst mag den drei zitierten Arbeiten nur das entnommen sein, was die Vermehrungsweise der Trophoplasten betrifft.

In vielen Fällen, z. B. bei den vegetativen Fadenzellen von Algen, wie *Spirogyra* (8, S. 106), *Mesocarpus*, *Conferva*, *Ulothrix*, bei gefärb-

ungenauer Beobachtung zu beruhen, da ich überall scharf begrenzte Trophoplasten als Träger des Chlorophylls fand. *Cuscuta* habe ich nicht untersucht, doch wird das Chlorophyll dort höchst wahrscheinlich ebenso wie bei anderen Schmarotzern an Trophoplasten gebunden sein. Ebenso verhält es sich nach Schmitz (8, S. 5) bei den Algen, welche niemals „formloses Chlorophyll“ enthalten.

ten vegetativen Thalluszellen von *Ulva*, *Coleochaete* etc. ist es leicht zu sehen, dass die vorhandenen Trophoplasten sich während oder nach der Teilung der Zellen teilen und so den neuen Trophoplastenindividuen der Tochterzellen ihren Ursprung geben. Schwieriger lässt sich die Vermehrung der Trophoplasten durch Teilung an den kleinen Meristemzellen mancher Algen beobachten, relativ leicht noch bei solchen, deren Meristem durch grünliche Trophoplasten gefärbt ist, wie bei *Batrachospermum*, *Callithamnion* (8, S. 108), sehr schwer bei Algen mit farblosem Meristem. Die größten Schwierigkeiten bereiteten Schmitz die Characeen (8, S. 109); aber schließlich gelang es ihm doch, im Innern der Scheitelzellen selbst wohl abgegrenzte, sehr kleine, fast farblose, scheibenförmige Organe zu erkennen, als deren Teilprodukte alle im übrigen Gewebe der Alge vorkommenden Trophoplasten anzusprechen sind.

Die Trophoplasten in den Meristemen der Phanerogamen sind meist farblos oder sehr wenig gefärbt. Bei dieser Pflanzengruppe tritt deshalb die Schwierigkeit, welche Schmitz bei den Characeen zu überwinden hatte, fast überall auf. Dennoch gelingt es auch hier, wie ich gezeigt habe (10, S. 79), in den Meristemzellen der Vegetationspunkte die im Gegensatze zu dem Zellkerne äußerst kleinen Trophoplasten nachzuweisen. Schimper führt als gutes Material für den Nachweis der Trophoplasten im Meristeme *Dahlia* an. Ihm ist es auch gelungen, schon in der achtzelligen Embryokugel von *Linum austriacum* grüne Trophoplasten zu beobachten (9, S. 110). Aus den kleinen, meist farblosen Trophoplasten der Meristemzellen der Phanerogamen entstehen nun nicht allein die grünen Trophoplasten, die Chlorophyllkörner, sondern es können daraus auch Trophoplasten entstehen, welche im völlig entwickelten Zustande farblos bleiben und solche, welche gelb oder gelbbrot werden. Wo z. B. das Produkt der Teilung einer Meristemzelle mit zum Aufbaue einer unterirdischen Wurzel oder eines Rhizomes dient, entwickeln sich aus den jungen Trophoplasten keine Chlorophyllkörner, sondern den Chlorophyllkörnern homologe, farblose Organe, die ich Anoplasten nannte. Der Name geht auf ihre Fähigkeit, von den Chlorophyllkörnern erzeugte Assimilationsprodukte umzubilden. Schimper bezeichnete diese Form der Trophoplasten zuerst als Stärkebildner, dann als Leukoplastiden (9).

Wo im andern Falle aus dem farblosen Meristeme ein gefärbtes Blütenblatt oder ein im reifen Zustande gefärbtes Karpell hervorgeht, tritt häufig der Fall ein, dass die Trophoplasten eine gelbe oder orange-gelbe Farbe annehmen und zu Gebilden werden, welche wesentlich nur die Erzeugung eines intensiv gefärbten Stoffes, des Xanthophylls, zur Aufgabe zu haben scheinen, und denen ich deshalb den Namen Chromoplasten beigelegt habe (Schimper nennt sie Chromoplastiden).

Ganz ähnlich, wie ich es für die Trophoplasten der Angiospermen dargestellt, verhält sich die Sache nach Schmitz auch bei den Algen.

Farblose Trophoplasten, Anaplasten, finden sich ziemlich häufig in den Rhizoiden (8, S. 88) der Algen; dagegen scheinen Chromoplasten bei dieser Pflanzengruppe sehr selten zu sein. Als prägnantestes Beispiel führt Schmitz die roten Chromoplasten der Antheridienwandungen der Characeen auf. Die Autoplasten vieler Algen sind bekauntermaßen ebenso durch Chlorophyll grün gefärbt wie die analogen Organe der Phanerogamen; bei großen Gruppen der Algen besitzen dagegen die Trophoplasten, welche als Assimilationsorgane fungieren, eine rote oder auch braune Farbe, indem bei ihnen das Chlorophyll gegenüber ähnlichen roten und braunen Farbstoffen zurücktritt. Die Schwierigkeit, die hier für die Nomenklatur von Schmitz und Schimper bei einem Versuch einer zweckmäßigen Bezeichnung dieser Organe erwächst, ist der oben erwähnte Grund dafür, dass ich meine Bezeichnungsweise beibehalten habe und für die zweckmäßigere halte. Schmitz, welcher die Trophoplasten Chromatophoren nennt, will die roten und braunen Trophoplasten als Erythrophenen und Phaeophoren bezeichnen. Nach demselben Prinzip lässt sich aber dann kaum ein passendes Wort für die Anaplasten, noch weniger ein solches für die ebenfalls roten Chromatoplasten der Algen bilden. Schimper's Bezeichnung der Autoplasten, Chloroplastiden, lässt sich nicht für die roten und braunen Autoplasten der Algen verwenden. Um dem Leser eine leichtere Orientierung über die verschiedenen Bezeichnungen der Trophoplasten zu ermöglichen, sei hier noch eine kleine Tabelle eingefügt.

### Trophoplasten.

Gesamtbezeichnung für alle hierher gehörenden, den Zellkernen analogen Organe der Pflanzenzelle auch für deren indifferente Jugendzustände in den Meristemzellen der Pflanzen.

Synonyme: Chromatophoren (Schmitz), Plastiden (Schimper).

Autoplasten.	Anaplasten.	Chromoplasten.
<p>Gefärbte, assimilierende Trophoplasten.</p>	<p>Farblose oder schwach gelbliche, chlorophyllfreie Trophoplasten, welche nicht assimilieren und meist in unbeleuchteten Pflanzenteilen vorkommen.</p>	<p>Rotgelbe od. gelbe Farbstoffe (Xanthophylle) in reichlicher Menge erzeugende Trophoplasten, welche in Fruktifikationsorganen der Pflanzen auftreten und die biologische Funktion erfüllen, die Auffälligkeit der Fruktifikationsorgane zu erhöhen.</p>
<p>Hierher gehören die <b>Chlorophyllkörner</b> der grünen Pflanzen, welche Schmitz <b>Chlorophoren</b>, Schimper <b>Chloroplastiden</b> nennt, ferner die Chlorophyllkörner der roten und braunen Algen, welche Schmitz als <b>Erythrophenen</b> und <b>Phaeophoren</b> bezeichnet.</p>	<p>Ihnen entsprechen die <b>Leukoplastiden</b> Schimper's.</p>	<p>Ihnen entsprechen die meisten der früher als <b>Farbstoffkörper</b> bezeichneten Bestandteile der Zellen und die <b>Chromoplastiden</b> Schimper's.</p>

Wie ich schon oben sagte, finden sich wahrscheinlich bei allen höheren und den meisten niederen Pflanzen Trophoplasten, und zwar behalten alle Zellen dieser Organismen in allen Stadien ihres Lebens in der Regel die Trophoplasten bei. Es gleichen auch darin die Trophoplasten den Zellkernen; nur werden die ersteren viel leichter rudimentär als die letzteren. Bei den Pilzen hat man noch keine Trophoplasten beobachtet; doch ist es immerhin möglich, dass auch bei dieser Pflanzengruppe solche Organe oder deren Rudimente aufgefunden werden. Bei phanerogamen Schmarotzergewächsen, auch bei farblosen, schwinden die Trophoplasten nicht, sondern sind sogar häufig recht gut ausgebildet. Bezüglich der in tierischen Zellen vorkommenden Trophoplasten hat sich in neuerer Zeit durch eine Reihe von Arbeiten, von denen nur die von Brandt (18 und 19) erwähnt sein mögen, die Ansicht Bahn gebrochen, dass Trophoplasten den Zellen der Tiere fehlen. In der That haben es diese neueren Forschungen höchst wahrscheinlich gemacht, dass alle durch Chlorophyll oder Xanthophyll gefärbten Zellen, welche in Tieren gefunden werden, Algenzellen sind, die sich dort eingemietet haben. Da aber völlig zwingende Beweise für die entwickelte Anschauung noch fehlen, so ist dieselbe auch noch mit Vorbehalt aufzunehmen. Keinesfalls darf man zugeben, dass der Ausspruch von Brandt „Selbstgebildetes Chlorophyll fehlt den Tieren vollständig“ zweckmäßig ist. Zwischen dem Tier- und Pflanzenreiche gibt es ja überhaupt keine scharfe Grenze und im weiten Grenzgebiete finden sich Gruppen von Organismen, wie die Euglenaceen, welche gut ausgebildete Autoplasten besitzen. Es ist deshalb wohl denkbar, dass sich auch bei denjenigen dieser niederen Organismen, welche man hergebracht und zweckmäßiger Weise zu den Tieren rechnet, Trophoplasten oder deren Rudimente finden können; z. B. wäre dieses für die Vorticellen nicht auffallend. Bei letzteren soll nach Engelmann (20) hier und da diffuses Chlorophyll vorkommen. Für höhere Tiere dagegen ist es kaum anzunehmen, dass sie Autoplasten in ihren Zellen ausbilden. Es wäre, selbst wenn die Stammeltern der Tiere Trophoplasten besessen hätten, höchst merkwürdig, wenn sich diese Organe, welche schon bei den Pilzen so weit reduziert sind, dass sie niemals auffällig werden, bei den viel kompliziertere Nahrung zu sich nehmenden Tieren durch so lange phylogenetische Perioden hindurch in so ausgebildeter Form erhalten haben sollten, insbesondere da bei dem sporadischen Vorkommen in vereinzeltten Spezies verschiedener Gruppen nicht angenommen werden kann, dass die Trophoplasten während der ganzen Zeit der phylogenetischen Entwicklung hindurch eine wichtige physiologische Rolle gespielt haben sollten.

Ueber die Autoplasten. Ueber den Bau und die Mikrochemie der Trophoplasten haben uns die drei vorhin erwähnten Arbeiten (8, 9, 10) mancherlei neues gebracht. In sehr eingehender Weise hat



Schmitz die Autoplasten der Algen studiert. Ueber die äußere Form der bei den Algen so mannigfaltig gestalteten Organe handelt das zweite Kapitel der interessanten Arbeit (8) von Schmitz ziemlich ausführlich. Ueber die Gestaltung der Autoplasten der Angiospermen ist wenig zu sagen und nur über die Faktoren, welche die Formveränderungen derselben in der lebenden Zelle bedingen, finden sich in meiner Abhandlung (10) einige neue Details. Dass auch die Autoplasten der Algen, wie man es für die der Phanerogamen wohl allgemein annahm, stets rings von dem farblosen Protoplasma der Zelle umschlossen sind, niemals direkt an Zellmembran oder Zentralvakuole grenzen, hat Schmitz genau untersucht und im vierten Kapitel seiner Arbeit besprochen. Die alte Frage, ob die Autoplasten eine eigne Membran besitzen, hat Schmitz keiner erneuten Prüfung unterzogen. Ich habe bei den Trophoplasten der Angiospermen vergeblich nach einer Membran gesucht; es ist von einer solchen absolut nichts zu sehen, weder an gehärtetem, noch an frischem Materiale — weder in Schnitten, noch in intakten Zellkomplexen, wie sie in den Blättern von *Elodea canadensis* vorliegen, die ich sorgfältig untersucht habe. A. Tschireh dagegen hat eine solche Hyaloplasmahaut, die zum Korn gehört (11, S. 208) „besonders bei Wasserpflanzen sehr deutlich, aber auch sonst ohne Schwierigkeiten“ (12, S. 3) nachgewiesen.

Die feinere Struktur der Autoplasten wurde bekanntlich durch Pringsheim besonders genau untersucht. Pringsheim schloss aus seinen Beobachtungen, dass der Autoplast aus einem schwammförmigen Plasmagerüste bestehe, welches im normalen Zustande von dem ölartig flüssigen Träger des Chlorophyllfarbstoffes, dem Lipochlor und von dem Hypochlorin durchtränkt sei. Hypochlorin ist, wie ich schon oben erwähnt habe, Chlorophyllan; Lipochlor ist ein hypothetischer Körper, für dessen Vorhandensein durchaus keine Thatsache spricht (10 S. 16). Zur Annahme einer Schwammstruktur des Plasmagerüstes ist Pringsheim hauptsächlich durch die Bilder gelangt, welche er nach Behandlung der Autoplasten mit Salzsäure, Alkohol etc. erhielt. Ich (10, S. 23) habe dagegen durch Beobachtung der intakten Organe eine andere Anschauung gewonnen. Es scheint mir sicher, dass in allen den Fällen, in welchen man durch Behandlung der Autoplasten mit Lösungsmitteln des Chlorophylls, die zugleich das Plasma schnell härten, ein so regelmäßig vakuoliges Gerüste erhält, wie es Pringsheim z. B. für *Vallisneria* abbildet, keine eigentliche Schwammstruktur vorliegt. Die Autoplasten, welche ein solches Gerüste liefern, bestehen vielmehr im lebenden Zustande aus einer fast oder ganz farblosen Grundmasse, in welche mehr oder weniger zahlreiche dunkelgrüne Kugeln eingebettet sind. Letztere sind, wenigstens der Hauptmasse nach, Chlorophyll. Das Chlorophyll ist vielleicht an einen festen quellbaren Körper gebunden; dafür, dass es in einem fetten oder ätherischen Oele gelöst sei, spricht keine Thatsache. Diese

Kugeln, die ich zum Unterschiede von ähnlichen Kugeln oder Körnern, welche sich zuweilen in den Autoplasten finden, Grana nannte, lassen sich übrigens durchaus nicht in allen Autoplasten oder in allen Entwicklungsstadien dieser Organe sehen. Die Frage nach ihrer Natur bedarf noch eines genauen Studiums, da grade über die Entwicklungsgeschichte und über den Chemismus der verschiedenen Altersstadien der Autoplasten noch jede eingehende Untersuchung fehlt.

Tschirch (13, S. 2 und 24, S. 468), welcher sich ebenfalls mit der feineren Struktur der Autoplasten der Angiospermen beschäftigt hat, hält noch an der Pringsheim'schen Auffassung fest, „dass der Chlorophyllfarbstoff, in einer Flüssigkeit der Art der ätherischen Oele gelöst, den Plasmaschwamm durchtränkt, aber durchaus nicht als homogene Masse das ganze Korn erfüllt, sondern etwa als dichter Wandbeleg die Wandungen der Maschen auskleidet“.

Tschirch stützt sich dabei nur noch auf eine Differenz, welche zwischen dem Absorptionsspektrum des Chlorophylls der lebenden grünen Blätter und des von ihm dargestellten sogenannten Reinchlorophylls (24, Taf. XIV) besteht. Diese Differenz könnte allerdings erklärt werden, wenn man annähme, das Reinchlorophyll Tschirch's sei völlig identisch mit dem Chlorophyll der lebenden Blätter, und das Chlorophyll der lebenden Blätter sei in einem ätherischen Oele von bestimmten physikalischen Eigenschaften gelöst. Der Beweis für die vollkommene Identität des Reinchlorophylls und des Chlorophylls der lebenden Blätter ist aber vorläufig noch nicht geführt, und schon deshalb ist diese Stütze der Pringsheim'schen Anschauung nicht zwingend.

Die Darstellung, welche Schmitz (5, Kap. V) von der Struktur der Algenautoplasten gibt, stimmt recht gut mit meinen Anschauungen überein. Im lebenden Zustande erscheinen die meisten Autoplasten, mögen sie grün, rot oder braun gefärbt sein, durchaus homogen; doch ist ihre Substanz niemals vollkommen klar durchsichtig. Zuweilen jedoch lässt sich bereits am lebenden Materiale eine feine innere Struktur wahrnehmen. Z. B. sah Schmitz bei *Spirogyra majuscula* die lebenden Autoplasten in ihrer ganzen Masse sehr deutlich derb punktiert, in der Weise, dass zahlreiche dunklere Punkte die heller grüne Autoplastensubstanz durchsetzten. Schmitz führt übrigens die schwammig poröse Struktur der Autoplasten, welche Pringsheim beobachtete, auf die zerstörende Wirkung der Reagentien zurück, was durchaus nicht für alle Fälle zutrifft.

Was die Stoffe anbelangt, welche die Trophoplasten zusammensetzen, sei zuerst das über die Autoplasten Bekannte erwähnt, und zwar möge hier im Anschlusse an das Obige zuerst folgen, was Schmitz (8, S. 35 und 36) über die Autoplasten der Algen sagt. Wir können nach ihm eine Grundsubstanz der Autoplasten annehmen, welche ihrer chemischen Natur nach dem Protoplasma der Zelle sehr

nahe steht. In dieser Protoplasmagrundlage finden sich Hohlräume, die von einer gefärbten Substanz erfüllt sind, welche vielleicht flüssig, vielleicht fest ist. Eine bestimmte Entscheidung lässt sich über letzteren Punkt nicht treffen. In der That kannten wir, wie ich in meiner Abhandlung (10) auseinandergesetzt habe, bisher mit Sicherheit keine anderen Bestandteile der Autoplasten als das Chlorophyll und das Plasma. Das Plasma enthält Stoffe, welche sich nach ihrem mikrochemischen Verhalten mit dem von Reinke eingeführten Namen „Plastin“ bezeichnen lassen. Diese gegen Lösungsmittel, starke Säure etc., sehr widerstandsfähigen Körper bilden das, was ich als Gerüste bezeichne. Außer diesen Stoffen kommt, wie Zacharias (14, S. 221) zeigte, wahrscheinlich Eiweiß in den Autoplasten vor.

Ueber das Chlorophyll, den Stoff, welchem die Autoplasten die grüne Farbe verdanken, haben uns die Untersuchungen der letzten Jahre in chemischer Beziehung wenig positives gebracht. Allerdings hat Tschireh eine ganze Reihe von sehr beachtenswerten Abhandlungen publiziert, welche die chemische Untersuchung des Chlorophylls betreffen und in manche Fragen Licht gebracht haben; doch sind die von Tschireh erhaltenen Stoffe alle noch zu wenig von ihm untersucht und definiert worden. Als das hauptsächlichste und interessanteste Resultat der Arbeiten ist die Darstellung eines Körpers zu bezeichnen, welcher fast genau dasselbe Spektrum zeigt wie die lebenden grünen Blätter. Dieses schon erwähnte „Reinchlorophyll“ Tschireh's wurde aus krystallisiertem Chlorophyllan durch Reduktion mittelst Zinkstaub erhalten, (15) wartet aber auch noch der Reindarstellung und der genauern Untersuchung. Die Möglichkeit, aus dem Chlorophyllan durch Reduktionsmittel einen dem Chlorophyll ähnlichen Körper herzustellen, macht die auch schon früher (10, S. 21) von mir vertretene Anschauung höchst wahrscheinlich, dass das Chlorophyllan ein Produkt der Einwirkung von Sauerstoff und Säuren auf das Chlorophyll ist. Es ist dann auch zu vermuten, dass Tschireh's Reinchlorophyll im reinen Zustande dem Chlorophyllan in seinen physikalischen Eigenschaften (mit Ausnahme einiger optischen) sehr nahe stehen wird.

Es ist hier der Ort, einer von Borodin ausgeführten mikrochemischen Untersuchung zu gedenken. Borodin (16) ließ in einem geschlossenen Glase grüne Pflanzenteile mit wenig Alkohol übergossen 24 Stunden lang stehen und erhielt dann nicht nur sogenannte Chlorophyllkrystalle (welche, wie auch Tschireh annimmt (15, S. 22) wahrscheinlich Chlorophyllankrystalle waren), sondern hauptsächlich noch zwei andere Arten von Krystallen, gelbe und rote. Die roten Krystalle hat auch Frank (13, S. 20) unabhängig von Borodin aus Autoplasten durch Einwirkung verdünnter Säuren erzeugt. Nach Borodin gehören die roten Krystalle wahrscheinlich dem Erythrophyll Hoppe-Seyler's an, die gelben dem Xanthophyll. Diese An-

nahmen halte ich für höchst wahrscheinlich, und ich glaube, dass man das Erythrophyll und das Xanthophyll als in geringer Menge vorkommende normale Begleiter des Chlorophylls auffassen darf, die vielleicht in engerer chemischer Beziehung zu dem Chlorophyll stehen. Hansen (17) hat eine vorläufige Mitteilung über den gelben Farbstoff des Chlorophylls gemacht, welchen er krystallisiert erhalten hat. Obgleich Hansen die Kühne'sche Methode anwendete, also den Alkoholauszug der Blätter mit Natron verseifte, soll nach ihm der erhaltene Farbstoff doch im intakten Chlorophyllkorne vorkommen. Auch Tschirch glaubt, dass das Chlorophyll im lebenden Korne von Xanthophyll begleitet wird (12, S. 18), dagegen will er das Erythrophyll Bougarel's als Spaltungsprodukt des Chlorophylls betrachtet wissen (11, S. 20). Mir scheint nach den vorhandenen Thatsachen kein Grund gegen die Annahme vorzuliegen, dass auch das Erythrophyll als normaler Begleiter des Chlorophylls auftritt, wodurch nicht ausgeschlossen ist, dafs es zugleich als ein Zersetzungsprodukt des Chlorophylls selbst aufzufassen ist.

Ueber die Anaplasten und Chromoplasten. Ueber die Morphologie und Chemie der Anaplasten habe ich allein (10, Kap. III) etwas eingehendere Studien gemacht, welche ergaben, dass man die Anaplasten nicht ohne weiteres als die farblose Grundlage der Autoplasten ansehen darf, wie es Schmitz und Schimper wollen, sondern dass diese Organe der Zelle außer dem etwas schwächer als bei den Autoplasten ausgebildeten Plastingerüste noch eine Reihe anderer, farbloser Stoffe enthalten können, deren Vorkommen bei den Autoplasten nicht zu konstatieren ist.

Auch die Chromoplasten besitzen stets ein Plastingerüste, also auch eine protoplasmatische Grundlage. Die typischen Chromoplasten, wie sie in den Blüten und Früchten vorkommen, sind rotgelb oder gelb gefärbt. Diese Farbe verdanken sie Körpern, welche dem Chlorophyll in manchen Eigenschaften ähnlich sind, welche ich in mikroskopischen Krystallen darstellte und vorläufig ebenfalls als Xanthophylle bezeichnet habe. Ich habe (10, S. 43 u. 25) gezeigt, dass die gelben und gelbroten Xanthophylle nicht das gleiche mikrochemische Verhalten aufweisen, und es scheint mir, dass auch in den Chromoplasten hauptsächlich zwei Farbstoffe vorkommen, ein gelber (ein Xanthophyll) und ein roter (ein Erythrophyll), welche vielleicht mit dem Erythrophyll und Xanthophyll der Autoplasten identisch sind. Ich möchte dann die Sache so auffassen, dass in den Trophoplasten der Angiospermen hauptsächlich drei Farbstoffe erzeugt werden können. In den Autoplasten findet sich Chlorophyll in relativ großer Menge, begleitet von wenig Xanthophyll und Erythrophyll. Entwickelt sich ein Trophoplast zu einem Chromoplasten, so bildet sich wenig oder kein Chlorophyll, und Xanthophyll und Erythrophyll in größerer Menge und in wechselndem Verhältnis. Der gelbe und rote Farbstoff können dabei immerhin

Derivate des Chlorophylls selbst sein. Hie und da scheint in älteren Zuständen der Chromoplasten auch Chlorophyllan vorzukommen, welches aus dem Chlorophyll entstanden ist.

Ueber die besprochenen Fragen kann nur eine makrochemische Untersuchung den endlichen Aufschluss geben. Wie gesagt, hat Hansen dieselbe begonnen und auch die Blütenfarbstoffe in Angriff genommen. Es ist ihm gelungen, das Xanthophyll aus *Ranunculus*, *Cytisus*, *Rosa* u. a. krystallisiert zu erhalten, wozu bemerkt sei, dass Hartsen schon 1875 den Farbstoff aus den Früchten einer *Solanum*-Art makrochemisch in Krystallen erhalten hat, während er aus den Blüten von *Ranunculus* keinen krystallisierten Farbstoff darstellen konnte.

Von den Einschlüssen der Trophoplasten will ich nur die Pyrenoide erwähnen. Diese interessanten Gebilde hat Schmitz in seiner Abhandlung sehr ausführlich besprochen. Sie sind den Autoplasten der Algen eingelagert und finden sich sehr häufig bei den Chlorophyceen (8, S. 41), seltener bei den Rhodophyceen, während sie den Phaeophyceen völlig zu fehlen scheinen. Sie bestehen aus einer homogenen, farblosen (8, S. 47) Substanz, welche je nach der Alge, der das Pyrenoid angehört, etwas verschiedene physikalische und mikrochemische Eigenschaften zeigt, aber überall Reaktionen gibt, die auf die Zugehörigkeit der Pyrenoidsubstanz zu den Proteinstoffen schließen lassen. Entweder in der Nähe der Pyrenoide (*Euglena*, *Helminthocladia*) oder dicht um dieselben lagern sich die Paramylon- oder Amylunkörner der Algen, und Pyrenoid und Stärkekörner zusammen bilden dann die sogenannten Stärkeherde. Gewöhnlich findet man also die Pyrenoide von Stärkekörnern unlagert. Werden die letzteren gelöst, so bleiben die nackten Pyrenoide in den Autoplasten zurück. Aber nicht nur bei den erwähnten Algengruppen, sondern auch bei einer Gruppe der Moose, den Anthoceroceen, kommen Pyrenoide vor (8, S. 41). Auch bei den Monokotyledonen finden sich Gebilde, welche wahrscheinlich mit den Pyrenoiden der Algen homolog (25) und, wie die letzteren, wahrscheinlich als in fester Form abgelagerte stickstoffhaltige Reservestoffe zu betrachten sind. Bei den Dikotyledonen scheinen Pyrenoide nicht mehr aufzutreten.

Die Physiologie der Autoplasten hat in erster Linie durch Engelmann eine bedeutende Förderung erhalten. — Obgleich es aus mancherlei theoretischen Gründen von vorneherein wahrscheinlich erschien, dass diejenigen Strahlengattungen des Sonnenlichtes, welche von dem lebenden Autoplasten hauptsächlich absorbiert werden, auch diejenigen seien, welche die Zerlegung der Kohlensäure bewirken; obgleich ferner diese Annahme durch N. J. C. Müller's Untersuchungen aus dem Jahre 1872 höchst wahrscheinlich gemacht worden sind, war doch durch die Untersuchungen Pfeffer's zuletzt die Anschauung herrschend geworden, das erwähnte Verhältnis habe

nicht statt. Pfeffer's Untersuchung schien zu zeigen, dass diejenigen Strahlen, welche durch Vermittelung unseres Auges die größte Helligkeitsempfindung hervorrufen, also diejenigen, deren Wellenlänge etwa 0,000058 mm ist, auch die bei der Kohlenstoffassimilation wirksamsten seien. Engelmann hat nun durch die sogleich zu beschreibenden Untersuchungen gezeigt, dass diese Ansicht unrichtig ist. Er brachte (21) einen grünen Algenfaden unter das Mikroskop, fügte bakterienhaltiges Wasser zu der Pflanze und entwarf mittels eines von ihm angegebenen, von Zeiss gebauten Apparates ein mikroskopisch kleines Spektrum in der Ebene des Algenfadens und zwar so, dass die Frauenhofer'schen Linien senkrecht auf der Längsrichtung des Fadens standen. Nun beobachtete Engelmann, in welchen Strahlengattungen des Sonnenspektrums die Autoplasten des Algenfadens die stärkste Sauerstoffausscheidung, also auch die kräftigste Wirkung auf die Bakterien zeigten. Es trat hauptsächlich an den Teilen des Fadens eine starke Ansammlung der Bakterien auf, welche von den roten Strahlen der Region zwischen B und C des Sonnenspektrums getroffen wurden und ferner an den Teilen, welche in der Region der blauen Strahlen, etwa bei F lagen. Aus diesen Versuchen ergab sich also, dass nicht den gelben Strahlen, welche in unserem Auge die größte Helligkeitsempfindung hervorrufen, sondern den roten Strahlen die stärkste Wirkung bei der Zersetzung der Kohlensäure zukommt, dass aber den blauen Strahlen eine nur wenig geringere Wirkung zuzusprechen ist als den roten. Nun sind diese Strahlengattungen, welche die grünen Autoplasten am kräftigsten zur Sauerstoffausscheidung veranlassen, auch diejenigen, welche am reichlichsten von dem Chlorophyll der lebenden Pflanze absorbiert werden, und man kann deshalb auch sagen, dass diejenigen Strahlengattungen die kräftigste assimilatorische Wirkung hervorbringen, welche am besten von dem Autoplasten absorbiert werden. Von höchstem Interesse war die Entdeckung Engelmann's, dass sich der letzte Satz auch direkt auf die braunen, blaugrünen und roten Autoplasten der Algen übertragen lässt. Bei der Prüfung der letzteren mittels der Bakterienmethode im mikroskopischen Spektrum fand er nämlich, dass auch bei ihnen Maxima der Sauerstoffausscheidung zusammenfielen mit Maximis der Absorption, Minima mit Minimis. Bei den Algenzellen, welche rote Autoplasten besitzen, üben also z. B. die grünen Strahlen die maximale assimilatorische Wirkung aus, während den roten Strahlen, welche die grünen Autoplasten am kräftigsten erregen, eine minimale Wirkung zukommt. Es geht also, um es nochmals zu wiederholen, aus diesen Versuchen hervor, was vom theoretischen Standpunkte das Einleuchtendste und Einfachste schien, „dass Lichtstrahlen im allgemeinen um so stärker assimilierend wirken, je mehr sie absorbiert werden“ (7, S. 12).

Die Methode, durch welche das eben besprochene Resultat ge-

wonnen wurde, erscheint als eine so eigentümliche und subtile, dass eine sorgfältige makrophysikalische Untersuchung der in Rede stehenden Verhältnisse, wie sie Reinke (27) in letzter Zeit ausgeführt hat, von Bedeutung ist, und diese Untersuchung wird um so interessanter, als sie Engelmann's Ansichten im wesentlichen bestätigt. Ich will deshalb auf die Arbeit Reinke's ebenfalls etwas näher eingehen. Reinke benutzte die schon oft zu demselben Zwecke angewendeten Sprosse von *Elodea* als Versuchsobjekt und einen neuen, von ihm konstruierten Apparat, den er Spektrophor nennt, zu seinen Experimenten. Die letzteren beschreibt Reinke mit folgenden Worten. Durch einen vertikalen Spalt in der Wand des Dunkelzimmers wird mittels des Heliostaten ein horizontales Strahlenbündel gesandt, welches auf ein Steinheil'sches Fernrohrobjektiv fällt, das in geeigneter Entfernung hinter dem Spalt genau vertikal aufgestellt ist. Das durch das Fernrohrobjektiv gegangene Licht fällt auf ein hinreichend großes, in der Stellung minimaler Ablenkung befindliches Prisma von  $60^\circ$  brechender Kante, und die durch dasselbe dispergierten Lichtstrahlen liefern auf einem in der zum Spalt konjugiert gelegenen Ebene aufgestellten Schirm ein scharfes und reines objektives Spektrum. Dieser Schirm, der als Diaphragma bezeichnet werden kann, besteht aus zwei vertikal stehenden ebenen Brettern von hinreichenden Dimensionen, die auf einem Schlitten derart verschiebbar sind, dass ihre Ränder einander vollständig genähert oder in einen gewissen Abstand gebracht werden können, durch welchen dann ein beliebiger Teil der Strahlen des Spektrums hindurehfällt.

Unmittelbar hinter dem Diaphragma befindet sich eine ebenfalls vertikal aufrecht stehende große Konvexlinse, der Kollektor, auf welche die durch das Diaphragma gegangenen Strahlen fallen, um im Focus dieser Linse zu einem kleinen Lichtbilde von 1—2 Quadratzentimeter Größe gesammelt zu werden. Das Diaphragma in dieser Form gestattet nun, von beiden Enden des Spektrums ausgehend, beliebige Bezirke desselben abzublenden und die nicht absorbierten Strahlen zu farbigen Bildern im Focus des Kollektors zu vereinigen. „Handelt es sich darum, einzelne mittlere Bezirke aus dem Spektrum auszuschalten, so werden die beiden Hälften des Diaphragmas weit auseinander gezogen und an der Stelle, wo die Absorption stattfinden soll, wird ein schmales Brettchen eingestellt, welches grade so breit ist wie der Spektralbezirk, den man zu absorbieren beabsichtigt.“ In den Focus des Kollektors brachte Reinke einen Spross von *Elodea*, welcher in einem großen Glasgefäß mit Wasser stand. Er blendete dann successive die verschiedenen Parteien des Spektrums ab, so dass stets nur kleine Bezirke des letzteren ihr Licht auf die Pflanze sandten, und verglich die assimilatorische Wirkung der verschiedenen Lichtstrahlen, indem er die Energie der Gasblasenausscheidung des *Elodea*-Sprosses als Maß der Assimilations-

energie benutzte. Er kam so zu dem Resultate, dass das Maximum der assimilatorischen Wirkung von denjenigen Strahlen des Sonnenspektrums hervorgebracht wird, welche der Stelle des Absorptionsbandes I des Chlorophylls der lebenden Pflanze entsprechen. Dagegen entsprechen den sekundären Absorptionsmaximis des Chlorophylls, den Bändern II und III keine sekundären Maxima der Ausscheidung der Gasblasen, ebensowenig dem in der Nähe von F liegenden Spektralbezirke, für welchen, wie wir oben sahen, Engelmann die Existenz eines zweiten Assimilationsmaximums gefunden hatte.

Reinke erweiterte außerdem unsere physiologische Kenntnis der Autoplasten durch eine andere, sehr interessante Untersuchung (22), in welcher er zeigt, dass folgender Zusammenhang zwischen der Intensität des Lichtes, welches die Autoplasten trifft, und der Ausgiebigkeit der Assimilation besteht. Beleuchtet man ein in Wasser befindliches Stückchen einer *Elodea*-Pflanze durch Sonnenlicht, dem die Wärmestrahlen entzogen sind, so beginnt die Gasblasenausscheidung, also die Assimilation, bei mittlerer Beleuchtungsstärke und steigert sich gleichsinnig mit der wachsenden Lichtintensität bis zu einem Maximum; jede weitere Vermehrung der Lichtintensität hat keine weitere Beschleunigung, aber auch keine erhebliche Abnahme der Gasblasenausscheidung zur Folge. Die Gasblasenausscheidung erlischt sofort, wenn das Chlorophyll gebleicht wird; dies erfolgt aber erst bei einer Lichtintensität, welche etwa 800mal stärker als die des direkten Sonnenlichtes ist.

Es sei nun noch auf die Beziehungen aufmerksam gemacht, welche Engelmann (7, S. 24) zwischen der Farbe und dem Vorkommen der roten, grünen und braunen Algen in verschiedener Meerestiefe zu finden glaubt, weil sie vielleicht für das Verständnis der phylogenetischen Entwicklung der Farbe der Autoplasten einen gewissen Wert haben könnte. Am leichtesten wird Engelmann's Anschauung an dem Beispiele der roten Algen klar. Diese herrschen in den größeren Meerestiefen vor, in welchen das eingedrungene Licht reicher an grünen Strahlen, ärmer an roten ist. In diesen Meeresregionen werden sich die roten Algen gegenüber den grünen im Vorteile befinden, weil dort die roten Algen bei noch schwächeren Lichtintensitäten assimilieren können, als die grünen. Die roten Algen werden also im Kampfe um das Dasein obsiegen und die grünen verdrängen. Es ist von diesem Gesichtspunkt aus die Entstehung der roten Färbung der Autoplasten allerdings erklärlich, wenn genauere Untersuchungen die Richtigkeit der Voraussetzung beweisen, und in diesem Falle könnte man für die grüne Farbe der Autoplasten vielleicht nach einer ähnlichen Erklärung suchen.

Damit sei dieses Referat geschlossen, obgleich in den letzten Tagen wiederum einige neue Abhandlungen über die Trophoplasten eingelaufen sind, welche eine Erwähnung an dieser Stelle beanspruchen



können<sup>1)</sup>. Mögen ihnen bis zum Beginn des nächsten Jahres, wo ich diese Zusammenfassung fortzusetzen gedenke, noch recht viele Arbeiten folgen.

Strassburg, Anfang März 1884.

## Ueber die nervösen Endorgane an den Fühlern der Chilognathen und ihre Beziehungen zu denen gewisser Insekten.

Mitgeteilt von O. Bütschli.

In den Jahren 1882 auf 1883 stellte Herr Dr. B. Saecpine aus Russland in dem zoologischen Institut hiesiger Universität eine Reihe von Untersuchungen über die in der Ueberschrift dieses Aufsatzes genannten Organe der Fühler der chilognathen Myriopoden und zum Vergleich noch der Fühler von *Vespa crabro* an. Derselbe legte die nicht uninteressanten Resultate seiner Beobachtungen in einer Dissertation nieder, welche zum behufe der Promotion der philosophischen Fakultät vorgelegt und von dieser auch acceptirt, jedoch nicht gedruckt wurde, da der Verfasser nach seiner Heimat abreiste und bis jetzt nichts von sich hören ließ. Da ich nun glaube, dass die Resultate dieser Untersuchung, an deren Zustandekommen ich persönlich lebhaft beteiligt war, einiges Interesse beanspruchen dürfen und ich bis jetzt keinerlei Kenntniss erhalten konnte, ob der Verfasser dieselben veröffentlichen wird, so erlaube ich mir, in nachfolgenden Zeilen das Wichtigste derselben mitzuteilen, soweit ich es aus der Erinnerung vermag. Auch die beiden Holzschritte, welche ich zum bessern Verständnis beifüge, sind nach der Erinnerung entworfen, können daher nur den Anspruch erheben, ein ungefähres Bild der vorliegenden Verhältnisse zu geben.

Es war mir aus früheren Beobachtungen bekannt, dass bei den Chilognathen auf den Enden der Fühler gewöhnlich vier ansehnliche zapfenartige Organe vorkommen, die, wie sich von vornherein vermuten ließ, den sogenannten Geruchskegeln der Insektenfühler entsprechen dürften. Da letztere Organe in neuerer Zeit einer eingehenderen Untersuchung durch Hansen (s. Zeitschr. für wiss. Zoologie Bd. 34, 1880) unterworfen wurden und mir mancherlei in den Resultaten desselben nicht recht annehmbar erschien, hielt ich eine Untersuchung der betreffenden Organe der Chilognathenfühler um so mehr für angezeigt, als dieselben wegen ihrer Größe genauere histologische

1) Insbesondere während des Druckes dieser Arbeit eine neue Mitteilung von Hansen in Arb. d. Bot. Inst. Würzburg III. 1. 1884.

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

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Biologisches Zentralblatt](#)

Jahr/Year: 1884-1885

Band/Volume: [4](#)

Autor(en)/Author(s): Meyer Arthur

Artikel/Article: [Die Trophoplasten. 97-113](#)