

Studien über das Hämatochrom und die Chromatophoren von *Trentepohlia*.

Von Lothar Geitler (Wien).

(Mit 5 Textabbildungen.)

I. Über die biologische Bedeutung des Hämatochroms.

Man hat angenommen, daß das Hämatochrom — sowohl in den Fällen, wo es in Dauerzellen auftritt, wie bei vielen Chlorophyceen und Peridinien, als auch im Falle von *Trentepohlia* — als Lichtschutz diene (vgl. z. B. Heft VI der „Süßwasserflora“ von Pascher, S. 119). Nach den Untersuchungen Senns¹⁾ ist das Hämatochrom ein Reservestoff wie die Stärke. Daß es außerdem als Lichtfilter, welches die kurzwelligen Strahlen des Spektrums auffängt, wirkt, ist sicher²⁾. Ob dies aber von wesentlicher biologischer Bedeutung ist und man daher von einem Lichtschutz reden kann, ist fraglich.

Daß sich das Hämatochrom im starken Licht in der Zelle ausbreitet, bei schwachem aber sich in der Mitte zusammenballt³⁾, könnte man als Hinweis auf eine Funktion des Hämatochroms als Lichtschutz ansehen; ebenso, daß in den Gametangien (Kugelsporangien) von *Trentepohlia aurea*, von ihrer ersten Anlage an bis zur fertigen Ausbildung der Schwärmer, das Hämatochrom peripher gelagert ist, wie ich es oft (nicht immer) in Kulturen im diffusen Tageslicht beobachten konnte. Sicher besteht aber keine direkte Beziehung zwischen der Stärke der Beleuchtung und der gebildeten Menge des Hämatochroms. Wenn R. Fischer⁴⁾ im Dezember grüne, hingegen im August rote Lager von *Trentepohlia arborum* sah, so wurde diese Erscheinung jedenfalls nicht durch die direkte Wirkung der verschiedenen Lichtstärke in den beiden Monaten hervorgerufen. Ich konnte in den Warmhäusern des Wiener Botanischen Gartens nie eine klare Beziehung zwischen Belichtung und Hämatochromgehalt feststellen. Derselbe Autor teilt auch eine gegenteilige Bemerkung mit, nämlich daß er *Trentepohlia aurea* an sehr schattigen Standorten in annähernd normal gefärbten Exemplaren gefunden habe⁵⁾.

1) Physiologische Untersuchungen über *Trentepohlia*. Verh. d. Schweizer Naturf. Ges., Bd. 1, 1911.

2) Vgl. Zopf W. Zur Kenntnis der Färbungsursachen niederer Organismen. Beitr. z. Phys. u. Morph. nied. Org. aus d. Kryptog. Labor. Halle, 1892.

3) Vgl. Doflein, Lehrbuch der Protozoenkunde. Jena 1916, S. 82.

4) Die *Trentepohlia*-Arten Mährens und West-Schlesiens. Diese Zeitschr., 1922. Dasselbst weitere Literatur.

5) Ähnliche Beobachtungen habe auch ich häufig gemacht.

Eine Abhängigkeit der Menge des Hämatochroms von der Belichtung besteht jedoch in dem Sinne, wie sie im Falle der Stärkebildung besteht. Besonders lehrreich sind in dieser Hinsicht die Ergebnisse Senns: in rotem und gelbem Licht wird Hämatochrom gebildet, in blauem nicht; in anorganischer Nährlösung wird es vermindert, in organischer vermehrt, u. zw. unter gleichen Beleuchtungsverhältnissen; reichlich Hämatochrom führende Fäden wachsen im Dunkel lange Zeit weiter, solche mit wenig Hämatochrom nicht.

Im folgenden seien einige Beobachtungen mitgeteilt, die als Ergänzung zu der Arbeit Senns dienen mögen.

Bringt man Pflanzen vom natürlichen Standort in eine günstige anorganische Nährlösung, z. B. Benecke-Lösung¹⁾, wo lebhaftes Wachstum erfolgt, so wird bekanntlich das Hämatochrom stark vermindert.

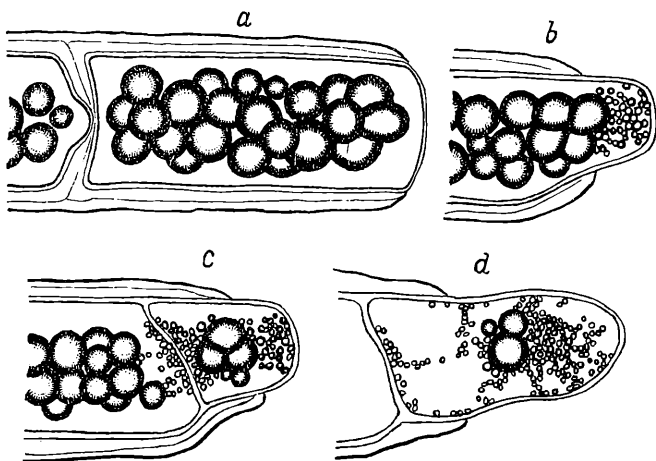


Abb. 1. *Trentepohlia aurea*. (Ungef. Vergr. 1000:1.)

Langsam wachsende Fäden oder solche, die das Wachstum ganz eingestellt haben, wie es im Freien während längerer Trockenperioden der Fall ist, führen große Hämatochrom-Kugeln; in lebhaft wachsenden Fäden werden die Kugeln kleiner, bis schließlich in den Zellen nur mehr ganz kleine-Kügelchen vorhanden sind (Abb. 3b, 4a, 5f). Abb. 1 gibt eine Vorstellung vom Abbau des Hämatochroms bei *Trentepohlia aurea*. Ein Faden vom natürlichen Standort, der infolge lange andauernder Trockenheit sein Wachstum eingestellt hatte, wurde auf eine Agar-Deckglas-Kultur gebracht und täglich beobachtet. Fig. a stellt die Spitzenzelle am Tage der Impfung dar; Fig. b am fünften Tag nach

¹⁾ Vgl. F. Wettstein, Zur Bedeutung u. Technik d. Reinkultur etc. Diese Zeitschr., 1921.

der Impfung, Fig. *c* am siebenten, Fig. *d* am elften Tag. Man sieht, wie bereits vor Eintritt der Teilung das Hämatochrom abgebaut wird (die kleinen Kugeln an der Spitze in Fig. *b*). Später verschwinden die großen Kugeln vollends und die Zellen führen ausschließlich kleine Hämatochromtropfen in wechselnder Menge (Abb. 3*b*; 2*a—c*), oft so wenig, daß sie sich bei flüchtiger Betrachtung der Beobachtung entziehen (Abb. 5*c* von einem anderen Objekt). Der Abbau geht übrigens nicht immer so weit, sondern es wird oft ein Gleichgewichtszustand zwischen dem Abbau und dem Aufbau infolge der Assimilation erreicht. In solchen Kulturen führen dann alle Fäden annähernd die gleiche Menge Hämatochrom, das meist den Kern umgibt¹⁾).

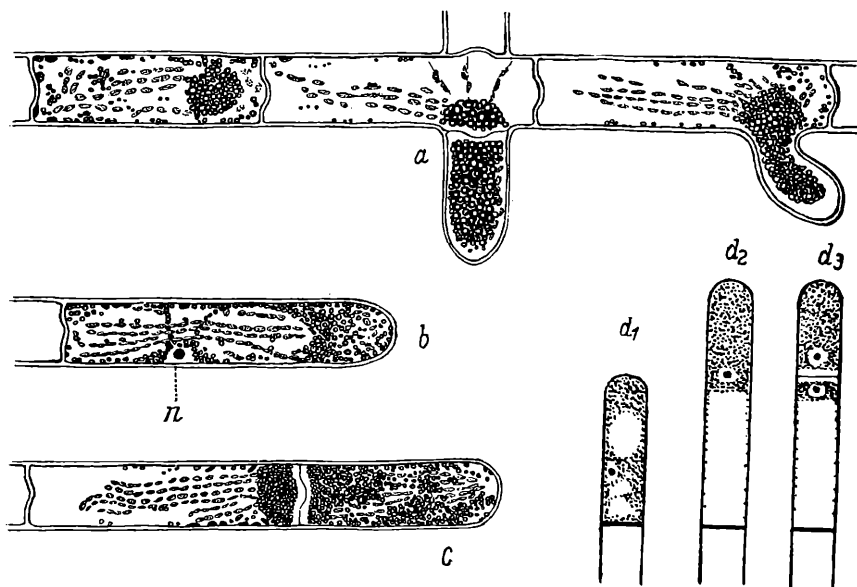


Abb. 2. *Trentepohlia aurea* (*a—c* ungef. Vergr. 500:1; *d* 300:1).

Interessant ist das Verhalten des Hämatochroms bei der Zellteilung. Dieselbe wurde an lebendem Material von *Trentepohlia aurea* während der Nacht studiert. Abb. 2*d*₁—*d*₃ stellt den Vorgang an einer Spitzenzelle schematisch dar; vom Zellinhalt ist nur das Hämatochrom und der Zellkern eingezeichnet. Einige Zeit nach der letzten Teilung der Spitzenzelle sind die Hämatochrom-Kugeln regellos in der Zelle verteilt. Der Kern liegt an einer beliebigen Stelle und ist manchmal gut sichtbar (Fig. *d*₁). Vor der nächsten Teilung tritt Wachstum ein, bis die Zelle

¹⁾ Zweikernige Zellen fand ich bei *Trentepohlia aurea* in vereinzelten Fällen, jedoch nur in alten Fäden (vgl. R. Fischer, a. a. O., S. 6 und die dort zitierten Angaben über mehrkernige Zellen).

fast das doppelte ihrer früheren Länge erreicht hat. Dazu genügt unter Umständen ein Tag, oft dauert es mehrere Tage (diese Angaben beruhen auf der Beobachtung markierter Individuen), bis die Spitzenzelle ihre nötige Länge erreicht hat und sich zu einer neuerlichen Teilung anschickt. In der Nacht, in der die Teilung erfolgt, zieht sich fast das gesamte Hämatochrom gegen die Spitze zu (Fig. d_2); der Zellkern kommt etwas über die Mitte der Zelle gegen die Spitze zu liegen. Hierauf erfolgt die Kernteilung, die sich am lebenden Material nicht beobachten läßt. Das nächste, was man sieht, ist eine scharf abgegrenzte, hämatochrom-freie Zone, in deren Mitte die sehr dünne und anfangs undeutliche junge Querwand sichtbar wird (Fig. d_3).

Fig. *a*, *b* und *c* gibt die Vorgänge unschematisiert wieder. Man sieht, wie die Gestalt der Querwand alter Zellen mit ihrer einseitigen Verdickung (siehe Abb. 1*a*) bereits durch eine Ausbauchung in der Richtung gegen die Spitze zu angedeutet ist. — Fig. *a* stellt ein Stück eines Fadens dar mit drei Zellen in verschiedenen Teilungsstadien: die Zelle links noch ruhend, die mittlere kurz nach der Teilung, die rechte während der Teilung. Aus den Figuren geht auch das Verhalten der in diesem Fall in Reihen liegenden Chromatophoren (vgl. den zweiten Teil dieser Arbeit) hervor. Sie unterliegen wie das Hämatochrom einem Zug gegen die Spitze zu.

Die neugebildete Zelle erhält die überwiegende Menge Hämatochrom und nur ein kleiner Rest bleibt in der älteren zurück. Diese ungleiche Aufteilung wird verständlich, wenn man bedenkt, daß die Spitzenzelle das Hämatochrom, welches ja als Reservestoff dient, notwendig braucht, da sie weiteren Teilungen entgegengeht, während die ältere, ausgewachsene Zelle es, zunächst wenigstens, entbehren kann.

Obwohl ich keine exakten ernährungsphysiologischen Versuche angestellt habe, sondern nur die morphologischen Veränderungen des Hämatochroms mit der Lebhaftigkeit des Wachstums in Beziehung brachte, scheinen mir die beschriebenen Veränderungen des Hämatochroms doch eindeutig für die Reservestoff-Natur dieses Körpers zu sprechen.

Die gleiche Rolle spielt das Hämatochrom bei anderen Organismen. So untersuchte ich vergleichsweise eine *Haematococcus*-Art. Wenn man die dicht mit Hämatochrom erfüllten Dauerzellen in eine günstige anorganische Nährlösung bringt, so verschwindet das Hämatochrom allmählich. Es läßt sich dabei dieselbe Art des Abbaues wie bei *Trentepohlia aurea* beobachten. Die letzten Reste umgeben schalenförmig den Kern, bis auch sie schließlich verschwinden¹⁾.

¹⁾ Der Augenfleck hat mit dem als Reservestoff dienenden Hämatochrom, von dem hier die Rede ist, nichts zu tun. Charakteristisch ist, daß die Farbe aller mir bekannten Stigmen, sei es von Chrysomonaden, Cryptomonaden, Euglenaceen, farblosen Flagellaten oder Chlorophyceen-Schwärmen, verschieden ist von der Farbe des in der Zelle gespeicherten Hämatochroms. Erstere besitzen immer einen purpurnen Ton und sind blautichig, während das letztere orangerot, also gelbstichig ist.

Der Zustand, in dem man *Trentepohlia*-Arten normalerweise im Freien findet, entspricht dem Dauerzustand anderer Chlorophyceen. Die Anpassung an das Landleben zeigt sich bei ihnen darin, daß dasjenige Stadium, welches bei im Wasser lebenden Formen nur vorübergehend auftritt, bei ihnen zum vorherrschenden geworden ist. Eine Zelle eines Fadens von *Trentepohlia*, die dicht mit Hämatochrom angestopft erscheint, unterscheidet sich physiologisch in nichts von einer Dauercyste einer *Chlamydomonas* oder eines *Haematococcus*. Damit im Zusammenhang steht eine Reduktion der Chromatophoren, deren Gestalt man an Freilandexemplaren ebensowenig beurteilen kann, wie die der Chromatophoren irgendeiner Dauercyste. Erst nach längerer Kultur, unter günstigen Bedingungen, gelangen die Pflanzen in ein ausgesprochenes Wachstumsstadium. Aus diesem Grunde bediente ich mich beim Studium der Chromatophoren in erster Linie Kulturmaterials.

II. Die Chromatophoren von *Trentepohlia*.

Die Chromatophoren unserer einheimischen *Trentepohlia*-Arten werden in der Regel als plattenförmig bezeichnet (z. B. in der „Süßwasserflora“ von Pascher, Heft VI). Dort heißt es auf S. 119: „Bei ausländischen Arten ist die Entstehung dieser Scheiben durch Zerfall von bandförmigen Chromatophoren nachgewiesen, bei den einheimischen deutet eine bandförmige Aneinanderreihung der Scheiben auf eine ähnliche Entstehung“. Wenn die Scheiben auch nicht immer aus Bändern hervorgehen (vgl. das weiter unten über *Trentepohlia aurea* Gesagte), so ist es doch wahrscheinlich, daß die phylogenetisch ursprüngliche Form der Chromatophoren die bandförmige war, da die Möglichkeit der Ausbildung noch bei allen Formen in größerem oder geringerem Maße vorhanden ist.

Für die Untersuchung der Chromatophoren wurde aus den früher erwähnten Gründen Kulturmateriel verwendet¹⁾. Daß in Kulturen abnorme Formen der Chromatophoren auftreten, ist wohl (richtige Kulturbedingungen vorausgesetzt, d. h. solche, unter denen die Pflanzen ein gutes Wachstum zeigen) nicht zu befürchten. Erfahrungen an anderen Algen (*Oedogonium*, *Cladophora*, *Zygnemataceae*, *Desmidiaceae*) zeigen, daß die Ausbildung der Chromatophoren in Kulturen bei lebhaftem Wachstum viel schöner und gewissermaßen typischer ist als an Exemplaren natürlicher Standorte.

¹⁾ Die Kulturen wurden auf Agarplatten vorgenommen. Als Nährlösung verwendete ich die schon genannte Benecke-Lösung. Nur *Trentepohlia Jolithus* wurde mit der Ca-freien Öhlmannschen Nährlösung gezogen (vgl. Küster, Anl. zur Kult. d. Mikroorganismen).

Innerhalb der Gattung *Trentepohlia* treten zwei Typen von Chromatophoren auf, die durch Übergänge miteinander verbunden sind, nämlich platten- oder scheibenförmige und bandförmige. Die Formen mit zylindrischen Zellen besitzen meist plattenförmige, die Formen mit angeschwollenen Zellen neigen zur Ausbildung von bandförmigen Chromatophoren.

Die Chromatophoren von *Trentepohlia aurea* (L.) Martius sind normalerweise immer scheibenförmig. Bei guten Ernährungsverhältnissen liegen sie in großer Zahl regellos an den Zellwänden und sind dann durch gegenseitigen Druck polygonal abgeplattet (Abb. 3a)¹. Bei schlechter Ernährung, z. B. in erschöpften Kulturen, sind sie oft in Reihen angeordnet und langgestreckt (Abb. 3b). In seltenen Fällen treten Bänder auf, die sehr schmal und blaßgefärbt sind und einen krankhaften Eindruck machen (Abb. 3c, d). Sie besitzen knotenförmige Verdickungen, wodurch in Reihen liegende, einzelne Platten vorgetäuscht werden.

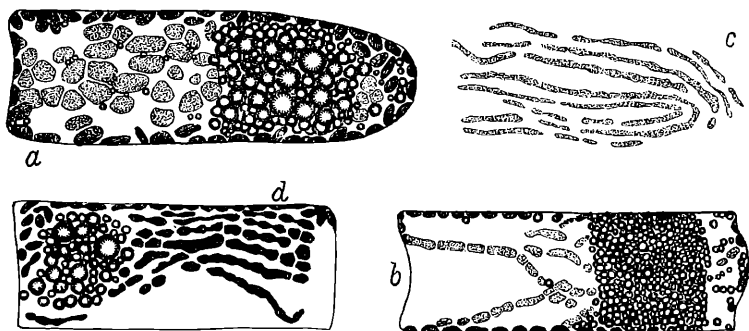


Abb. 3. *Trentepohlia aurea*, d mit kochender Silbernitratlösung behandelt, die übrigen lebend. (Ungef. Vergr. 1000:1.)

werden können. Daß dies nicht der Fall ist, läßt sich durch die Behandlung mit kochender Silbernitratlösung zeigen (Abb. 3d)².

Was die Frage der Entstehung der Platten aus bandförmigen Chromatophoren anbelangt, so kann man leicht beobachten, daß bei gutem Wachstum sowohl die jüngsten Zellen wie auch die zweigeißeligen Gameten der Kugelsporangien und die aus ihnen apogam entstehenden Keimlinge bereits einzelne Scheibchen besitzen.

¹) Die Zeichnungen stellen (mit Ausnahme von Abb. 4e, mittlere Zelle, und Abb. 3d—f) die obere Hälfte einer längsdurchschnitten gedachten Zelle dar, u. zw. räumlich gesehen. In einigen Figuren ist nur die innere Grenze der Zellhaut angedeutet. Vom Inhalt ist meistens nur das Hämatochrom und die Chromatophoren eingetragen.

²) Vgl. Geitler, Über die Verwendung von Silbernitrat zur Chromatophoren-Darstellung. Diese Zeitschr., 1922.

Bei *Trentepohlia arborum* Hariot liegen die Verhältnisse ähnlich. Die Chromatophoren sind durchschnittlich größer als bei *Trentepohlia aurea* und bilden mitunter bei guter Ernährung kurze Bänder (Abb. 4a, b). Oft sieht man schöne Teilungsbilder (Abb. 4a). Der Chromatophor wird an der Trennungsstelle zu einem feinen Faden ausgezogen.

Bei *Trentepohlia umbrina* (Kütz.) Bornet¹⁾ treten in Kulturen mit gutem Wachstum häufig typisch bandförmige Chromatophoren auf, wenn auch plattenförmige oft vorkommen. In jugendlichen Zellen sind die Bänder meist ziemlich regelmäßig angeordnet (Abb. 4e), in älteren Zellen wird die Lagerung unregelmäßiger (Abb. 4c). Fig. d stellt eine

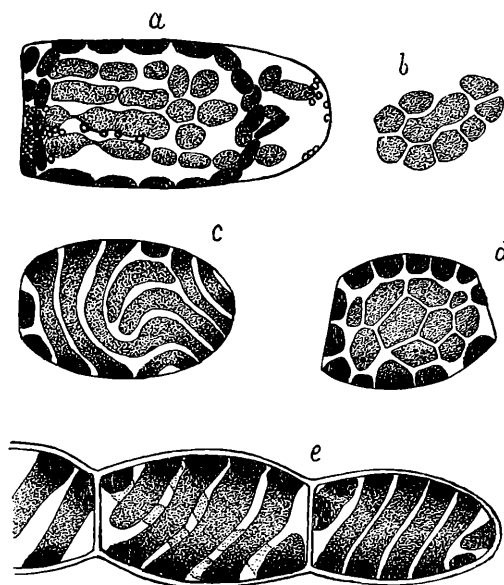


Abb. 4. a, b *Trentepohlia arborum*; c—e *Trentepohlia umbrina*. (Ungef. Vergr. 1000:1.)

Zelle mit scheibenförmigen Chromatophoren dar. Ganze Umläufe der Bänder kommen vor (Abb. 4e, mittlere Zelle), doch ist die Verfolgung eines Bandes nur in wenigen Fällen möglich.

Auch *Trentepohlia lagenifera* (Hildebrandt) Wille besitzt häufig bandförmige Chromatophoren und sie sind bei ihr meist besonders deutlich zu sehen. In den Spitzenzellen ist oft nur eine geringe Anzahl

¹⁾ Über die eventuelle Vereinigung dieser Art mit *Trentepohlia odorata* vgl. R. Fischer, l. c. Auf mich hat *Trentepohlia umbrina* immer den Eindruck einer guten Art gemacht. Die Tatsache, daß infolge der Variationsweite zweier Arten Zwischenformen vorkommen, zwingt noch nicht zu einer Vereinigung.

von Zellen vorhanden, die manchmal parallel der langen Achse der Zelle laufen (Abb. 5a). In älteren Zellen, die die typische Krugform besitzen, zeigen die Chromatophoren Gestalten, wie sie in Fig. b dargestellt sind. Fig. c zeigt ein junges Gametangium.

Die Chromatophoren von *Trentepohlia Jolithus* (L.) Wallroth sind bandförmig oder scheibenförmig. In Kultur gezogene Pflanzen besitzen Chromatophoren, wie sie in Abb. 5d–f dargestellt sind; nur selten sieht man Scheiben.

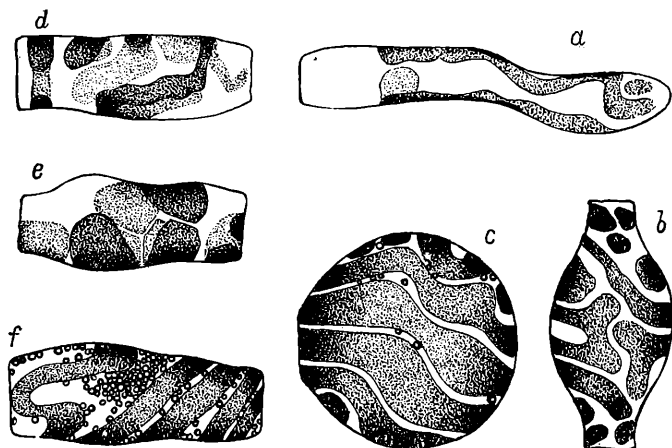


Abb. 5. a–c *Trentepohlia lagenifera*; d–f *Trentepohlia Jolithus*.
(Ungef. Vergr. 1000:1.)

Zum Schlusse sei bemerkt, daß auch ich in den Chromatophoren nie Hämatochrom gefunden habe. Das Hämatochrom liegt ihnen entweder an oder erfüllt die Zwischenräume (Abb. 3a, 5c, f).

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Österreichische Botanische Zeitschrift = Plant Systematics and Evolution](#)

Jahr/Year: 1923

Band/Volume: [072](#)

Autor(en)/Author(s): Geitler Lothar G.

Artikel/Article: [Studien über das Hämatochrom und die Chromatophoren von Trentepohlia. 76-83](#)