

25. E. Crato. Ueber die Hansteen'schen Fucosankörner.

Eingegangen am 24. März 1893.

Unter dem Titel „Studien zur Anatomie und Physiologie der Fucoideen“ hat BARTHOLD HANSTEEN (Christiania) in Pringsheim's Jahrbüchern, Bd. XXIV, Heft 3 eine Arbeit veröffentlicht, deren zweiter Theil „über Assimilation und Assimilationsproducte bei den Fucoideen“ handelt.

Da HANSTEEN in diesem Theile der Arbeit dieselben Gebilde einer Untersuchung unterzieht, welche ich als Organe des Zellenleibes, als Physoden, hingestellt habe und HANSTEEN in seiner Abhandlung zu einer von der meinigen vollständig verschiedenen Ansicht über diese Gebilde gelangt, so ist wohl eine Klarstellung über diese Controverse gerechtfertigt.

Es möge zunächst HANSTEEN's Ansicht über diese Körper an der Hand von einigen Sätzen aus seiner Arbeit wiedergegeben werden. HANSTEEN äussert sich in der Einleitung (I. p. 318) folgendermassen:

„Die Untersuchung über *Fucus serratus* L. lenkte meine Aufmerksamkeit besonders auf die lichtbrechenden, kugeligen Gebilde hin, die als ein constanter Zellenbestandtheil bei sämtlichen Fucoideen nachzuweisen und zweifellos als das erste sichtbare Assimilationsproduct aufzufassen sind.

Die Ergebnisse der Untersuchungen, die über die chemische Natur, die Entstehung und die Bedeutung dieser Körperchen im Organismus der Fucoideen angestellt wurden, zeigten mir sämtlich, dass die Körperchen aus einem neuen eigenthümlichen Kohlenhydrat von der Gruppe $(C_6H_{10}O_5)_n$ gebildet werden.“

Dann I. p. 346:

„Dies Kohlenhydrat werde ich mit dem Namen Fucosan belegen, indem es bei sämtlichen Fucoideen als ein gewöhnlicher Bestandtheil im Zellkörper nachweisbar ist.“

Ueber die „Fucosankörnchen“, mit welchem Namen HANSTEEN die fraglichen Gebilde oft bezeichnet, schreibt HANSTEEN I. p. 355

„Wie oben erwähnt worden ist, lassen nach SCHMITZ die Körner¹⁾ niemals im Inneren eine deutliche concentrische Schichtung wahrnehmen. Beobachtungen in dieser Richtung hin zeigten jedoch sämtlich, dass die Fucosankörnchen, mit Ausnahme der ganz jungen, eben angelegten, eine deutliche, stark lichtbrechende Randschicht besaßen.

1) SCHMITZ meint hiermit die Phäophyceenstärke, nicht die Physoden s. u.

Ausserdem besitzen die älteren grossen, wie sie in den unteren Thallustheilen oft gefunden werden, eine sehr deutliche und leicht zu beobachtende, genau concentrische Schichtung aus mehreren, meist 4 bis 6 Schichten. Die Mitte der Körnchen wurde in allen beobachteten Fällen ohne Ausnahme von einem deutlich lichtbrechenden Kern eingenommen. Besonders bei Verwendung starker Oel-Immersionssysteme und starker Blendung des Gesichtsfeldes in dem Mikroskope zeigte sich diese Schichtung recht schön.“

Vorkommen sollen diese Fucosankörnchen nach HANSTEEN wohl bei sämtlichen Braunalgen, da er Vertreter der verschiedensten Gruppen anführt. Obgleich nun, wie weiter unten gezeigt werden wird, Körper von verschiedener Bedeutung mit einander verwechselt worden sind, so unterliegt es doch nach HANSTEEN's Zeichnungen und nach der Beurtheilung der angeführten Pflanzen keinem Zweifel, dass HANSTEEN hauptsächlich die von mir als Physoden bezeichneten Gebilde im Auge hat.

HANSTEEN kommt also zu dem Resultat, dass die betreffenden Gebilde aus festen Körnern mit concentrischer Schichtung bestehen und in chemischer Beziehung ein neues, eigenthümliches Kohlenhydrat, das Fucosan, von der Zusammensetzung $(C_6H_{10}O_5)_n$ darstellen. Es würden mithin die Fucosankörner den Stärkekörnern höherer Pflanzen an die Seite zu stellen sein.

Ich dagegen habe mich über dieselben Gebilde IX. H. 6 dahin geäußert, dass sie als leicht transportable Behälter wichtiger Baustoffe aufzufassen sind, welche bei den meisten braunen Algen (excl. *Laminaria*) Phloroglucin resp. ein Derivat dieses Körpers in wechselnder Menge gemischt mit anderen Substanzen enthalten, und dass dem Inhalt dieser Behälter, zumal bei den Braunalgen, die Fähigkeit zukommt, amöboide Bewegungen auszuführen.

Was insbesondere *Fucus* anbetrifft, woran HANSTEEN seine hauptsächlichsten Untersuchungen gemacht hat, so enthalten gerade bei diesem die Physoden, also die Fucosankörner HANSTEEN's reichliche Mengen von Phloroglucin.

Es soll hier versucht werden, die rein morphologischen Verhältnisse klarzustellen, was deshalb nothwendig erscheint, weil HANSTEEN die in dieser Richtung bereits vorliegenden Angaben von SCHMITZ und BERTHOLD missverstanden zu haben scheint und morphologisch und physiologisch verschiedene Inhaltskörper gewisser brauner Algen als identisch betrachtet.

Es finden sich bei einer Anzahl brauner Algen, wie bereits SCHMITZ, BERTHOLD und KUCKUCK angeben, zweierlei farblose Inhaltskörper, nämlich den Chromatophoren äusserlich entweder bei birnförmiger Gestalt mit einem Spitzchen oder bei kugeligem Gestalt mit einem kleinen Theil der Peripherie anhaftende, feste Gebilde, welche

sich in normalem Zustande wohl kaum von den Chromatophoren lösen. Diese zuerst von SCHMITZ als Phäophyceenstärke, IV. p. 155, dann von BERTHOLD als glänzend weisse, aus eiweissartigen Substanzen bestehende Gebilde, VII, p. 57, und schliesslich von KUCKUCK als Pyrenoide, VIII, bezeichneten festen Körperchen finden sich nur bei einer beschränkten Anzahl der Braunalgen (s. BERTHOLD VII, p. 57), z. B. bei *Ectocarpus*, *Giraudia*, *Halothrix*, *Asperococcus* etc. Sie fehlen dagegen bei *Fucus*, *Sphacelaria* etc. Ich werde sie der Kürze halber mit dem ihnen zuerst beigelegten Namen Phäophyceenstärke bezeichnen. Ihre chemische Zusammensetzung ist mir nicht bekannt. Sie zeigen weder die üblichen Eiweiss-, noch Stärke- oder sonstige Kohlenhydratreactionen.

Von diesen festen Körperchen vollständig verschieden sind die wohl bei allen Pflanzen vorkommenden, mit flüssigem Inhalt versehenen, meist stärker lichtbrechenden Gebilde, welche bei allen braunen Algen vorhanden sind und bei diesen durch ihre verhältnissmässig bedeutende Grösse dem Beobachter sofort in die Augen fallen. SCHMITZ bezeichnet bei den braunen Algen diese Gebilde als hyaline Tröpfchen, BERTHOLD in seiner letzten diesbezüglichen Angabe als Gerbstofftropfen, während sie in früheren Angaben anderer Forscher als Oeltropfen angesehen wurden. Ich habe dieselben als Zellorgane, Physoden, beschrieben.

Auf den Unterschied dieser verschiedenen Körper macht zuerst SCHMITZ aufmerksam und schreibt darüber IV. p. 155 Anm.:

„Die Körner der Phäophyceenstärke sind wohl zu unterscheiden von den mattglänzenden, hyalinen Tröpfchen, welche im Protoplasma der meisten Phäophyceen in mehr oder minder grosser Menge vorhanden sind. . .“ und V. p. 60 Anm. „Betreffs der Körner der Phäophyceenstärke aber sei hier noch einmal ausdrücklich darauf aufmerksam gemacht, dass dieselben wohl zu unterscheiden sind von den farblosen, leicht löslichen Tröpfchen, welche in den Zellen der braunen Algen so sehr verbreitet sind. . .“

BERTHOLD bespricht diese Verhältnisse in seiner Protoplasma-mechanik p. 56 und 57 etwas ausführlicher. Was die Physoden, also die mattglänzenden, hyalinen Tröpfchen SCHMITZ's anbetrifft, so schreibt er B. VII, p. 56 darüber: „Auch die Phäosporeen führen ebenfalls zahlreiche Tröpfchen einer Gerbstofflösung im Plasmakörper neben einem gerbstofffreien, grossen Safttraum. . .“ p. 57. „Diese Gerbstofflösungen scheinen ganz allgemein bei den braunen Algen vorzukommen.“

In einer seiner früheren Arbeiten III. p. 700 hielt BERTHOLD diese Gebilde für helle, kugelige Körper proteïnartiger Natur.

Ueber die SCHMITZ'sche Phäophyceenstärke äussert sich BERTHOLD VII, p. 57 unter anderem folgendermassen: „Die betreffenden glänzend

weissen Gebilde sitzen¹⁾ nur einzeln oder zu mehreren (z. B. bei den gestreckten Farbkörpern) mit einem kurzen Spitzchen seitlich an. Ich konnte sie im Jahre 1880 bei *Asperococcus bullosus*, *Giraudia*, *Castagnea*, *Leathesia umbellata*, *Elachista stellaris*, *Nereia Montagnei*, *Arthrocladia*, *Ectocarpus siliculosus*, *abbreviatus* und *pusillus* nachweisen, vermisste sie dagegen bei *Sporochmus*, *Chaetopteris*, *Halopteris*, *Sphacelaria tribuloides*, *Cutleria* und den *Dictyotaceen*.

Sie bestehen aus eiweissartigen Substanzen, nicht aus Stärke, lösen sich beim Abtöden der Algen mit destillirtem Wasser leicht und sofort auf, sind durch Jod, Alkohol, Osmiumsäure coagulirbar, lösen sich nachträglich aber noch leicht in schwacher Ammoniaklösung. . . .“

KUCKUCK schliesslich bezeichnet VIII. p. 130 die Phäophyceenstärke als Pyrenoide, und über die Physoden schreibt er: „Leicht mit den Pyrenoiden zu verwechseln sind traubenförmige, im Protoplasma unregelmässig zerstreute Körper, besonders wenn sie sich den Chromatophoren anlegen. . . .“

HANSTEEN sind nun diese bereits festgestellten Thatsachen entgegen. In Folge dessen bezieht er die Angaben von SCHMITZ und BERTHOLD, gleichviel ob diese Autoren damit die Physoden oder die Phäophyceenstärke charakterisiren wollen, auf seine Fucosankörner.

So sollen die Fucosankörner mit der Phäophyceenstärke von SCHMITZ identisch sein (I, p. 346), andererseits aber auch „unzweifelhaft“ mit den „kugeligen hellen Körpern proteinartiger Natur“ BERTHOLD's oder den fettähnlichen Tropfen von REINKE II, p. 328 und SCHIMPER VI, p. 38, unter welcher Bezeichnung diese Autoren die Physoden erwähnen. Auch die von H. erwähnten Abbildungen in REINKE's „Atlas deutscher Meeresalgen“ zeigen auf den betreffenden Tafeln fast ausschliesslich Physoden in meinem Sinne, nach H. aber sind die dort gezeichneten farblosen Gebilde „unzweifelhaft Fucosankörner.“

Dagegen beziehen sich die aus BERTHOLD's Protoplasmamechanik entnommenen Stellen „die betreffenden glänzend weissen Gebilde bestehen aus eiweissartigen Substanzen . . .“, wovon H. glaubt sie auf seine Fucosankörner beziehen zu müssen, wieder auf die SCHMITZ'sche Phäophyceenstärke, was auch BERTHOLD besonders hervorhebt.

Aus welchem Grunde wohl H. bei der Citation dieser BERTHOLD'schen Angaben die Satztheile, welche oben durch den Druck hervorgehoben sind und in welchen geschrieben steht, dass die glänzend weissen Gebilde (SCHMITZ'sche Phäophyceenstärke) den Farbkörpern mit einem kurzen Spitzchen seitlich ansitzen und dass diese

1) Der Theil des Citates, welcher durch den Druck hervorgehoben worden ist, ist von HANSTEEN unberücksichtigt geblieben; s. u.

Gebilde bei *Chaetopteris*, *Sphacelaria*, *Dictyota* etc. fehlen, einfach weglässt? Hier hätte doch H. auffallen müssen, dass BERTHOLD an dieser Stelle von anderen Körpern, als den vermeintlichen Fucosankörnern spricht, welche ja nach H. bei *Sphacelaria*, *Chaetopteris*, *Dictyota* etc. ebenfalls in „grossen Mengen“ vorkommen sollen.

BERTHOLD bespricht diejenigen Gebilde, welche bei allen braunen Algen in „grossen Mengen“ vorkommen und welche dem von H. als Fucosan bezeichneten Körper entsprechen auf der vorhergehenden Seite (p. 56) und kommt zu dem Schluss, dass es Gerbstofftropfen seien, welche „ganz allgemein“ bei den Braunalgen vorkommen. Letztere Körper sind identisch mit den Physoden.

Dass H. thatsächlich nur die Physoden und nicht etwa die von SCHMITZ als Phäophyceenstärke bezeichneten Gebilde im Auge hat, geht unzweifelhaft daraus hervor, dass er seine hauptsächlichsten Untersuchungen an *Fucus serratus* ausgeführt hat, bei welchem aber nur Physoden und keine der Phäophyceenstärke vergleichbaren Gebilde vorkommen. Dasselbe gilt für die Sphacelariaceen u. a. m.

Aus dem Mitgetheilten wird ersichtlich sein, dass H. die Angaben der erwähnten Forscher theilweise missverstanden hat und dass er die Gebilde, welche von allen bisherigen Beobachtern für flüssig gehalten wurden, als feste, concentrisch geschichtete Körner angesehen hat.

Ich habe inzwischen gezeigt, dass diese vermeintlichen Fucosankörner zum Theil recht lebhafter amöboider Formveränderungen fähig sind, und muss ich mich durchaus derjenigen Ansicht anschliessen, welche die fraglichen Gebilde für mehr oder weniger flüssig hält.

Bei eingehenderen Beobachtungen kann man auch bei den Fucaceen oft sehr schön die häufigen Form- und Ortsveränderungen der Physoden beobachten. Besonders in den Hyphenzellen treten die charakteristischen Erscheinungen leicht hervor, während in den Parenchymzellen allerdings die amöboidartigen Veränderungen der Physoden nicht so häufig gefunden werden.

Die vermeintliche „genaue concentrische“ Schichtung vermag ich nur für eine optische Täuschung zu halten, denn die im Inneren mancher Physoden auftretenden Differenzirungen habe ich nie concentrisch geschichtet gefunden.

Was die Ansicht HANSTEEN's, „dass die Fucosankörner den Plasmaströmen folgen“ anbetrifft, so kann ich mich derselben ebenfalls nicht anschliessen, denn die Erscheinung, die wir Protoplasmaströmung zu nennen pflegen, ist bei den braunen Algen gar nicht vorhanden, sondern den Zellen der Fucaceen liegt, ähnlich wie ich es bereits für *Giraudia*, X, beschrieben, und wie ich es bei meinen weiteren Studien an den verschiedensten Pflanzenzellen gefunden habe, ein System sehr zarter Lamellen zu Grunde. Diese Lamellen, welche in ihrer Bedeutung dem Protoplasma entsprechen (ich hoffe auf diese Ver-

hältnisse an anderer Stelle zurückkommen zu können), durchsetzen die Zelle schaumförmig. Bei den Fucaceen verändern die Lamellen ihre gegenseitige Lage so wenig, dass man ruhig sagen kann, dass den Fucaceenzellen zu Grunde liegende Lamellensystem (Plasma) befindet sich in Ruhe. Ein Aneinanderhingeleiten der einzelnen Lamellen, wie wir es in *Tradescantia*-Haaren etc. finden und wodurch eine „fliessende“ Bewegung des ganzen Lamellensystemes zu Stande kommt (sogenannte Protoplasmaströmung) findet sich bei den Fucaceen nicht.

Dagegen gleiten auch bei diesen die Physoden in dem ruhenden Lamellensysteme umher, wobei sie ihre Form sehr häufig ändern, so dass es oftmals den Anschein hat, als ob ein kleines amöbenartiges Wesen in den Lamellen umherkröche.

Dass die Physoden sich oft in der Nähe des Kernes befinden, dürfte nicht zufällig sein, sondern dieser Erscheinung wird eine wichtige Beziehung des Kernes zu den Physoden und dem Lamellensystem zu Grunde liegen.

Rein morphologisch betrachtet kann ich also die fraglichen Körper nur ansehen als bläschenartige, mit mehr oder weniger flüssigen Substanzen angefüllte Gebilde, welchen ein eigenes Bewegungsvermögen zukommt, und kann sie nicht betrachten als feste, concentrisch geschichtete Körnchen, welche willenlos von Protoplasmaströmen umhergeführt werden.

Ebensowenig kann ich leider auch dem chemischen Theile von HANSTEEN's Arbeit zustimmen. Da ich jedoch das mikrochemische Verhalten der Physoden in einer dem Druck bereits übergebenen Abhandlung näher beschrieben habe, möchte ich an dieser Stelle nur einige Bedenken gegen das Makrochemische HANSTEEN's äussern.

HANSTEEN behandelte behufs makrochemischer Untersuchung 3 kg fein zerhackte Thallustheile 72 Stunden lang bei einer Temperatur von 75° mit destillirtem Wasser. Das Filtrat, welches HANSTEEN durch Behandlung mit Bleiacetatlösung entfärbt hatte, säuerte HANSTEEN mit Salzsäure an, fällte mit Alkohol, filtrirte von dem entstandenen Niederschlage ab und fällte das neue Filtrat schliesslich mit Aether.

Einen anderen Theil des ursprünglichen Filtrates fällt HANSTEEN einfach, nach Ansäuerung mit Essigsäure mittelst Alkohol-Aether.

In beiden Fällen glaubt nun HANSTEEN sein Fucosan in einer zur Elementaranalyse geeigneten Reinheit gewonnen zu haben und berechnet aus den Elementaranalysen die Formel $(C_6 H_{10} O_6)_n$.

Wenn ich nun auch gerne annehme, dass HANSTEEN thatsächlich mit einem Kohlenhydrate operirt hat, so glaube ich doch, dass für Aufstellung eines „neuen, eigenthümlichen“ Kohlenhydrates weitere und kritischere Untersuchungen, als HANSTEEN angeführt hat, nöthig sind.

Aber, was ich besonders vermisse, ist dies, dass HANSTEEN sich gar nicht die Frage vorgelegt zu haben scheint, ob er wirklich die Substanz

seiner Fucosankörnchen in Händen hatte, als er mit dem Aethernieder-
schlag des wässerigen Fucusextractes experimentirte. Ich bin überzeugt,
dass HANSTEEN seine Elementaranalysen etc. mit einem ganz anderen
Stoffe resp. Stoffgemenge, als mit seinen vermeintlichen Fucosankörnern,
ausgeführt hat. Dass HANSTEEN aus *Fucus*, welcher so stark schleim-
haltige Membranen besitzt, mittelst des oben angegebenen Extractions-
verfahrens Kohlenhydrate, womöglich eine ganze Series derselben er-
halten musste, ist wohl einleuchtend. Wieviel des Fucosans aber aus
der Membran stammen möge, ist von HANSTEEN gar nicht in Er-
wägung gezogen worden. Die Körper, worauf es ankam, sind voraus-
sichtlich in den Aether gegangen, da sie in demselben leicht löslich sind.

Dass die in den Physoden enthaltenen Phenole beim Kochen mit
Wasser mit gelöst werden, davon habe ich mich seiner Zeit überzeugt,
da ich in dem entfärbten wässerigen Auszuge die Vanillin-Salzsäure-
reaction erhielt. Leider habe ich in Folge anderer Arbeiten den
makrochemischen Theil nicht weiter verfolgt, doch kann ich in diesem
Falle auf Grund meiner mikrochemischen Untersuchungen die Behauptung
aussprechen, dass auch in chemischer Hinsicht HANSTEEN Fehler
unterlaufen sind, und dass in den Physoden der braunen Algen in
erster Linie phenolartige Körper enthalten sind.

-
- I. BARTHOLD HANSTEEN. Studien zur Anatomie und Physiologie
der Fucoideen. PRINGSHEIM's Jahrb. f. wiss. Bot. XXIV, 3.
 - II. J. REINKE. Beiträge zur Kenntniss der Tange. PRINGSHEIM's
Jahrb. f. wiss. Bot. X.
 - III. G. BERTHOLD. Beiträge zur Morphologie und Physiologie der
Meeresalgen. PRINGSHEIM's Jahrb. f. wiss. Bot. XIII.
 - IV. FR. SCHMITZ. Die Chromatophoren der Algen. Bonn 1882.
 - V. FR. SCHMITZ. Beiträge zur Kenntniss der Chromatophoren.
PRINGSHEIM's Jahrb. f. wiss. Bot. XV.
 - VI. A. F. W. SCHIMPER. Untersuchungen über die Chlorophyll-
körper und die ihnen homologen Gebilde. PRINGSHEIM's Jahrb.
f. wiss. Bot. XVI.
 - VII. G. BERTHOLD. Studien über Protoplasma-Mechanik. Leipzig 1886.
 - VIII. P. KUCKUCK. Beiträge zur Kenntniss einiger *Ectocarpus*-Arten
der Kieler Förde. Bot. Centralbl., Jahrgang 1891, Heft 40—44.
 - IX. E. CRATO. Die Physode, ein Organ des Zellenleibes. Ber. d.
deutsch. bot. Ges., Bd. X, Heft 6.
 - X. E. CRATO. Beitrag zur Kenntniss der Protoplasmastructur.
Ber. d. deutsch. bot. Ges., Bd. X, Heft 8.
- Kiel, Botanisches Institut der Universität.
-

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1893

Band/Volume: [11](#)

Autor(en)/Author(s): Crato Ernst

Artikel/Article: [Ueber die Hansteen'schen Fucosankörner. 235-241](#)