

#### 4. Einar Naumann: Über einige besonders auffallende Hochproduktionen aus Nanoplankton im Süßwasser.

(XXII. Mitteilung aus dem Limnologischen Laboratorium Aneboda b. Lamhult,<sup>1)</sup> Schweden.)

(Mit 7 Abbildungen im Text.)

(Eingegangen am 8. Januar 1919.)

Als KOLKWITZ vor einigen Jahren die Technik der Kammer in die Planktologie einfuhrte, bedeutete dies gewiß rein prinzipiell einen großen Fortschritt. So tief sind allerdings die alten Vorstellungen über die Produktionsverhältnisse des Süßwassers

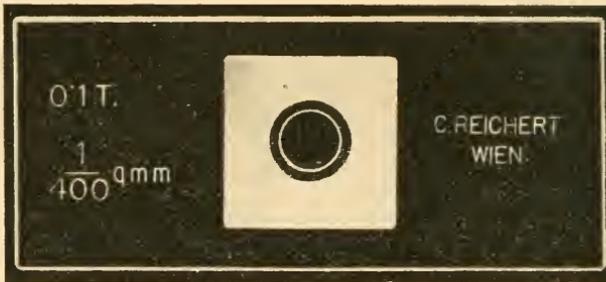


Abb. 1. Hämocytometer nach THOMA. Schattenbild in natürlicher Größe auf Gaslichtpapier.

gewurzelt, daß bisweilen auch jetzt sogar die Möglichkeit einer Assoziationsanalyse auf derartigem Grund in Zweifel gestellt wird<sup>2)</sup>. Es läßt sich aber nicht verleugnen, daß tatsächlich die Untersuchungen KOLKWITZ' ebenso wie die einiger anderen Forscher tatsächlich in ausgedehnter Weise den Beweis für die fast unerwartet vielseitige Brauchbarkeit dieser Methode auf dem Gebiet

1) Die XXI. Mitteilung erscheint im Archiv f. Hydrobiologie, Stuttgart 1919.

2) So findet z. B. V. BREHM in seinen „Problemen der modernen Planktonforschung“ (EGER 1914—1916?), daß er sehr wohl in diesem Zusammenhang von einer Darstellung der Kammermethode absehen kann. Man vermißt aber doch in dieser Darstellung überhaupt jede Behandlung der produktionsbiologischen Fragen, obgleich ja dieselben gewiß einen sehr wichtigen Teil eben der Probleme der modernen Planktonforschung repräsentieren!

der Süßwasserforschung geliefert haben. Wie jede andere Methode kann allerdings die Kammertechnik selbstverständlich nicht als eine universelle bezeichnet werden. Sie ist aber unter allen Umständen als eine vorzügliche, bisweilen auch an und für sich als allein hinreichend leistungsfähige Methode der Phytoplanktologie zu bezeichnen.

Die Untersuchungen der letzteren Jahre auf diesem Gebiet haben indessen gezeigt, daß die Produktion an Nanoplankton in kleineren Wasseransammlungen bisweilen eine derartige Höhe erreicht, daß die Kammer unter solchen Umständen kaum mit Vorteil gebraucht werden kann — also in derartigen Fällen nicht

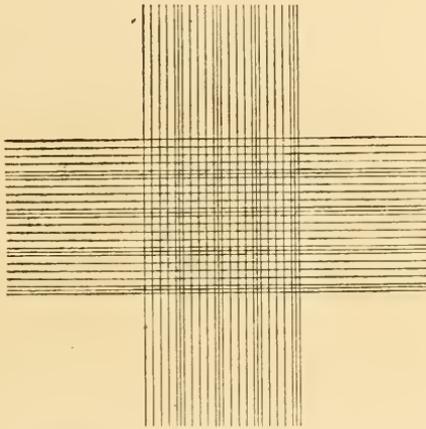


Abb. 2. Netzteilung nach THOMA. Vergr. = 20 mal.

etwa wegen einer Armut an Nanoplankton, sondern vielmehr wegen des fast paradoxalen Reichtums der eingetretenen Hochproduktion. Selbstverständlich handelt es sich dann um vegetationsfärbende Hochproduktionen in den kleinsten Wasseransammlungen, deren Voraussetzungen gewiß stets in einem übermäßig gesteigerten Gehalt vor allem an stickstoffhaltigen Abbauprodukten der organischen Substanz zu suchen sind. Sie können gewissermaßen auch als „Überproduktionen“ bezeichnet werden. Im Folgenden seien hierzu einige Beispiele mitgeteilt, die ich deshalb hier zusammenstelle, um auf diese in verschiedenen Hinsichten gewiß sehr interessanten Produktionen hinzuweisen und damit auch ihr weiteres Studium anzuregen. Sie sind auch aller Wahrscheinlichkeit nach in der freien Natur weit allgemeiner

vertreten, als dies aus der einschlägigen Literatur hervorzugehen scheint.

KOLKWITZ beschrieb als der erste eine derartige, vom Standpunkt der damaligen Nanoplanktologie als ganz kolossal zu bezeichnende Hochproduktion. Es handelte sich nämlich in jenem Fall<sup>1)</sup> um eine vegetationsfärbende *Chlorella*-Produktion von einer Frequenz auf ca. 1 000 000 pro cbcm. KOLKWITZ teilt allerdings hierbei nicht mit, in welcher Weise die betreffende Produktion festgestellt wurde<sup>2)</sup>, bemerkt aber in der angeführten Arbeit einleitend: „Waren ungewöhnlich viele Organismen vorhanden, — —, so wurde eine Kapillare von etwa 1 cbmm Inhalt in das Wasser geworfen und die Menge der in ihr enthaltenen Organismen ermittelt. Gelegentlich wurden auch Objektträger von 1/10 und 1/20 ccm Inhalt von der Art der THOMAschen Blutkörperchenzählapparate angewendet.“ Übrigens hat auch KOLKWITZ später für derartige Aufgaben eine besondere „Tropfenkammer“ konstruiert<sup>3)</sup>. Nach meinen Erfahrungen dürfte man aber bei allen derartigen Aufgaben schon mit einer gewöhnlichen Zählkammer von dem Typus des Häemocytometers als Universalmethode gut auskommen können. Dieser Apparat besitzt auch den Vorteil, von allen größeren optischen Werkstätten ohne weiteres bezogen werden zu können. Für meinen Teil habe ich denselben stets in der Ausführung nach THOMA gebraucht. Betreffs die allgemeine Konstruktion dieser Apparate (vergl. Abb. 1) dürfte ich mich auf den Hinweis auf die Preislisten der optischen Werkstätten beschränken können. Die Kammer nach THOMA besitzt eine Bodenfläche in Übereinstimmung mit vorstehender Abb. 2. Da jeder von den 400 kleinsten Quadraten eine Fläche von 0,0025 mm<sup>2</sup> entspricht, so ergibt sich ja hieraus, daß die gesamte feinkarierte Bodenfläche genau ein qmm ausmacht. Die Höhe der Kammer beträgt 0,1 mm, die Volumina sind somit bezw. 0,000 25 oder 1/4000 und 1/10 mm<sup>3</sup>. Die unter Anwendung dieser Zählapparatur analysierten Produktionen, welche ich im Folgenden etwas näher auseinanderzusetzen beabsichtige, werde ich dabei

1) S. die Arbeit: Die Beziehungen des Kleinplanktons zum Chemismus der Gewässer. — Mitt. aus der Kgl. Prüf.-Anstalt für Wasser und Abwasser. Berlin 1911.

2) Wie ich später vom Autor erfahren habe, handelt es sich um eine Analyse des „Kapillarplanktons“. — Dieser Begriff dürfte technisch dem des „Netz“- und „Kammer“-planktons bei Seite gestellt werden können.

3) Vgl. diese Berichte Bd. XXIX, 1911, S. 388 usw.

auch als für den qmm geltende Assoziationsbilder darstellen, und zwar einer Höhe von  $\frac{1}{10}$  mm entsprechend<sup>1)</sup>.

Die erste diesbezügliche Hochproduktion, die ich beobachtete, trat in einem kleinen Freiluftbassin des hiesigen Botanischen Gartens als die Ursache einer intensiv grünen Vegetationsfärbung auf und zwar im Monat Mai des Jahres 1912. Es war dies eine ebenso plankton- wie speziesreine Produktion von *Ankistrodesmus falcatus* var. *spirilliformis*. Sie erreichte (am 18. 5. 1912) eine Höhe von nicht weniger als etwa 8 bis 12 000 000 Zellen pro cbcm. Das Assoziationsbild unter einer Fläche von 1 qmm bzw. unter einer Wassertiefe von  $\frac{1}{10}$  mm kann deshalb etwa wie die beigegebene Abb. 3 skizziert werden.

Schon diese Produktion steigt, wie ersichtlich, weit über alle bis dahin bekannten Produktionszahlen. Ich glaubte aber damals, so etwas könnte nur als seltener Ausnahmefall bezeichnet werden, und daß folglich auch der Blutkörperzählapparat nur überhaupt ganz zufälligerweise und gelegentlich in der Planktologie gebraucht werden könnte. Spätere Erfahrungen, die ich erst während der letzteren Jahren in Zusammenhang mit meinen bei der Fischereiversuchsstation Aneboda durchgeführten experimentellen Untersuchungen<sup>2)</sup> über den Effekt verschiedener Düng- und Abfallstoffe auf die Biologie des Wassers gemacht habe, zeigten mir aber, daß derartige Hochproduktionen in kleineren Wasseransammlungen<sup>3)</sup>, wo die Konzentration der einen partiellen Heterotrophismus begünstigenden Nährstoffe selbstverständlich leicht genug sehr hohe Werte erreichen kann, tatsächlich sehr oft eintreten. Produktionen bis auf 10 000 000 pro ccm von *Chloellen* und von anderen der kleinsten Grünalgen sind z. B. unter derartigen Umständen nicht selten<sup>4)</sup>. Ich habe eine derartige Assoziation in

1) Vgl. hierzu meinen Aufsatz über die bildliche Darstellung des Kammerplanktons (nebst ergänzenden Bemerkungen), im Archiv f. Hydrobiologie 1919 erschienen.

2) Ein erster Teil dieser Untersuchungen wurde in den Schriften des Fischereivereins f. Südschweden, Lund 1917 (schwedisch mit deutschem Resumé) publiziert.

3) Als Versuchsfeld wurden sowohl größere Fischteiche wie (vor allem) kleinere Freiluft-Bassins gebraucht. Die letzteren wurden einfach aus halbierten Ölfässern dargestellt, was sich als ebenso zweckmäßig als preisbillig gezeigt hat. — Näheres hierüber in dem oben angeführten Aufsatz aus dem Jahre 1917.

4) Bei diesen Produktionen waren auch eine Reihe erst hierbei entdeckter Algen beteiligt, die ich unter den neuen Gattungen bzw. Sektionen *Brachionococcus*, *Siderocelis* und *Nanochloris* eingereiht habe. Betreffs ihrer Diagnose vergl. man Arkiv för Botanik. Stockholm 1919.

Abb. 5 schematisch abgebildet. — Ebenso verhalten sich die kleinen *Scenedesmus* (von dem Typus *Dactylococcus infusum* Näg.), welche in derartigen Gewässern sehr oft in Hochproduktion treten. Als Maximum dieser Entwicklung habe ich mehrmals Produktionen von ca. 8 000 000 pro ccm ermittelt; vergl. Abb. 4.

Hochproduktionen, wie die oben angeführten, habe ich während der letzten Jahre oftmals beobachtet. Hiermit ist aber noch nicht das mir bekannte Maximum erreicht. Als solches habe ich z. Z.

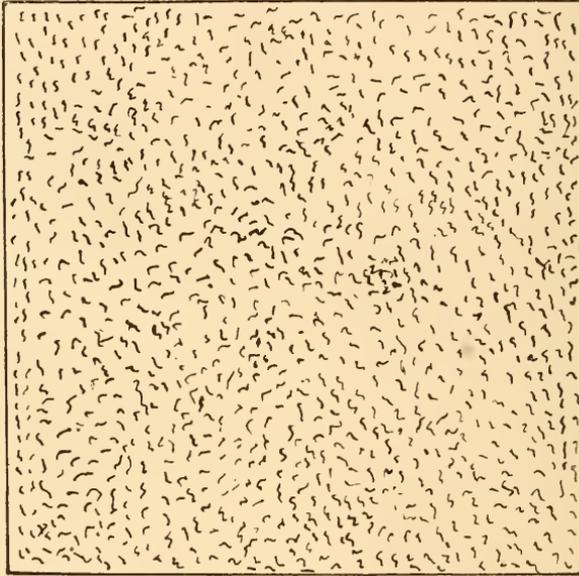


Abb. 3. Vegetationsfärbende Reinassoziation aus *Ankistrodesmus falcatus* var. *spirilliformis* unter einer Produktionstiefe von  $\frac{1}{10}$  mm dargestellt. Frequenz ca. 10 000 000 pro ccm.

eine Entwicklung von nicht weniger als 40 000 000 grüner Algenzellen von ca.  $5 \mu$  Größe pro ccm registriert. Eine Bestimmung kann aber in diesem Falle nicht geliefert werden, da die betreffende Assoziaton (die ich nur einmal aus einem kleinen Freiluftbassin mit reichlichen Mengen verwesenden Pflanzenmaterials in einem elektrolytenreichen Wasser beobachtete) jede Möglichkeit zu einer Bestimmung ohne Kultur (was mir damals die Zeit nicht zuließ) entbehrten. — Dies ist somit nunmehr als das bisherige Maximum zu bezeichnen. Wahrscheinlich wird es in Zukunft bald überschritten. Es gibt ja tatsächlich noch Raum für mehrere.

Erinnern wir uns doch, daß z. B. das Blut des Menschen nicht weniger als 5 000 000 000 Erythrocyten pro ccm aufzuweisen hat. — Das hier besprochene Maximum stellt aber bisher eine Ausnahme dar. Ich verzichte auch deshalb hier auf eine bildliche Darstellung desselben und werde im Folgenden auch meine Auseinandersetzungen nur an derartigen oftmals beobachteten Hochproduktionen wie die mit einem Maximum auf höchstens 10 000 000 Zellen pro ccm anknüpfen.

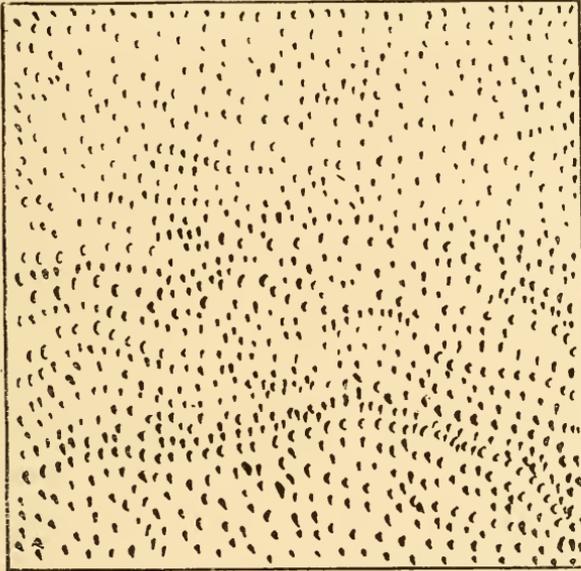


Abb. 4. Vegetationsfärbende Reinassoziation aus *Dactylococcus infusionum*, unter einer Produktionstiefe von  $\frac{1}{10}$  mm dargestellt. Frequenz ca. 8 000 000 pre ccm.

Die angeführten Produktionen erreichen ja eine so gewaltige Höhe, daß sie z. T. sogar das „theoretische Maximum“<sup>1)</sup> der ccm-Kammer überschreiten — d. h. eine Analyse des auf der Bodenscheibe sedimentierten Materials läßt sich wegen der großen Anzahl der sedimentierten Körper nicht durchführen. Hier muß deshalb ein anderer Kammertypus — und zwar von einer geringeren Sedimentierhöhe — angezogen werden, wobei ein derartiges „Maximum“ wegen der verkleinerten Produktionstiefe nicht zu befürchten ist. — Selbstverständlich entspricht das „theoretische

1) Dieser Begriff wurde von mir in den Botaniska Notiser, Lund 1914, S. 43—47, 89—92 aufgestellt und näher ausgeführt.

Maximum“ eben einer durchgeführten Kontaktlage der auf die Bodenscheibe sedimentierten Algenzellen.<sup>1)</sup> Daß aber ein „Maximum“ beim Gebrauch der ccm-Methode in der Praxis weit früher eintreten muß, ist ebenso selbstverständlich. Theoretisch sollte man z. B. noch mit etwa 10 000—40 000 Chlorellen (je nach Größe) pro qmm arbeiten können (was ja in ccm-Produktion für die Kammer nach KOLKWITZ das 380fache oder

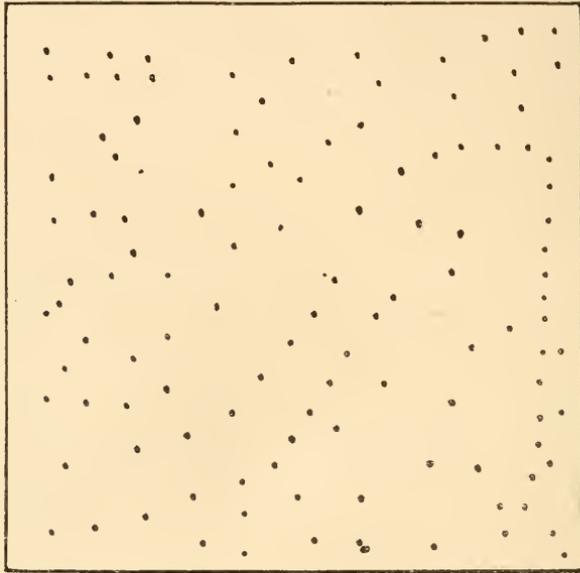


Abb. 5. Das bisherige Produktionsmaximum kleinster Wassersammlungen: Eine vegetationsfärbende *Chlorellen*-Assoziation der Frequenz ca. 1 000 000 Zellen pro ccm. Nach R. KOLKWITZ 1911. — Unter einer Produktionstiefe von  $\frac{1}{10}$  mm dargestellt.

4 000 000—17 000 000 entspricht<sup>2)</sup>, in der Praxis aber (wegen der durch kleinste Unregelmäßigkeiten bei der Sedimentation hervorgerufenen Lageverhältnisse der Algenzellen) wohl kaum mit der Hälfte. Aber schon ehe derartige Produktionen erreicht worden sind, dürfte es sowohl im Interesse der Exaktheit der Rechnung wie auch im Interesse der übersichtlichen Auffassung des Assoziationsbildes angezeigt sein, zum Arbeiten mit

1) Eine tabellarische Darstellung dieser Verhältnisse findet man l. c. 1914 publiziert.

2) S. hierzu näher die Zusammenstellung in den Bot. Notiser 1914, S. 43—47, 89—92.

seichteren Kammern überzugehen. Es ist somit sowohl ein statistisches wie ein biologisches Kriterium, das die Anwendbarkeitsgrenzen der verschiedenen Kammertypen zu regeln hat.

Die Assoziationsbilder, welche derartigen Hochproduktionen entsprechen, müssen selbstverständlich eine sehr dichte Besetzung zeigen. Im Interesse der Übersichtlichkeit dürfte es sich aber empfehlen, überhaupt nur mit einer sehr beschränkten Zahl von

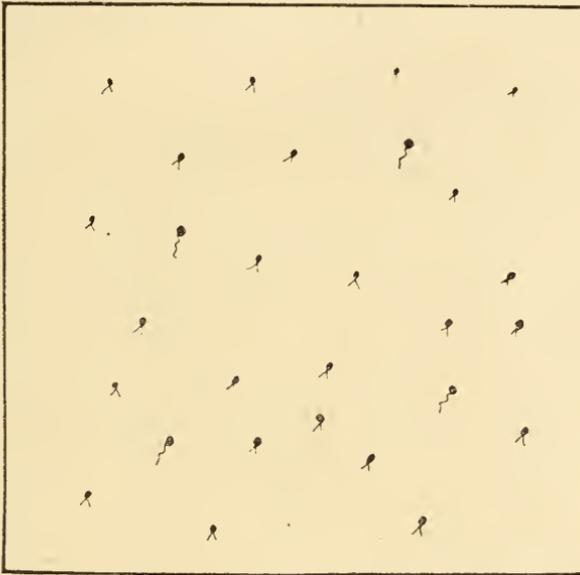


Abb. 6. Das bisherige Produktionsmaximum größerer Teiche: Eine vegetationsfärbende Mischassoziation von *Chlamydomonas* und *Trachelomonas volvorina* der Frequenz ca. 280 000 pro ccm. Nach E. NAUMANN 1913. — Unter einer Produktionstiefe von  $\frac{1}{10}$  mm dargestellt.

Produktionstypen zu arbeiten. Es wäre demgemäß meiner Ansicht nach gerade unzumutbar, für Hochproduktionen wie die angeführten noch einen Typus — selbstverständlich einem verkleinerten Sedimentierteiche entsprechend — einzuführen.

Zwar wird die Zeichnung dieser dichtbesetzten Assoziationsbilder nicht immer so einfach; der hierauf verwandten Arbeit entspricht aber ein Gewinn an Übersichtlichkeit und Klarheit des Gesamtmaterials, der für die Untersuchungen auf dem Gebiete der komparativen Nanoplanktologie kaum hoch genug eingeschätzt werden kann. Ich möchte deshalb vorschlagen, auch für die höchsten der

Hochproduktionen die Produktionstiefe auf  $\frac{1}{10}$  mm zu setzen<sup>1)</sup>. Wir haben somit eigentlich nur mit drei Produktionstypen zu rechnen: mit den genannten, weiter mit dem Typus 1 mm, welchen ich für mehr gemäßigte Hochproduktionen brauche, und endlich mit dem von 1 m, der ja nur für sehr geringfügige Produktionen in Frage kommen kann. — Wahrscheinlich wird sich diese quanti-

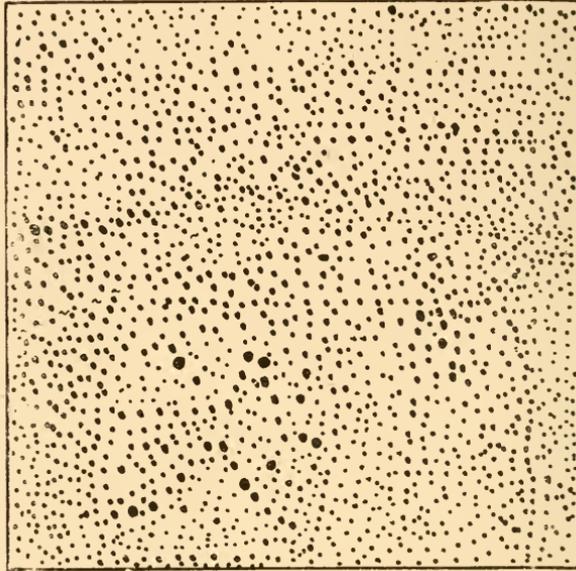


Abb. 7. Vegetationsfärbende Assoziation von verschiedenen *Chlorellen* aus den Freiluftbassins Anebodas. Frequenz ca. 10 000 000 pro ccm. Stellt ein mehrmals beobachtetes Produktionsmaximum dar. — Wie gewöhnlich unter einer Produktionstiefe von  $\frac{1}{20}$  mm dargestellt. (Größe der Algen in Abb. 3—7 im Verhältnis zu Sedimentierfläche etwas übergetrieben.)

tative Darstellungsmethode auch für wasserbakteriologische Arbeiten gut eignen. Es ist wohl dabei zu erwarten, daß der einer Pro-

1) Selbstverständlich kann man auch für die bildliche Darstellung von einem „Maximum“ sprechen. Es läßt sich dies auch sehr einfach aus meiner Tabelle in *Botan. Notiser* 1914 S. 91 erblicken. So kann man ja z. B. bei einer Vergrößerung von 100mal theoretisch auf der Produktionsfläche à 1 qmm etwa 10 000—40 000 *Chlorellen* einzeichnen; in der Praxis selbstverständlich weniger. Dies entspricht für die THOMAKammer-Darstellung einer ccm-Produktion von 100 000 000—400 000 000. Ein „Maximum“ der bildlichen Darstellung unter einer Produktionstiefe von  $\frac{1}{10}$  mm scheint somit kaum wahrscheinlich.

duktionstiefe von  $\frac{1}{10}$  mm entsprechende Typus sich vor allem in hoch saprobilisierten Gewässern bewähren muß. Ich gedenke, über diese Fragen später einige neue Gesichtspunkte zur Diskussion vorzulegen.

Hochproduktionen — oder besser Überproduktionen —, wie die im Vorigen angeführten, sind tatsächlich ziemlich oft zu beobachten. Vor allem sind sie allerdings gerade als ein Charakteristikum derartiger Kleingewässer anzuführen, welche eine Zufuhr von stickstoffreichen animalischen Abbauprodukten (in meinen Versuchen z. B. Fisch- und Fleischmehl, Harn usw.) erhalten. Ökologisch sind sie dem Typus  $\beta$ -m einzureihen. Eine rein mineralische Düngung steht aber nach meinen Erfahrungen hierfür sehr weit zurück, ebenso wie die Düngung mit Pflanzenmaterial allein in elektrolytenarmen Gewässern. Die Kombination Pflanzenmaterial + Mineraldüngung gibt aber oft gute Ergebnisse, was wohl wahrscheinlich auf Bakterieneinwirkung zurückzuführen ist. Von den Mistarten steht als produktionsfördernd der Schweinemist an der Spitze; Pferde- und Viehmist können aber als sehr schlecht bezeichnet werden. Betreffs näherer Einzelheiten bezw. über die Bedeutung dieser Verhältnisse für die Praxis der Teichwirtschaft verweise ich auf meine älteren Publikationen (u. a. l. c. 1917), wo ein Teil dieser Fragen mehr ausführlich behandelt ist.

Produktionen, wie die von mir hier exemplifizierten, sind somit tatsächlich gar nichts Seltenes. Sie dürften vielmehr überhaupt recht allgemein in kleineren Wassersammlungen auftreten, sei es, daß dieselbe ihre Anreicherung an für die Algen und Flagellaten ausnutzbare Nährstoffe schon unter natürlichen Verhältnissen erreichen können oder erst kulturellen Einflüssen verdanken. In etwas größeren Wassersammlungen, wie etwa in Teichen, dürften aber derartige Produktionen überhaupt nicht eintreten (vgl. hierzu auch Abb. 6). Die Ursache hierzu liegt wahrscheinlich ganz einfach darin, daß die Konzentration an erforderlichen Nährstoffen in größeren Wasserquantitäten das erforderliche Minimum nicht erreicht. Soweit es sich deshalb darum handelt, in der Praxis den Effekt durchgeführter Düngungen auf die pelagische Biologie der Teichgewässer abzulesen, dürfte der Phytoplanktologe im allgemeinen mit der Kammertechnik in gewöhnlicher Form gut auskommen können. Dazu wird aber gewiß die Technik des Hämocytometers sich auch in Zukunft bisweilen als ein nützliches Komplement zeigen, und zwar vor allem

in dem noch so wenig bearbeiteten Zweig der experimentellen Forschung, wo gewiß der Bassinversuch etwa nach dem Typus der „Halbfässeremethode“ auch sich stets im Freien als eine notwendige Ergänzung der Arbeiten im Laboratorium bewähren muß.

Lund, Botanisches Institut der Universität, im Dezember 1918.

## 5. F. Boas: Die Bildung löslicher Stärke im elektiven Stickstoff-Stoffwechsel.

(Aus dem botanischen Laboratorium der Akademie Weihenstephan.)

(Ausgeführt mit Unterstützung der bayr. Akademie der Wissenschaften:  
Brunneckstiftung.)

(Eingegangen am 8. Januar 1919.)

Bei einer bestimmten Wasserstoffionenkonzentration bildet *Aspergillus niger* (und andere stark säuernde Pilze) aus zahlreichen Kohlenstoffverbindungen in der Nährlösung lösliche Stärke. Eben deutliche Jodreaktion erhält man z. B. in einer Zucker-Chlorammonlösung (5 % Zucker, 0,5 % Chlorammon), wenn die (H) beträgt

bei Verwendung von Saccharose	$p_H = 2,25$	} Kultur- Temperatur 32,5° C
„ Dextrose	$p_H = 1,85$	
„ Maltose	$p_H = 1,57$	

Ist bei einer Temperatur von 32—33° C diese H-Konzentration in der Nährlösung erreicht, so tritt also gerade eine leichte Bläuung mit Jod ein. Dabei ist zu bemerken, daß die Zahl für Saccharose vielleicht etwas zu sauer ist. *Aspergillus niger* erreicht nun normalerweise, d. h. in Zuckerlösung mit Asparagin, Pepton usw. als N-Quellen im Maximum eine Wasserstoffionenkonzentration in der Nährlösung von  $p_H$  ca. 2,10—2,20. Mit Ausnahme der Saccharose liegen also die zur Bildung löslicher Stärke nötigen Wasserstoffionenkonzentrationen weit außerhalb der im normalen Stoffwechsel erreichbaren Grenzen. Gleichzeitig ist die verschieden gute Eignung der einzelnen Zucker aus den obigen Zahlen zu erkennen. Saccharose wird also stets am brauchbarsten sein. Daß das Auftreten der löslichen Stärke allgemein übersehen wurde, habe ich bereits in mehreren Arbeiten betont. In diesen Arbeiten ist auch der allgemeine Verlauf der Bildung löslicher Stärke dargestellt. (1)

# 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: 1919

Band/Volume: [37](#)

Autor(en)/Author(s): Naumann Einar

Artikel/Article: [Über einige besonders auffallende Hochproduktionen aus Nanoplankton im Süßwasser. 40-50](#)