

- Hertwig, Richard. Über das Wechselverhältnis von Kern und Protoplasma. Ebenda Bd. 19, 1903.
- Über physiologische Degeneration bei *Actinosphaerium Eickhorni*. Festschr. f. Haeckel, 1904.
  - Über den Ursprung des Todes. Vortrag zum Besten des Pettenkoferhauses. Beilage der Allgem. Zeit., Jahrg. 1906.
  - Über neue Probleme der Zellenlehre. Arch. f. Zellforsch., Bd. I, 1908.
- Jennings, H. S. The effect of conjugation in *Paramaccium*. Journ. Exper. Zool., Bd. 14, 1913.
- and Lashley. Biparental inheritance and the question of sexuality in *Paramaccium*. Ebenda Bd. 14.
- Kasanzeff, W. Experimentelle Untersuchungen über *Paramaccium caudatum*. Inaug.-Dissert., Zürich 1901.
- Popoff, M. Depression der Protozoenzelle und der Geschlechtszelle der Metazoen. Arch. f. Protistenk., Bd. I, 1907.
- Experimentelle zytologische Studien. Arch. f. Zellforsch., Bd. I, 1908.
- Woodruff, L. L. Dreitausend und dreihundert Generationen von *Paramaccium* ohne Konjugation oder künstliche Reizung. Biol. Centralbl. Bd. 33, 1913.
- Cell size, nuclear size and the nucleo-cytoplasmic relation during the life of a pedigreed race of *Oxytricha fallax*. Journ. exper. Zool. Bd. 15.

## Beiträge zur Kenntnis des Teichnannoplanktons.

### I. Vorläufige Übersicht einiger Arbeiten an der Fischereiversuchsstation Aneboda in Südschweden in den Jahren 1911—1913.

Von Einar Naumann.

(VII. Mitteilung aus der Biologischen Station zu Aneboda)<sup>1)</sup>.

Die Fischereiversuchsstation Aneboda in Südschweden (Provinz Småland) ist in einer dieser für große Teile Skandinaviens so charakteristischen Hochmoorgegenden gelegen. Das klargelbe bis dunkelbraune Moorwasser — sehr arm an Kalk und im allgemeinen ein ernährungsbiologisches Minimum für das Kleinplankton des Wassers darbietend — gibt der Gegend ihren hydrobiologischen Charakter. Selbstverständlich eignet sich — für unsere Verhältnisse — eine Gegend dieser Natur sehr für experimentelle Untersuchungen über die Vorbedingungen der Produktion des Wassers, denn der Boden ist überall derselbe kalkarme Torfboden<sup>2)</sup> und das Wasser dazu durchaus ebenso arm an den notwendigen Mineralsalzen wie an der *agilen* organischen Substanz, die eine so wichtige Bedingung für das Üppiggedeihen einer Reihe höherer sowie niederer pflanzlichen Organismen darstellt.

Als ich im Sommer 1911 an der Station mit Untersuchungen über die Nahrungsverhältnisse der Planktonentomostraceen ar-

1) Die VI. Mitteilung erschien in Botaniska Notiser, Lund 1914.

2) Über den wasserchemischen Effekt (soweit aus den Kleinplanktonformationen ersichtlich) der verschiedenen Untertypen der Moorböden hoffe ich später näher berichten zu können.

beitete<sup>3)</sup>, hatte ich indessen während längerer Zeit Gelegenheit, eine sehr überraschende Massenentwicklung einer Planktonformation aus *Trachelomonas rotrocina* Ehrenb. in einem der Teiche beobachten zu können. Es schien mir diesmal einerseits sehr bemerkenswert, dass in diesen nährstoffarmen Gewässern eine derartige Kolossalformation von der allerdings ernährungsphysiologisch gar nicht anspruchslosen *Trachelomonas rotrocina* — Kolkwitz und Marsson (1908) führen sie als  $\beta$ -mesosaprob auf — überhaupt eintreten könnte; und andererseits musste es mich noch mehr verwundern, dass diese Formation wenigstens Wochen hindurch in derselben Höhe im Wasser dominierte und demselben eine (nach Aussagen des Fischmeisters) mehrmonatliche Vegetationsfärbung verlieh. Es schienen mir diese Produktionen vielmehr auf das Vorhandensein gewaltiger Nährstoffmengen hinzudeuten.

Die ökologische Erklärung dieser Verhältnisse wurde indessen recht bald gegeben: denn im Jahre 1911 war eben in diesem Teiche ein Fütterungsversuch mit u. a. Fischmehl (zum ersten Male bei der Station) vorgenommen und demgemäß dürfte das Wasser durch den hierbei bedingten Überfluss an agiler organischer Substanz mit dieser Überproduktion der schwach  $\beta$ -mesosaproben *Tr. rotrocina* geantwortet haben (vgl. Naumann, 1911).

Diese Beobachtung aus dem Jahre 1911 veranlasste mich, während des Sommers 1912 eine genaue Untersuchung aller damals angespannten Teiche (ca. 25) betreffs des Kleinplanktons nach den Methoden von Kolkwitz (vgl. l. c. 1911) und Lohmann (vgl. l. c. 1911) zu unternehmen, und zwar verdanke ich dem Anders Jahan Retzius-Fonds der K. Physiogr. Gesellschaft zu Lund eine Unterstützung, wodurch es mir möglich war, einen Teil der erforderlichen Apparatur (die mir damals sonst nicht zur Verfügung stand) selbst anzuschaffen. Obgleich meine Erfahrungen von dem Jahre 1912 einen sehr deutlichen Zusammenhang zwischen Produktion an Kleinplankton (qualitativ wie quantitativ) und dem hauptsächlich durch Fischmehl bedingten Zuschuss zum Wasser an agiler organischer Substanz klarlegten, wünschte ich doch meine Untersuchungen hierüber weiter zu kontrollieren. Im letzten Sommer (1913) habe ich auch — und zwar als Biologe des Fischereivereins für Südschweden — die Möglichkeit gehabt, diese Fragen von neuem durchzuarbeiten und die fast ideale Präzision meiner schon im Jahre 1911 aufgestellten, aber nicht generell ausgeführten Erklärung der Ursachen der höheren Planktonproduktionen gewisser Teiche als einen Effekt der organischen Düngung zu konstatieren. Ich gebe hier unten eine orien-

3) Einige Ergebnisse derselben — und zwar betreffs der ernährungsbiologischen Bedeutung der früher für schwedische Gewässer unbekanntem Nannoplankton-cyclotellen des sommerlichen Seenplanktons — sind in der V. Mitteilung, die in Botaniska Notiser im Jahre 1912 erschien, mitgeteilt.

tierende Übersicht einiger der Ergebnisse meiner diesbezüglichen Untersuchungen, die vielleicht auch ein gewisses Maß allgemeinen biologischen Interesses darbieten können. Hier kann ich vorläufig nur die Problemstellung in großen Zügen geben; der Ausbau hinsichtlich der feineren Analysis dürfte — und muss wegen der Neuheit der Nannoplanktonkunde — noch lange dauern.

Es sei mir indessen gestattet, zuerst in aller Kürze einige Vorbemerkungen aus der ökologischen Literatur als Einleitung anzuführen<sup>4)</sup>. Die Frage betreffs der organischen Ernährung der Pflanzen geht in die 90er Jahre zurück; eine Arbeit in dieser Zeitschrift aus dem Jahre 1897 von Bokorny<sup>5)</sup> — allerdings gewissermaßen nicht die erste auf dem Gebiete — scheint mir indessen besonders wert anzuführen wegen der geistvollen ökologischen Ausblicke, welche im reichen Maße sich in der Arbeit finden und die besonders bemerkenswert sind, weil die allgemeine Durchführung derartiger Gesichtspunkte doch erst in dem 20. Jahrhundert — dank der Arbeiten von Kolkwitz und Marsson — stattgefunden hat. Seit dem Erscheinen von Bokorny's Arbeit ist indessen viel auf diesem Gebiet gearbeitet worden und zwar einerseits im Laboratorium (eine zusammenfassende Darstellung hierüber siehe bei Richter, l. c. 1911), anderseits in der freien Natur, wo Kolkwitz und Marsson für die gesamte moderne Linnobiologie grundlegende Beobachtungen gemacht haben, die zuerst im Jahre 1902 (vgl. l. c.) einleitend übersichtlich zusammengestellt und dann 1908 (vgl. l. c.) zu dem großen saprob-ökologischen System ausgebaut wurden. Es scheinen die vielseitigen Beobachtungen dieser Autoren — und die Versuche im Laboratorium scheinen immer mehr dieselben durchaus zu bestätigen — darin übereinzustimmen, dass die organische Ernährung, wenn auch nicht für das Leben einer Reihe autotropher Grünorganismen unentbehrlich, so doch für die *Hochproduktion* derselben durchaus notwendig ist. Und in der Natur sind selbstverständlich die großen Formationsbildner die am meisten bedeutungsvollen.

In der systematischen Literatur über Algen finden sich ferner bisweilen sehr wertvolle, aber leider den Biologen wenig bekannte, ökologische Beobachtungen, deren Auffinden bisweilen ebenso interessant ist wie die Arbeit damit meistens überaus zeitraubend. Von derartigen will ich indessen hier nur auf eine meines Erachtens

---

4) Ein vollständiges Verzeichnis der betreffenden Literatur (und zwar sowohl aus den Gebieten der Ökologie wie der Laboratoriumsphysiologie) werde ich später nebst kritischen Bemerkungen publizieren. Hier weise ich indessen nur auf einige für hier in Rede stehende Fragen besonders interessante Arbeiten hin.

5) Es ist von Interesse, zu sehen, dass schon Bokorny eine Sedimentationsmethode bei Untersuchungen über die Algen des fließenden Wassers angewendet hat. Vgl. l. c. p. 38.

ebenso interessante wie bedeutungsvolle Beobachtung Wille's hinweisen, die ich auch als Vergleichungspunkt mit meinen eigenen später zu besprechenden Untersuchungen besonders schätze. Es handelt sich in dem angeführten Fall um eine grüne, von verschiedenen *Chlamydomonas*-Formen verursachte Vegetationsfärbung, die Wille „in Felsenritzen . . . an den Stellen ringsum die Stadt (Aalesund an der Westküste Norwegens), wo Klippfisch zum Trocknen hingelegt wird“, im Jahre 1902 beobachtete. Betreffs der chemischen Verhältnisse dieser interessanten Kleingewässer gibt Wille diese sehr wertvollen Mitteilungen (l. c. p. 89—90): „Laut gütiger Mitteilung des Herrn Dr. S. Schmidt-Nielsen enthält das Waschwasser von Klippfisch ziemlich große Mengen von Amiden und den Amidosäuren nahestehender Stoffe, während Xanthinbasen fehlen und die Menge des Eiweißstoffes im günstigsten Falle vielleicht nur ein Fünftel der Total-Stickstoffmenge enthält; es muss demnach zweifellos der Reichtum an Amiden sein, der die eigentümliche Algenvegetation in diesen Wasserpfützen bedingt.“

Ich gehe nunmehr zu meinen eigenen Beobachtungen aus den Jahren 1912 und 1913 über. Ein leitender Gedanke bei meinen diesbezüglichen Untersuchungen war zuerst (1912), die Bedeutung von *Trachelomonas volvocina* als Formationsbildner in den Teichen Anebodas näher zu analysieren, um meine Darstellung von dem Jahre 1911 (vgl. l. c.) kritisch zu prüfen, eventuell auch bestätigen zu können. Bei dieser Arbeit hatte ich selbstverständlich auch gute Gelegenheit, die übrigen Formationsmitglieder des dortigen Teichnannoplanktons kennen zu lernen: teils in zahlreichen Zentrifugresten, teils — und zwar unter bedeutend natürlicheren Verhältnissen — beim Arbeiten mit der ccm-Planktonkammer<sup>6)</sup>. Zuerst

6) Ich benutze stets die Planktonkammer nach Kolkwitz. Eine ccm-Kammer anderer Konstruktion ist — nach anderen Prinzipien — in Gebrauch bei den Arbeiten der Illinois-Station. Hierüber vgl. Kofoid (1904), Forbes und Richardson (1913).

Die ccm-Methode nach Kolkwitz — im Jahre 1906 begründet, aber erst seit 1911 (s. l. c. 1911) allgemeiner in der Forschung eingeführt — ist bisher hauptsächlich nur von Kolkwitz angewendet.

Selbst bediene ich mich der Methode seit dem Jahre 1912 und schätze dieselbe besonders wegen der dadurch ermöglichten natürlichen Darstellung der ccm-Formationen der Gewässer, die besonders bei höheren Produktionen mit großer Übersichtlichkeit zu überblicken sind. Selbstverständlich kann indessen eine Methode dieser originalen Natur nicht unmittelbar als endgültig durchgearbeitet erscheinen; und in der Tat hat es sich auch bei meinen d. J. vorgenommenen rein technischen und methodologischen Versuchen gezeigt, dass auch Verhältnisse, die bei der Auszählung einiger Gesichtsfelder nicht störend einwirken, doch bisweilen die endgültige Berechnung mehr oder weniger beeinflussen. Deshalb sind auch einige Korrekturen einiger meiner früher publizierten Zahlen nötig. Ich beabsichtige, dieselben in Zusammenhang mit einer Darstellung der Technik der ccm-Methode später mitzuteilen. Demgemäß arbeite ich indessen in der hier vorliegenden Mitteilung — vorläufig — nur mit ungefähren Zahlenangaben.

gebe ich nun eine allgemeine Darstellung der Natur- und Kulturformationen des Nannoplanktons und füge sodann hierzu als Belege einige Abrisse meiner speziellen Beobachtungen.

Das Naturnannoplankton ist in den Moorteichen zu Aneboda im allgemeinen ziemlich arm: in jedem ccm nur einige nackte Kleinflagellaten (z. B. *Chrysonaden*) oder auch (besonders nach Zufuhr von Regenwasser aus den Wäldern der umgebenden Höhen) eine etwas gesteigerte Produktion derartiger Formen, von deren genauerer Bestimmung ich allerdings größtenteils zurzeit verzichtet habe<sup>7)</sup>. Als Gegensatz zu diesem Naturnannoplankton tritt indessen in den Futterteichen — und zwar handelt es sich hierbei hauptsächlich um Fischmehl als einem integrierenden Bestandteil des Gesamtfutters — das Kulturnannoplankton auf. Zur ernährungs-physiologischen Charakteristik desselben lässt sich folgendes anführen: Beim Beginn der Fütterung (d. h. auch am Anfang des Sommers) beginnen einige sonst in den Teichen sehr seltene und dem Naturnannoplankton (pro ccm)<sup>8)</sup> durchaus fehlende, gewiss etwas mehr anspruchsvolle Formen — wie z. B. einige *Glenodinium*-Arten — das ccm-Formationsbild zu charakterisieren: überhaupt gibt die ccm-Formation nunmehr das Bild eines guten Wassers der oligosaprobe Region, das sich während einiger Zeit mehr quantitativ (bis zu Tausenden von Organismen pro ccm) als qualitativ weiter ausbaut. Setzt indessen die Fütterung weiter fort (und stagniert das Wasser wie früher), so beginnen auch schwach mesosaprobe Elemente sich einzumischen, das  $\beta$ -Mesosaprobilisieren fährt immer mehr fort, die Elemente des anfangs erhöhten oligosaprobe Produktionsbildes (gewisse *Glenodinium*, *Dinobryen* u. a.) verschwinden nach und nach, schwach bis ausgeprägt  $\beta$ -mesosaprobe Elemente (*Euglenoide* Formationen mit *Trachelomonas* als bisweilen fast überall zu findendes Charakteristikon) treten mehr und mehr in deren Stelle ein, und am Ende des Sommers bietet das Wasser sogar bisweilen eine typische Biocönose der Zentralregion des  $\beta$ -Mesosaprobions dar [(vgl. z. B. meine Mitteilungen über *Trachelomonas* (1911) und *Trach.-Chlamydomonas*-Formationen (1913: 1) der Teiche zu Aneboda], aus der es allerdings wegen des Ausbleibens gewisser Elemente des Gesamtbildes sehr deutlich ersichtlich ist, dass die Entwicklung von den Regionen des Oligosaprobions her (und nicht

7) Bisweilen finden sich in den Teichen des Naturtypus auch größere ccm-Formationen von *Dinobryon*; aber im allgemeinen scheint derartiges selten zu sein. Dagegen sind *Dinobryen* gemeine Formen gewisser Futterteichen im Anfang des Sommers.

Man könnte den Naturtypus auch negativ charakterisieren und zwar durch den völligen Mangel der Kulturformen (vgl. unten) in der ccm-Formation desselben. Die Formen des Nannoplanktons des Naturtypus werde ich später eingehend untersuchen.

von dem Polysaprobion) durchgemacht ist. Da aber bietet oft das Wasser schon seit Wochen her die scharfe Vegetationsfärbung, diesen Indikator der Überproduktion, dar, das Nannoplanktonleben arbeitet hier mit einer übernormalen Vitalität nur aufwärts und wieder aufwärts. Überall finden sich nunmehr ausgeprägt  $\beta$ -mesosaprobe Formen (die ccm-Produktionen sind zu Tausende und darüber gestiegen) in die ccm-Formation eingemischt. Die zur scharfen Vegetationsfärbung führende typisch  $\beta$ -mesosaprobe Formation (mit einer Produktion von Zehn- bis zu Hunderttausenden pro ccm) tritt indessen nur vereinzelt auf.

Nachdem indessen das Wasser beim Abfischen im Herbst abgelassen worden, und der Teich den Winter über trocken gelegen ist, dann scheinen auch alle diese Wirkungen der Fütterung durchaus wegzufallen: eine Nachwirkung — weder der geringeren Anreicherung noch sogar des ausgeprägten  $\beta$ -Mesosaprobilisierens — von Sommer zu Sommer habe ich noch im großen niemals gefunden. Das Wasser scheint demnach allein die angereicherte Region gewesen zu sein, und nach dem Ablassen desselben und nach dem winterlichen Trockenlegen des Teiches sind auch die guten oder sogar übernormal gesteigerten Produktionsverhältnisse des Nannoplanktons verloren gegangen, und das Produktionsbild geht zu dem armen Naturtypus des Oberflächenwassers der Moorgegenden wieder zurück.

Zu diesen von mir 1912 und 1913 wiederholt geprüften und bestätigten Ausführungen allgemeinen Inhalts will ich nun einige spezielle Erfahrungen aus den Jahren 1912 und 1913 als Beispiele und nähere Belege anführen<sup>9)</sup>.

Zuerst etwas über die verschiedene Einwirkung des Futters auf das wasserchemische Milieu. Wie ich es oben schon mehrmals angeführt habe, dürfte es sich meines Erachtens hier überall fast nur um den Einfluss des *Fischmehls* handeln; mangelt dieser Bestandteil des Futters, dann lässt sich zwar eine Produktionssteigerung (in Teichen, wo mit anderem Futtermittel gefüttert wird) in

8) Nach dem Vorgang von Kolkwitz verwende ich hier den *Kubikzentimeter* als grundlegende Einheit, und es ist demgemäß — wasserchemisch gesehen — durchaus ohne Bedeutung, ob z. B. Formen, die mit Tausenden pro ccm die ccm-Formation des Kulturtypus charakterisieren, sich erst pro l oder cbm Wasser des Naturtypus überhaupt auffinden lassen. Auch das ärmste Wasser kann  $\beta$ -mesosaprobe Formen räumen; allein es ist eine Frage von dem Mengenverhältnisse, und was der Kulturtypus z. B. als Organismus pro cbmm darbietet, kann bisweilen gewissermaßen nicht das 1000000fache Wasserquantum des Naturtypus aufweisen. Zur Grundlage meiner allgemeinen Ausführungen liegen demgemäß quantitative Analysen und Betrachtungen, die indessen bis jetzt nur zum kleinsten Teil veröffentlicht sind.

9) Dem Herrn Mag. Phil. Harald Nordqvist bin ich zu großem Dank verpflichtet für wertvolle Mitteilungen über die von ihm geleiteten Fütterungsversuche. Dank gebührt auch dem Fischmeister J. Sörensen für gute Mitarbeit in der Praxis.

Vergleich mit dem Nannoplankton des Naturtypus und zwar bisweilen auch in Richtung eines schwachen  $\beta$ -Mesosaprobilisierens konstatieren (Vorkommen von *Trachelomonas* in der ccm-Formation). Die große Produktion (Tausend und mehr pro ccm) hingegen scheint immer von Zufuhr von Fischmehl (das auch von den Fischen sehr gern gefressen wird) abhängig zu sein<sup>10)</sup>; um ein Beispiel anzuführen, weise ich auf die Nannoplankton-Produktionen des Stenfälleteiches X 1911 [(Fischmehl-Lupinenfütterung<sup>11)</sup>): langdauernde vegetationsfärbende *Trachelomonas*-Formation und 1912 (Fütterung mit Erdnusskuchen<sup>12)</sup>): spärliche Produktion an Nannoplankton, doch mit etwas *Trachelomonas* und demgemäß besser als in den Teichen des Naturtypus möglich] hin. Näheres hierüber in meinen Publikationen 1911, 1913: 1 (s. Literaturverzeichnis).

Was das Naturnannoplankton betrifft, so geht es aus den Untersuchungen des Jahres 1912 deutlich hervor, dass dasselbe ebenso arm — d. h. die typische Naturformation (ohne irgendwelche  $\beta$ -Mesosaprobionten in der ccm-Biocönose) durchaus darbietend — in auf Kiesboden neu angelegten Teichen (z. B. die Versuchsteiche aus dem Jahre 1912) wie in älteren auf Sphagnumtorfboden liegenden (z. B. der Teich „Övre Hällsdamm“) ist. Als charakteristischer Kulturnannoplankton der Teiche ist indessen fast durchweg *Trachelomonas volvocina* anzuführen, die sich allerdings schon beim Beginn der Fütterung höher entwickelt als in eigentlichem Naturnannoplankton möglich (Eintreten als ccm-Formationsbildner!), aber erst bei einer mehr ausgeprägten  $\beta$ -Mesosaprobilität die höheren Produktionen erreicht. Diese Form war in den Futterteichen 1912 und 1913 fast überall verbreitet, ein auffälliges Charakteristikon der Kulturformationen darstellend und das ccm-Formationsbild mehr oder weniger dominierend, fehlte hingegen durchaus in der ccm-Formation der Teiche des Naturtypus. Hierdurch sind meine Ausführungen aus dem Jahre 1911 (vgl. l. c.) durchaus bestätigt.

Andere Nannoplanktonten, die sich nur — und zwar erst nachdem die Fischmehlzufuhr längere Zeit stattgefunden hat — in Futterteichen hoch entwickeln (in den Teichen des Naturtypus pro

10) Im Zusammenhang mit den im Sommer 1912 vorgenommenen Düngungsversuchen mit gewissen Mineralsalzen habe ich auch das Wasser dieser Versuchsteiche vor und nach der Düngung nannoplanktonbiologisch untersucht, ohne doch daraus etwas sicheres ermitteln zu können. Selbstverständlich mangelten indessen alle Mitglieder der von mir als Kulturformation bezeichneten schwach  $\beta$ -mesosaprobien Biocönose der Futterteiche.

11) Fischmehl 50<sup>o</sup>/<sub>o</sub>,  
Lupinen 50<sup>o</sup>/<sub>o</sub> (Stenfälle X = 0,355 ha).

12) Erdnusskuchen 98,5<sup>o</sup>/<sub>o</sub>,  
Fischmehl 0,5<sup>o</sup>/<sub>o</sub> u. s. w.

ccm durchaus fehlend)<sup>13)</sup> und deren Zugehörigkeit bei ihrer Maximalproduktion an die Kulturformation ich z. T. als endgültig erwiesen betrachte, sind die folgenden<sup>14)</sup>. Betreffs deren Ökologie bemerke ich, dass ich dieselbe bei Aneboda näher zu untersuchen beabsichtige; spezielle Publikationen über einige derselben sind in Vorbereitung.

*Ankistrodesmus falcatus* var. *acicularis* A. Br. G. S. West.

Nur einmal (Stenfälle VIII, 1912; Fischmehlfütterung und ausgeprägt  $\beta$ -mesosaprobilisiertes Milieu) gefunden; aber da in Hochproduktion, das Wasser zusammen mit anderen *Chlorophyceen* dunkelgrün trübend. (Demgemäß eine Art der unscharfen Vegetationsfärbung.)

*Chlamydomonas* spec. (Verschiedene Formen des sphärischen Bautypus.)

Verbreitet und dazu bisweilen Kolossalproduktionen (bis Hunderttausende pro ccm) darbietend. Vgl. Naumann, 1913: 1.

*Chrysococcus porifer* Lemm. ined.

Wurde im Jahre 1912 im Botan. Garten der Universität Lund entdeckt (Naumann, 1913: 2) und einige Wochen später in einer braunen Vegetationsfärbung verursachenden Hochproduktion in einem Futterteiche (Stenfälle VIII) zu Aneboda wiedergefunden.

*Dictyosphaerium pulchellum* Woolle.

Gar nicht so ausgeprägt  $\beta$ -mesosaprob wie viele andere Mitglieder der Kulturformationen der Futterteiche. Ist indessen eine häufige Charakterform der ccm-Formationen der Futterteiche.

13) Eine Ausnahme macht *Dictyosphaerium*, das auch in den ccm-Formationen derartiger Teiche (ohne Fütterung), die auf besserem Boden (nicht Sphagnum-Torf!) angelegt sind, zu finden ist.

14) Dem Herrn Dr. E. Lemmermann in Bremen bin ich für mehrere Bestimmungen zu großem Dank verpflichtet. In einer folgenden seiner Beiträge zur Kenntnis der Planktonalgen dürfte Dr. Lemmermann auch einige Spezieslisten über Material aus Aneboda erscheinen lassen. Diese Listen sind z. T. sehr reich (das Material war durch Sedimentieren des Wassers einiger Futterteiche [Stenfälle VIII 26/7, 7/8 1912; Övre Sâgdammen 9, 1913; Versuchsteich VI 9, 1913] gewonnen); indessen habe ich selbst in diesem Aufsatz nur eine geringe Anzahl von Arten angeführt. Als die ökologische Motivierung hierfür will ich nur anführen, dass ich bis jetzt immer das Hauptgewicht bei der biolog. Analysis derartigen Formen zuteile, die durch ein allgemeines Vorkommen (von Hunderte aufwärts pro ccm) gewiss am meisten bedeutend sein dürften, und deren ökologische Charakteristik eben infolge Neigens zu Hochproduktionen am sichersten zu geben ist. In diesen beiden Beziehungen ist alles, was „vereinzelt“ auftritt, meines Erachtens bis jetzt von einem geringeren ökologischen Interesse.

Je nachdem unsere Methoden vervollständigt und verbessert werden und demgemäß auch unsere Ergebnisse mit um so größerer Sicherheit geprüft werden können, beabsichtige ich indessen auch derartige Formen in meine Untersuchungen einzuziehen.

Die Beobachtungen aus dem Jahre 1913 haben durchaus die auf den vorigen Seiten skizzierten Auffassungen ebenso wie die mitgeteilten Beispiele aus dem Jahre 1912 bestätigt: durchweg scheint nur die Fischmehlzufuhr die Hochproduktion zu begünstigen; die Fütterung mit anderem Futtermittel erhöht zwar die Produktion etwas über das ausgeprägte Minimum des Naturtypus (Eintreten der Euglenoiden ccm-Formation!), ermöglicht doch niemals die qualitativ wie quantitativ bemerkenswerte Hochproduktionen der Fischmehl-Futterteiche. Ist aber der Besatz groß und wird das mit Fischmehl gemischte Futter durchaus und schnell aufgefressen (was allerdings nur selten der Fall zu sein scheint), dann zeigt sich auch in diesen Fischmehlfutterteichen eine verhältnismäßig geringe Produktion, die zwar qualitativ anders gestaltet ist als die Naturproduktion (Vorhandensein  $\beta$ -mesosaprobier Elemente wie z. B. *Trachelomonas* in dem ccm-Formationsbild) und ungefähr mit der Nannoplankton-Produktion derartiger Teiche, wo mit Futtermitteln anderer Art gefüttert wird, zu vergleichen ist: je mehr Fischmehl dem Wasser zugeführt worden, desto höher steigt demnach die Produktion an Nannoplankton, und umgekehrt. Als Beispiel dieser doch erst im Jahre 1913 mit Sicherheit nachgewiesenen Verhältnisse mag ganz besonders der Stenfälleteich VII aus dem Jahre 1912 (Fischmehlfütterung<sup>15)</sup>) angeführt werden, wo das Futter fast durchaus aufgefressen wurde und wo die Produktion ein für Fischmehl-Futterteiche uns damals sehr auffallendes Minimum darstellte. (Nur *Trachelomonas* als Kulturform aber pro ccm selten.)

Ein überaus interessantes und für meine hier dargelegten Auffassungen sehr belehrendes Beispiel zeigt der Stenfälleteich VIII des Jahres 1913 (keine Fütterung): hier hatten im Jahre 1912 (Fischmehlfütterung!<sup>16)</sup>) die Kolossalproduktionen (aus *Chrysooccus porifer* und *Ankistrodesmus*) sich erst während des ersten Teils des Sommers in rascher Folge abgespielt<sup>17)</sup>, um nach dem Ende des Sommers sich zu einer großen (im allgemeinen um etwa 2 à 300 000 pro ccm) und beständigen, vegetationsfärbenden Reinproduktion aus *Trachelomonas rotocina* und *Chlamydomonas* sp. zu stabilisieren. Niemals nach dem Beginnen der Fischmehlfütterung 1912 erschien das Wasser des Teiches klar und durchsichtig, sondern immer und immer grünlich oder bräunlich getrübt und schließlich ausgesprochen grün vegetationsgefärbt. Im Sommer 1913 dagegen — keine Fütte-

15) Mais 70,4‰,  
Fischmehl 28,5‰ u. s. w. (Stenfälle VII = 0,057 ha).

16) Lupinen 58,6‰,  
Fischmehl 40,1‰ u. s. w. (Stenfälle VIII = 0,082 ha).

17) Näheres hierüber in der Publikation: „Nannoplanktonformationen eines Futterteiches (Stenfälle VIII, 1912) zu Aneboda,“ die als eine folgende Mitteilung der Biolog. Station erscheinen wird.

zung: die Planktonproduktion das Bild des armen Naturtypus darbietend, und das Wasser klarbraun wie immer das normale Naturwasser dieser Hochmoorgegenden.

Als wesentliche Mitglieder der Kulturformationen 1913 sind die folgenden Formen anzuführen. Mit Ausnahme von *Dictyosphaerium* mangeln sie durchaus in den ccm-Formationen des Naturtypus und treten als Elemente der ccm-Formation erst auf, wenn die Fütterung eine Zeit (mindestens einige Wochen) angehalten hat; bei ihrer Hochproduktion sind sie demgemäß ausgeprägte  $\beta$ -Mesosaprobionten.

*Coccomonas subtriangularis* Lemm. ined.

Zum ersten Male dieses Sommers in einem Futterteiche (Versuchsteich VI, Fischmehlfütterung) zu Aneboda aufgefunden.

*Chrysococcus porifer* Lemm. ined.

Beginnt sich zu verallgemeinern. Produktionen zu Zehntausenden pro ccm nicht selten.

*Dictyosphaerium pulchellum* Woolle.

Beginnt sich ebenfalls sehr zu verallgemeinern. Stellt ein sehr typisches Mitglied der ccm-Formation gewisser Futterteiche dar.

*Trachelomonas volvocina* Ehrenb.

Verbreitet, aber niemals d. J. bei Aneboda in den größten Produktionen gefunden. Das ccm-Maximum dürfte indessen sehr hoch liegen. (Vgl. Naumann, 1913: 2.)

Versuche ich hiernach die Kulturformationen des Nannoplanktons der Anebodaer Futterteiche ganz allgemein im kurzen systematisch zu charakterisieren, so muss erstens die bisher verhältnismäßig geringe Anzahl der Charakterformen hervorgehoben werden: es dürfte bis jetzt nicht 10 der dortigen Nannoplanktonen geben, die überhaupt die Hochproduktionen der Futterteiche (Tausend pro ccm und mehr) erreichen können. Die wichtigsten Vertreter der Kulminanten wurden oben aufgezählt. Außer diesen Charakterformen in erster Hand, welche auch die hauptsächlichen Formationsbildner der Futterteiche (und zwar bei Produktionen von einige hunderte bis zu zehntausend und aufwärts pro ccm) ausmachen, ist weiter eine Reihe mehr spärlich vorkommender Formen anzuführen, deren Produktionshöhe bis jetzt im allgemeinen nicht über hundert pro ccm gelegen ist, und deren wesentliche Bedeutung bis jetzt weniger als selbständige Formationsbildner als Beimengungen in der von den Charakterformen zum größten Teil gebildeten größeren ccm-Formationen zu betrachten sind. Als Bei-

18) Betreffs deren ökologische und z. T. auch physiologische Verhältnisse sind spezielle Publikationen in Vorbereitung.

spiele davon seien genannt: Verschiedene *Trachelomonas*-Formen (außer *Tr. volvocina*; vgl. oben), *Euglenen*<sup>19)</sup> und *Phacus*-Arten; einige *Peridineen*<sup>20)</sup> u. a. m. Die Bedeutung dieser Formen ist indessen — ökologisch gesehen — mehrenteils noch eine geringe; denn es ist jedenfalls bisweilen bei gewissen Mischformationen von geringerem Interesse, ob sich z. B. pro ccm einige hunderte (oder weniger) Organismen einer Reinformation von mehreren tausenden beimischen. Beim Beurteilen der wasserchemischen Bedeutung der Nannoplanktonproduktionen muss man meines Erachtens in erster Hand auf die *relativen Zahlenverhältnisse* genau achten. Mit Rücksicht hierauf erwähne ich in diesem Zusammenhange vorläufig gar nicht alle diese „vereinzelt“ Formen, die bisweilen kaum einmal als Einzelproduktionen pro ccm sich entfalten und deren wasserchemische — d. h. hier auch ökologische — Bedeutung demgemäß eine noch geringere ist.

Ich gebe somit diese vorläufige Zusammenstellung der Phytoplanktonverhältnisse der Anebodaer Teiche.

Netzplankton im allgemeinen sehr arm; typische Vertreter des Linnoplanktons fehlen fast durchaus. (Ausnahme u. a.: das bisweilen reichliche Vorkommen von *Dinobryou*.)

Ein Netzplankton aus Kulturformen fehlt; die Kulturförmation ist bis jetzt nur auf Nannoplanktonproduktion eingerichtet gewesen.

Nannoplankton in den Futterteichen qualitativ aber noch mehr quantitativ reichlich vertreten; und zwar sind die folgenden Gruppen bis jetzt wie folgt repräsentiert.

*Cyanophyceen*<sup>21)</sup> fehlen durchaus.

19) Besonders auffallend ist das geringe Vorkommen der grünen *Euglenen* in den Futterteichen Anebodas. Die sonst wohlbekannte *Euglenen*-Ergrünung der Wasserflächen ist noch eine der negativen Charakterzüge in der teichbiologischen Physiognomie dieser Gegend; und auch als Mitglieder der ccm-Formationen sind diese Formen bis jetzt von nur geringer Bedeutung.

Dagegen sind die durch *Euglena sanguinea* Ehrenb. verursachten roten Streifen der ruhigen Wasserflächen ein nunmehr wohlbekanntes Charakteristikum gewisser Teiche zur Zeit der sonnigen Tage des Sommers und Herbsts.

20) Eine Ausnahme machen allerdings schon gewisse *Glenodinen*, die sich bereits aber selten in Produktionen von tausend pro ccm entfaltet haben und welchen demgemäß ein größeres ökologisches Interesse zugemessen werden dürfte.

21) Das Fehlen der gewöhnlichen Plankton-*Cyanophyceen* — sowie der „limnetischen“ Planktonalgen überhaupt — ist ein sehr auffälliges Charakteristikum des helophilen Planktontypus dieser Gegend. Ganz besonders interessant scheint mir das bisherige Fehlen der wasserblütenbildenden *Cyanophyceen*; denn die Teiche zu Aneboda bieten ja der ungleich gestalteten Fütterung wegen — ernährungsphysiologisch gesehen — ein vielseitig durchgearbeitetes und von Teich zu Teich wechselndes Milieu — von den Zentralregionen des  $\beta$ -Mesosaprobions über die guten Zonen des Oligosaprobions bis zu den Armen der Moorteiche hin. Kolkwitz hat — in einer Arbeit (vgl. l. c. 1914), deren sofortige Kenntnis ich der Güte des Autors verdanke —

*Diatomeen* ebenso.

*Chlorophyceen* sind im großen und ganzen pro cem verhältnismäßig spärlich vertreten; aber was sich überhaupt pro cem findet, steigt oft zu den großen Kolossalproduktionen hinauf: *Dictyosphaerium*, *Chlamydomonas*. — *Ankistrodesmus* und *Coccomonas* sind bis jetzt nur je einmal (1912 resp. 1913) beobachtet.

*Flagellaten* sind qualitativ reichlich vertreten und geben durch *Trachelomonas*-Arten den Formationen sehr oft den Grundcharakter. *Chrysooccus* scheint immer mehr eine Charakterform gewisser Futterteiche zu werden. Außer den Formen, die die größten Produktionen hauptsächlich ausmachen (vgl. oben S. 587), kommen noch einige mehr spärlich vor (vgl. oben S. 585), die bisweilen sehr charakteristische Beimischungen der cem-Formationen des Kulturtypus darstellen: die Bedeutung dieser Flagellaten-Formen für die Physiognomie der cem-Formationen ist demgemäß größer als die der entsprechenden Chlorophyceen.

Von *Peridineen* beginnen erst jetzt die *Glenodinium* sich höher zu entwickeln.

Somit sind die Kulturformationen der Teiche zu Aneboda ganz besonders durch die *Flagellaten* — und zwar zum großen Teil durch *Trachelomonas*-Formen — charakterisiert; oder auch geben *Dictyosphaerium*-Kolonien (häufig im Zusammenleben mit *Glenodinium*-Arten, verschiedener *Trachelomonas*-Formen oder — zwar in geringem Maße — mit *Phacus*-Arten) dem Formationsbild ihren Charakter. Im großen und ganzen sind es stets dieselben Formen (vgl. die Artenlisten oben), die immer wieder — zwar in wechselnden Mengen und Kombinationen — auftreten; aber jedes Jahr, das vergeht, lassen sich (vgl. die Artenlisten) auch einige neue Formen erkennen, und die früher sehr vereinzelt auftretenden beginnen zum Teil eine gewisse Bedeutung als cem-Formations-

die Vermutung ausgesprochen, dass die *Schizophyceen*-Wasserblüten ein Merkmal der Überproduktion bei der Mineralisation nahestehender Gewässer darstellen; ein Charakteristikon des  $\beta$ -Mesosaprobions sollen sie nicht sein. Es wäre wohl demgemäß vorauszusetzen, dass, wenn derartige Formen überhaupt in den Teichen Anebodas auftreten, sie dann auch das Milieu der am meisten  $\beta$ -mesosaprobilisierten Futterteiche — dieses so sehr typische Lebelement der Flagellaten und Grünalgen in sommerlicher Hochproduktion — meiden sollten, nur z. B. beim Beginn oder Ende der Fütterung (= Übergangszeit zu guter Oligosaprobilität) einige Maxima bisweilen darstellend. Sie fehlen indessen bis jetzt durchaus überall in den Teichen. Ich habe hierauf schon früher 1911 (l. c. p. 258) hingewiesen und auch die Vermutung ausgesprochen, dass wir es hier mit Fragen betreffs den Verbreitungsverhältnissen zu tun haben.

Überhaupt bin ich der Ansicht, dass hierdurch die Verbreitung der eigentlichen Limnoplanktonten in alter Meinung (d. h. Netzplanktonten) zum allergrößten Teil bedingt wird, während für das Nannoplankton im großen und ganzen wohl hauptsächlich die bio-chemischen Milieufaktoren hierbei ausschlaggebend sein dürften. Vgl. Lauterborn, l. c. 1910.

bildner zu gewinnen (so z. B. die *Peridinceen*, die anfangs sehr selten waren, nunmehr aber — durch *Glenodinium* repräsentiert — eine gewisse Entfaltung darbieten). Es scheint daher wahrscheinlich, dass die Kulturformationen des Teichnannoplanktons zu Aneboda mit der Zeit sich weiter ausbauen werden<sup>22)</sup>, teils mit Rücksicht auf die Zahl der dominierenden Formen und teils betreffs der quantitativen Bedeutung für die ccm-Formation der verschiedenen bis jetzt pro ccm nur als mehr oder weniger vereinzelt zu bezeichnenden Formen.

Im Sommer 1913 habe ich — dabei von dem Fischmeister Jesper Sørensen sehr wirksam unterstützt — es auch versucht, meine ökologischen Beobachtungen experimentell zu prüfen und zwar in der freien Natur unter Verwendung ganzer Teiche als Versuchskulturen. Hierbei ist es auch gelungen, den Naturtypus durch den Einfluss von Fischmehlzufuhr in einen sehr ausgeprägten Kulturtypus überzuführen, dessen schwach bis ausgeprägt  $\beta$ -mesosaprobe Formationen ich so auch quantitativ durch Veränderungen der Fischmehlzufuhr reguliert haben. Vermittelt derartiger Methoden ist es auch gelungen, ganze Planktonformationen mit sonst in der Gegend sehr seltenen  $\beta$ -Mesosaprobionten aus einem Teiche in einen anderen zu versetzen u. s. w. Ich beabsichtige, diese Versuche weiter zu führen und werde später darüber ausführlicher berichten.

Auch in anderen Hinsichten ist es meine Absicht, die in dieser vorläufigen und orientierenden Mitteilung kurz skizzierten Probleme nach Möglichkeit und Kräften weiter auszubauen und zu erweitern. Ganz besonders betreffend den speziellen Grad des  $\beta$ -Mesosaprobialisierens, das für die Maximalproduktionen der betreffenden Formen eine *conditio sine qua non* darstellt, beabsichtige ich, meine Untersuchungen weiterzuführen; ferner über die wasserchemischen Verhältnisse bei steigender Produktion von Nannoplankton und — was mir besonders bedeutungsvoll scheint — über die Bedeutung für die Praxis der Teichwirtschaft dieser vorher kaum im voraus zu berechnenden Organismenentwickelungen, die bei ihrer Hochproduktion unseren Teichen die scharfe Vegetationsfärbung in wohl-bekanntem Nuancen mitteilen.

Lund, April 1914.

22) Die Teiche wurden in den Jahren 1906—1912 angelegt; die Fischmehlfütterung begann erst — vorläufig — 1911 in zwei Teichen, wonach im Jahre 1912 große Fütterungsversuche zum ersten Male bei der Station angeführt wurden (und zwar in 9 Teichen); ausführliche Berichte hierüber sind in den Schriften des Fischereivereins für Südschweden (Lund 1912, Carlskrona 1913) erschienen.

Es ist mir demgemäß möglich gewesen, die ersten Anfänge von Kulturformationen in verhältnismäßig neu angelegten Teichen zum ersten Male aufblühen sehen zu können.

### Angeführte Literatur.

- Bokorny, Th., Über die organische Ernährung grüner Pflanzen und ihre Bedeutung in der Natur. — *Biolog. Centralbl.*, XVII. Bd., Leipzig 1897.
- Forbes, S. A. und Richardson, R. E., Studies on the Biology of the upper Illinois River. — *Bulletin of the Illinois State Laboratory of Natural History*. IX. Urbana 1913.
- Kofoed, C. A., The Plankton of the Illinois River 1894—1899. Part. II. — *Ibid.* 1908.
- Kolkwitz, R., Die Beziehungen des Kleinplanktons zum Chemismus der Gewässer. Mitt. aus der Königl. Prüfungsanstalt für Wasserversorgung und Abwasserbeseitigung. H. 14. — Berlin 1911.
- Über Wasserblüten. — *Bot. Jahrbücher für Systematik, Pflanzengeschichte u. s. w.* Festband für A. Engler. Leipzig und Berlin 1914.
- und Marsson, M., Grundsätze für die biologische Beurteilung des Wassers nach seiner Flora und Fauna. — Mitt. aus der Kgl. Prüfungsanstalt für Wasserversorgung etc. H. 1. — Berlin 1902.
- und Marsson, M., Ökologie der pflanzlichen Saprobien. — *Ber. d. Deutsch. Botan. Gesellsch.* Berlin 1908.
- Lauterborn, R., Die Vegetation des Oberrheins. — *Verh. des naturhistor.-mediz. Vereins zu Heidelberg*. N. F. X. Bd. 4. Heft. Heidelberg 1910.
- Lohmann, H., Über das Nannoplankton und die Zentrifugierung kleinster Wasserproben zur Gewinnung desselben im lebenden Zustande. — Leipzig 1911.
- Naumann, E., Om en av Trachelomonas volvocina Ehrenb. förorsakad vegetationsfärgning. — *Botaniska Notiser*. Lund 1911. (Eine Vegetationsfärbung durch *Trachelomonas volvocina*. Schwedisch mit deutschem Resumé.)
- (1913: 1), Über die Ursachen einer braunen Färbung des Wassers in einem Teiche der Fischereiversuchsstation Aneboda in Südschweden. — *Int. Revue der gesamten Hydrobiologie und Hydrographie*. Leipzig 1913.
- (1913: 2), Bidrag till kännedom om vegetationsfärgningar i sötvatten. III. En avsevärd produktion av *Trachelomonas volvocina* Ehrenb. — *Botaniska Notiser*. Lund 1913. (Eine Massenproduktion der *Trachelomonas volvocina*. Schwedisch mit deutschem Resumé.)
- Richter, Oswald, Die Ernährung der Algen. — Leipzig 1911.
- Wille, N., Algologische Notizen. IX. Über eine neue Art der Gattung *Carteria* Diesing. — *Nyt Magazin f. Naturvidenskab*. Bd. 41. H. 1. Kristiania 1903.

### Die rechnenden Pferde.

Eine Kritik insbesondere der K. C. Schneider'schen Auffassung.

Von Prof. Dr. Christoph Schröder, Berlin.

Herr Prof. Dr. Karl Camillo Schneider (Wien) hat in einer Kritik der Rechenleistungen der „Elberfelder denkenden Pferde“<sup>(1)</sup> S. 170—179, Bd. 33, 1913 dieser Zeitschrift) auf wesentlich metaphysischer Grundlage eine Anschauung entwickelt, welche die m. E. gänzlich unerwiesene Behauptung der Rechenfähigkeit der Pferde zur Voraussetzung macht und von ihr zur Folgerung eines von der Erfahrung völlig unabhängigen, angeborenen, „mathematischen Talentes“ bei den (Menschen wie) Pferden

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

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Biologisches Zentralblatt](#)

Jahr/Year: 1914

Band/Volume: [34](#)

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

Artikel/Article: [Beiträge zur Kenntnis des Teichnannoplanktons. 581-594](#)