

## 22. Arthur Meyer: Die „Hülle“ der Chromatophoren.

(Mit 1 Abbildung im Text.)

(Eingegangen am 12. Dezember 1921. Vorgetragen in der Januarsitzung 1922.)

Vor kurzem habe ich die erste Lieferung des zweiten Teiles meiner Analyse der Zelle (GUSTAV FISCHER, Jena) herausgegeben. Dort habe ich den Begriff der Metabolie des Zytoplasmas begründet. Schichten solchen metabolen Zytoplasmas begegnen uns auch bei Untersuchung der Chloroplasten und spielen dort eine besonders wichtige Rolle. SENN hat in seinem guten Buche (1908) den Begriff des Peristromiums aufgestellt und versteht unter demselben einen peripheren Teil des Chromatophors, der zu diesem gehörig, die Bewegung desselben vermittelt. Dieses Peristromium gehört, wie wir sehen werden, dem Zytoplasma an und dieses allein bewegt die Chromatophoren. Ich werde in dem Buche zeigen, daß wir keinen Grund für die „Selbstbewegung“ der Chromatophoren kennen, daß es vielmehr sehr wahrscheinlich ist, daß sich die Chloroplasten bezüglich der Bewegung wie die ergastischen Gebilde verhalten. Damit wird auch SENNs Einspruch (Zeitschr. f. Bot. 1909, S. 595, 5) erledigt. Bei den relativ langsamen Bewegungen der grünen Autoplasten der höheren Pflanzen und der meisten Algen wirkt in der Regel hauptsächlich das metabole Zytoplasma, nicht das normale. Das metabole Zytoplasma der direkten Umgebung der Chloroplasten soll in dem folgenden einer etwas genaueren Besprechung unterzogen werden.

Das die stets optisch nackten Chromatophoren umgebende Zytoplasma.

Alle mikroskopischen Untersuchungen haben uns gelehrt, daß es nur ein Zytoplasma gibt, welches sich umzugestalten fähig ist. Seine Substanz ist überall gleich und überall gleich veränderbar. Es gibt nicht zweierlei Arten von Zytoplasma, wie STRASBURGER annimmt (S. 407 des Buches). Es sind vorzüglich zweierlei Veränderungen mikroskopisch zu erkennen. Einmal kann das Zytoplasma von ergastischen Körnchen freier, ja völlig frei werden, und zweitens kann es mehr oder weniger fest werden. Um eine leichtere Beschreibbarkeit des mikroskopischen Bildes zu ermöglichen, habe ich (S. 650) das homogene Zytoplasma im allgemeinen als metabol

bezeichnet und dem dünnflüssigen, körnerhaltigen (normalen) Zytoplasma gegenübergestellt. Das homogene und feste Zytoplasma habe ich metabolisiert genannt. Ich möchte der Vollständigkeit wegen noch von dünnflüssigem, metabolem Zytoplasma reden. Ehe ich die Begriffe scharf definiert hatte, setzte ich wohl auch statt des Wortes „metabolisiert“ das Wort alloplasmatisch (S. 12). Jetzt wollen wir diesen Namen hierbei ganz fallen lassen.

Von diesem metabolen Zytoplasma sind nun die Chromatophoren umschlossen. Wir werden sehen, daß die optisch nackten Chromatophoren von einer metabolen Partie des Zytoplasmas umgeben sind. Alle anderen Auffassungen des Sachverhaltes sind unrichtig. Bei Betrachtung der intakten Zelle geht die farblose Substanz durchaus auf der Außenseite in das Zytoplasma über. Auch im Anfang der Desorganisation von Chloroplasten und Zytoplasma ist nur eine Trennung zwischen Zytoplasma und grünen Autoplasten zu erkennen.

Als Beweis dafür, daß noch andere genau so gesehen haben wie ich, mögen folgende Angaben Platz finden. SCHMITZ (1884, S. 160) sagt:

„Demgegenüber muß ich meinerseits hervorheben, daß ich niemals an lebenden Zellen weder bei Phanerogamen und Archegoniaten, noch bei Algen (und diese befinden sich doch im Wasser des Beobachtungstropfens in ihrem natürlichen Medium) eine deutlich und scharf konturierte hyaline Haut um die Chromatophoren unterscheiden konnte; nur undeutliche Interferenzlinien begleiteten den Randkontur der Chromatophoren und ahmten wohl zuweilen eine solche Plasmahaut nach. Allein gleichwohl könnte ja doch eine solche hyaline Plasmahaut vorhanden sein, die der direkter Beobachtung der lebenden Zelle entgeht, weil sie sich zu wenig von dem umgebenden Protoplasma unterscheidet. Deshalb zog ich gut gehärtete und gefärbte Präparate der verschiedensten Pflanzen zu Rate. Allein vergeblich; nirgends vermochte ich eine scharf konturierte Haut um das einzelne Chromatophor zu erkennen. Die Protoplasmaplatte, welche benachbarte Chromatophoren trennt, erwies sich überall in direktem und unmittelbarem Zusammenhang mit dem übrigen Protoplasma der Zelle, nirgends war ein besonderes Plasmahäutchen differenziert.“

Den Zusammenhang der „Hülle“ der Chromatophoren mit dem übrigen metabolen Zytoplasma hat SENN (1908, S. 297) gesehen. Er sagt:

„Man kann sie (die Stränge metabolen Zytoplasmas, MEYER) übrigens auch an den in Epistrophe befindlichen Chromatophoren sehen, allerdings nicht so deutlich wie bei der Verlagerung, da die farblose Lücke zwischen zwei Chloroplasten oft nur sehr schmal ist. Verfolgt man die Plasmastränge bis zu ihrer Insertion an den Chloroplasten, so sieht man, daß sie daselbst deutlich verbreitert sind, und in die plasmatische, gerade wie sie selbst stark lichtbrechende Hülle übergehen, welche jedes Chlorophyllkorn umgibt. Diese Hülle ist besonders bei der innigen Berührung zweier Chloroplasten als helle, farblose Trennungszone zwischen den grün gefärbten Stromata deutlich sichtbar.“

Sie wurde auch von den ersten Beobachtern der Chromatophoren bemerkt und führte bekanntlich zu der Auffassung, daß die Chloroplasten Bläschen seien, welche in dieser farblosen Haut ein Tröpfchen flüssigen Chlorophylls enthalten. Diese farblose Haut tritt besonders deutlich hervor, wenn man die Chloroplasten durch geeignete Mittel zu einer leichten Quellung veranlaßt, wie dies neuerdings wieder KÜSTER (1904, S. 236) getan hat. Ich rief eine solche mit dem von diesem Forscher angegebenen Mittel (längere Einwirkung höherer Temperatur, 50 Grad Celsius) bei *Funaria* hervor und sah in den Anfangsstadien der Quellung auch von den entfärbten Partien der Chloroplasten Pseudopodien ausgehen, welche jene untereinander verbanden (Fig. 73).\*

Obgleich die Angelegenheit ziemlich einfach liegt, ist sie doch recht verschieden von den verschiedenen Autoren aufgefaßt worden.



Chloroplasten von *Funaria* bei hoher Temperatur (50 Grad Celsius) aufgequollen und teilweise entmischt, durch farblose Stränge gegenseitig verbunden. Vergrößerung 1600. (Aus SENN 1908, S. 297). Fig. 73.

NÄGELI z. B., der zuerst die Chlorophyllkörner für „Bläschen“ hielt (Zeitschr. f. wissensch. Botanik, 1846, S. 94), also meinte, daß das Chlorophyllkorn eine Zelliulosemembran besäße, hat dieses später zurückgenommen, dafür aber betont, daß das Chlorophyllkorn eine Membran besäße, welche zwar nicht aus Zellulose bestünde, aber besonders deutlich hervorträte, wenn man die Organe in Wasser lege (System. Übersicht der Erscheinungen im Pflanzenreiche, 1853, S. 15). Ebenso betrachten natürlich NÄGELI und SCHWENDENER (Das Mikroskop, II. Auflage, S. 549) ohne Beweis das Häutchen, welches sich beim Quellen blasenartig abhebt, als dem Chlorophyllkorn zugehörige Membran. MOHL (1855, S. 89) wies nach, daß die grünen Autoplasten membranlos seien. TSCHIRCH (Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. I, S. 202) hat eine dünne, hyaline Plasmahaut, die dem Chlorophyllkorn zugehört, besonders bei *Nitella* und *Elodea* gesehen.

Ich (1883, S. 13) schließe mich an MOHL und SACHS (Flora 1862, S. 133 und Flora 1863, S. 193) an, halte die Chloroplasten deshalb für nackt und diskutiere nur die Frage, ob ein Unterschied zwischen der dem Chloroplasten direkt anliegenden Plasmaschicht und „zwischen etwas weiter vom Autoplasten entferntem Zytoplasma zu konstatieren“ sei. Ich entscheide mich dahin, daß das Chlorophyllkorn von gewöhnlichem Protoplasma umschlossen sei, habe aber nicht gesagt, welche Objekte ich untersuchte.

SCHAARSCHMIDT (Botanisches Centralblatt, 1885, Nr. 14, S. 2) hat die Membran des Chlorophyllkornes gesehen.

KÜSTER (1904, S. 236) läßt Blätter von *Sedum Sieboldii* bei 30 Grad 2—3 Tage auf schwacher Nährlösung schwimmen; *Funaria*-Blätter auf 0,5 bis 24% iger KNOPScher Lösung ebensolange bei gewöhnlicher Temperatur und 15 Min. bei 50 Grad Celsius. Er bildet (Fig. 10) die Zerfallsbilder ab. Meist zeichnet er eine feine Haut, die rund ist und den zusammengeschrumpften, degenerierten Chromatophoren in sich liegen hat. Er sagt über diese Bilder S. 239: „Auf unsere Frage, ob die Chlorophyllkörner eine Haut besitzen, geben die hier mitgeteilten Beobachtungen nur unvollkommen Antwort. Als festgestellt kann lediglich betrachtet werden, daß nach bestimmten Eingriffen eine das Chlorophyllkorn umspannende Haut sichtbar wird — ob sie als ein Teil des Chlorophyllkorns oder als besonders feste Grenzschicht des Zytoplasmas anzusprechen ist, lassen wir zunächst unerörtert.“

PFEFFER (1877, S. 147) sagt:

„Ob die „Plasmamembran der Chlorophyllkörner“ schon innerhalb des Protoplasmas besteht, kann natürlich aus dieser Beobachtung nicht sicher entnommen werden, und zur Zeit vermag ich diese Frage nicht zu beantworten.“

SENN (1908) hielt das metabole Zytoplasma der Umgebung der grünen Autoplasten für „ein wohldifferenziertes Organ des Chlorophyllkorns“ und belegte es mit dem Namen Peristromium (S. 298). Schon FITTING (1909, S. 147) widerspricht dieser Annahme SENNs.

Da das metabole Zytoplasma kein besonderes Organ ist, so ist es selbstverständlich, daß es uns in sehr mannigfaltiger Form und in sehr verschiedenartiger Ausdehnung entgegentritt, auch so entgegentritt in der direkten Umgebung des Chloroplasten, überhaupt der Chromatophoren. Es muß die ganze Frage neu und genauer untersucht werden; hier soll wesentlich nur das mitgeteilt werden, was nach den vorliegenden Untersuchungen wahrscheinlich ist.

a) Bei den grünen Autoplasten, die, wie die Mehrzahl der Autoplasten der höheren Pflanzen, wenn sie einzeln liegen, rundlich sind, sich aber, wenn sie dicht zusammenrücken, gegeneinander abplatteln, findet sich um jeden Autoplasten eine sehr dünne Lage metabolen Zytoplasmas (siehe Figur 148 und 149 meines Buches).

KNOLL (1908) hat S. 1238 die metabole Schicht bei *Aspidistra* gesehen. Er sagt:

„An wandständigen Chloroplasten läßt sich, besonders bei Profilstellung,

sehr schön das Peristromium wahrnehmen, welches eine hellenchtende Hülle des sattgrünen, feinpunktierten Stromas überzieht.“

Das den Autoplasten direkt umgebende Zytoplasma ist stets vollkommen homogen; finden sich ergastische Körner, so liegen diese wohl niemals in dem die Chloroplasten direkt umhüllenden Zytoplasma, sondern außerhalb dieser Schicht. Dafür spricht wohl auch die folgende Beschreibung SENNS (1908, S. 285). SENN sagt:

„Dies läßt sich auch mit Hilfe der bei *Mesocarpus* vorkommenden Gerbstoffbläschen sehr schön zeigen, besonders wenn man die Alge in 0,0001 % Methylenblaulösung kultiviert, in welcher sich die Gerbstoffbläschen intensiv blau färben. Betrachtet man solche Zellen bei Profilstellung des Chloroplasten mit homogener Immersion, so fällt allerdings in erster Linie die Tatsache auf, daß die Gerbstoffbläschen nicht absolut ruhig im Protoplasma liegen, sondern mehr oder weniger lebhaft Molekularbewegung zeigen. Ab und zu werden sie auch von der schwachen und in ihrer Richtung unsteten, aber deutlich sichtbaren Zirkulationsbewegung des Protoplasmas erfaßt und eine Strecke weit fortgeführt, dann aber auch abgesetzt, oder auch öfter wieder zurückbefördert. Diese Zirkulationsströmungen vollziehen somit nie eine dauernde Verlagerung der Gerbstoffbläschen. Beginnt nun der vertikal stehende Chloroplast unter dem Einfluß der von unten einfallenden Lichtstrahlen sich zu drehen, so erfolgt bei einer Drehung keine gleichzeitige Verlagerung der Bläschen, was bei einer allgemeinen Verlagerung des gesamten Protoplasten notwendigerweise der Fall sein müßte. Die Bläschen setzen ihre tanzenden oder gleitenden Bewegungen fort, ob sie nun auf der Seite liegen, gegen welche sich die Kante des Chloroplasten hinbewegt, oder auf der entgegengesetzten. Erst wenn die Kante bei den Bläschen vorbeigleitet, streift sie diese vom Wandbeleg ab und nimmt sie mit sich fort. Es kommt darum bei der Achsendrehung oft zu einer mehr oder weniger vollständigen Entblößung der von den Kanten der Chloroplasten durchlaufenen Partien des Wandbeleges, während gleichzeitig die Ränder der Chlorophyllplatte mit den weggefegten Bläschen dicht besetzt und deshalb viel stärker blau gefärbt werden, als bei gleichmäßiger Verteilung dieser Bläschen an der freien Außenwand.“

Ebenso bildet KNOLL (1909) in Fig. 8 für *Villarsia* die ergastischen Körnchen außerhalb der „Hülle“ ab.

b) Das metabole Zytoplasma der direkten Umgebung des Chloroplasten bildet Fortsätze, die in das übrige Zytoplasma übergehen. Einen solchen Fall haben wir schon in unserer Figur S. 163 abgebildet.

SCHMITZ (1882) hat in Fig. 15, S. 179 für *Valonia* (Piki.-Häm.-Präpar.) eine Abbildung gegeben, und sagt in der Beschreibung:

„Scheibenförmige Chromatophoren mit feingezähnten Kanten, durch kürzere oder längere Protoplasmafibrillen verbunden.“

Und S. 94:

„Diese Spitzen und Zähne der gefärbten Chromatophorensbstanz sind dann unmittelbar nach vollendeter Teilung vielfach durch derbere Fibrillen hyalinen Protoplasmas verbunden, und auch späterhin setzen vielfach derbere

Protoplasmafibrillen an dieselben an (Fig. 15). Doch habe ich mich nicht überzeugen können, daß diese hyalinen Fibrillen aus der Substanz der Chromatophoren selbst hervorgebildet würden (wie SCHAARSCHMIDT 1880, MEYER).“

SENN (1908) hat Ähnliches (S. 299) bei *Bryopsis* gesehen.

Zwischen a) und b) können wir solche Fälle stellen, bei denen sich metabole oder metabolisierte Stränge von Zytoplasma bilden, die sich größtenteils an die dünne Hüllschicht der Autoplasten ansetzen. Beschrieben sind solche im normalen Zytoplasma liegende Stränge metabolen Zytoplasmas von KLEBS (1888, S. 558), SENN (1908, S. 295), KNOLL (1908, S. 1227) und LINSBAUER und ABRA-NOWICZ (1909, S. 168). Alle die beschriebenen Fälle betreffen Moose. SENN meint, obgleich er es nicht sieht, die Stränge würden von der Hülle ausgesandt. KNOLL und auch LINSBAUER zeigen jedoch, daß die Fäden selbständige Gebilde sind, die sich an die Hüllen anlegen.

c) Andere Configuration und dickere Lage des metabolen Zytoplasmas finden wir z. B. bei *Spirogyra* (S. 679). Vielleicht gehört auch der Zytoplasmabelag der muldenförmigen Autoplasten der Assimilationszellen von *Selaginella* (HABERLANDT, Pflanzenanatomie 1918, S. 249) hierher.

d) Zuletzt können wir diejenigen Fälle aufführen, bei denen mehrere Chloroplasten durch metabolisiertes Zytoplasma zusammengehalten werden, wie wir es bei *Chara* finden. Ich sagte (S. 652), daß man bei *Chara* eine äußere unbewegliche Schicht findet, in welcher die Chloroplasten liegen. Beim Zerschneiden der Zellen sieht man, daß die Chloroplasten durch das metabole Zytoplasma zusammengehalten werden.

Ich sagte schon, daß hier Untersuchung not tut. Bei einer solchen wird man noch mancherlei Fälle auffinden.

Wie wir wissen, hält metabolisiertes Zytoplasma Eisenhämatoxylin und ähnliche Farbstoffe etwas fester als normales und färbt sich dementsprechend auch etwas intensiver. So müssen sich auch die Hüllen verhalten.

SENN (1908, S. 303) findet demnach, daß sich die Hülle mit Jod intensiver färbt als das normale Zytoplasma; die Färbung steht jedoch derjenigen des vom Chlorophyll befreiten Stromas der Autoplasten etwas nach. Nach Fixierung der Laubblätter mit siedendem Alkohol oder alkoholischer Sublimatlösung, Färbung derselben mit alkoholischem Säurefuchsin und darauf folgender Differenzierung mit Jodalkohol, färbte sich das metabole Zytoplasma intensiver als das normale. SENN (S. 303) hat auch bei Fixierung mit

FLEMMING und Färbung mit dem Dreifarbengemisch deutliche grau-violette Färbung des metabolen, höchstens schwachgraue Färbung des normalen Zytoplasmas gesehen.

SWINGLE (1897, S. 314) sagt:

„In einigen Präparaten konnten zarte, mit der FLEMMINGschen Dreifärbungsmethode sich blau tingierende Fäden beobachtet werden, die die Chlorophyllkörner miteinander verbanden.“

Also auch dieses färberische Verhalten stimmt vollständig mit unserer Vorstellung überein.

---

#### Literatur.

- FITTING, H., Ref. über SENN; Zeitschrift für Botanik, 1909, S. 145.
- KNOLL, Über netzartige Plasmadifferenzierungen und Chloroplastenbewegung  
Sitzungsbericht d. K. Ak. d. Wiss. Math-naturw. Kl. 117 Bd., X. Heft,  
1908. Wien.
- KÜSTER, ERNST, Beiträge zur Physiologie und Pathologie; Zeitschrift für allgemeine Physiologie, 4. Bd., 1904, S. 221.
- MEYER, ARTHUR, Das Chlorophyllkorn; Leipzig 1883.
- MOHL, HUGO VON, Über den Bau des Chlorophylls; Botanische Zeitung 1855, S. 89.
- PFEFFER, W., Osmotische Untersuchungen; Leipzig 1877.
- SCHMITZ, Die Chromatophoren der Algen; Verh. d. naturw. Ver. d. preuß. Rheinlande und Westfalens, 40. Bd., 1883, Bonn 1882, S. 1.
- , Beiträge zur Kenntnis der Chromatophoren; Jahrbuch für wissenschaftl. Botanik, 15. Bd., 1884, S. 1.
- SENN, GUSTAV, Die Gestalts- und Lageveränderung der Chromatophoren; Leipzig, 1908.
- SWINGLE, Zur Kenntnis der Kern- und Zellteilung bei den Sphacelarien; Jahrbuch f. wissenschaftl. Botanik, 30. Bd., 1897, S. 297.

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

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft](#)

Jahr/Year: 1922

Band/Volume: [40](#)

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

Artikel/Article: [Die „Hülle“ der Chromatophoren. 161-167](#)