

Über das Phytoseston der eutrophierten Theiss /Tisza/ II.
Zur Frage der Indikatoralgen für den eutrophierten Flusszu-
stand

G. UHERKOVICH

Damjanich Museum, Laboratorium für Tisza-Forschung, Szolnok
/Eingegangen am 15 Februar 1970/

Einleitung

Das Problem, wie weit die Gewässer mit Nährstoffen für die pflanzlichen Organismen versehen sind, also das Trophitätsproblem und innerhalb diesem die Frage der Eutrophie, wurde bisher in der limnologischen Literatur vornehmlich in Bezug auf die Stillgewässer /Seen, Teiche, vorübergehende Stillgewässer/ erörtert /D u s s a r t 1966, F o t t 1959, O h l e 1955, R u t t n e r 1952, S e b e s t y ě n 1963, T h i e n e m a n n 1925, 1955/. Es war zwar durch manche Veröffentlichungen /z.B. R a g o t z k i e - P o m e r o y 1957, C l a u s 1961, U h e r k o v i c h 1968 a, b, 1969 a, b/ bereits bekannt, dass es auch in Flüssen zu Algenmassenvermehrungen kommen kann und dass dieser Umstand unter gewissen Voraussetzungen auf einen eutrophierten Zustand des untersuchten Flusses hindeutet, doch wurden diese Einzelbeobachtungen bisher nicht verallgemeinert.

Die Begriffe des oligotrophen, eutrophen und dystrophen Seetypus /Gewässertypus/ sind in der Limnologie seit längerem eingebürgert. Die Abgrenzung dieser Typen voneinander war anfänglich ziemlich steif und von statischem Inhalte. Doch hat bereits J ä r n e f e l t /1952, 1956/, der mehrere hundert Seen Finnlands mit der zuverlässigen quantitativen Methode von U t e r m ö h l untersucht, die Tatsache betont, dass auch ein und derselbe See im Laufe der Jahren und sogar im Verlaufe eines einzigen Sommers verschiedene "Typen des Planktons" aufweisen kann, somit ist eine Aufstellung von steifen Kategorien über die "Trophietypen" nicht stichhaltig.

Ein jedes Gewässer kann zu verschiedenen Zeitpunkten einen ausgeprägteren oder grade nur angedeuteten eutrophierten Zustand, bzw. einen deutlicher oder nur verschwommen hervortretenden Zustand der Oligotrophie aufweisen, und den Charakter des Seetypus /Gewässertypus/ bestimmt dann "der Gesamtverlauf des Stoffkreislaufes im See während der ganzen natürlichen Vegetationsperiode, d.h. im allgemeinen während des Jahres" /T h i e n e m a n n 1955/.

Aus praktischen Gründen scheint es angebracht zu sein, wenn wir zwischen dem aktuellen Trophiezustand und dem Trophietyp eines Gewässers unterscheiden, z.B. zwischen dem aktuellen Grade der Eutrophie /Eutrophierung/ eines Gewässers und dem Typ, welchen - nach dem Gesamtbild des Stoffkreislaufes beurteilt - ein eutrophes Gewässer aufweisen kann. Der aktuelle Grad des Eutrophie -, oder überhaupt des Trophiezustandes kann offenbar leichter

ermittelt werden, als der Typ, dessen Feststellung Untersuchungen über den Gesamtstoffkreislauf voraussetzt.

Indikation des Trophiegrades durch Mikrophyten

Man nimmt an, dass der Trophiezustand eines Gewässers durch die Anwesenheit gewisser Indikatororganismen bezeichnet oder wenigstens angedeutet wird. So meint z.B. J ä r n e f e l t /1952/, dass *Microcystis viridis* /A.BR./ LEMM., *Lepocinclis fusiformis* /C a r t e r / L e m m., *Planctomyces bekefii* G i m e s i für die Eutrophie charakteristisch sind. F o t t /1959/ nimmt einen Indikatorwert folgender Organismen für eutrophe Seen an: *Cyclotella meneghiniana* K ü t z., *Stephanodiscus hantzschii* G r u n., *Stephanodiscus dubius* F r i c k e, *Attheya zachariasii* J. B r u n., *Synedra acus* var. *angustissima* G r u n., *Microcystis viridis* /A.BR./ L e m m., *Aphanizomenon gracile* L e m m., *Chroococcus dispersus* /K e i s s l e r / L e m m., *Peridinium palatinum* L ü t k e m., *Kirchneriella lunaris* /K i r c h n. / M o e b., *Pediastrum duplex* M e y e n., *Staurastrum tetracerum* R a l f s., *Closterium acerosum* /S c h r a n k / Ehrhg. und noch weitere Arten /F o t t 1959/.

Aber nicht bloss der Fund gewisser Indikatororganismen orientiert uns über den Trophiezustand, Trophiecharakter und letzten Endes über den Trophietyp eines Gewässers, sondern vielleicht noch mehr das gegenseitige Verhältnis der im Phytoseston /Phytoplankton/ vertretenen Algengruppen. Dieses Verhältnis nennt man nach T h u n m a r k /1945/, dem Begründer dieser Theorie, den "Planktonquotient" vgl. auch N y g a a r d 1949/. T h u n m a r k hat angenommen, dass das Verhältnis der planktischen *Chlorococcales* zur Gruppe der *Desmidiiales* einen charakteristischen Wert für den Seetypus darstellt. Wenn die Zahl der *Desmidiiales*-Arten überwiegt, so sei das betreffende Gewässer von oligotrophem Typ und umgekehrt. $Q = \frac{Ch}{D}$ 1 = eutroph = oligotroph.

Die Behauptungen von T h u n m a r k scheinen mir - wenigstens für die nordeuropäischen Stillgewässer - gut begründet und stichhaltig zu sein. /Es bleibt allerdings fraglich - und man sollte dies durch spezielle Untersuchungen klären - ob der "Planktonquotient" von T h u n m a r k auch für die Gewässer anderer Klimaten zustimmt/. Der Kern von diesem Gedanken, dass nämlich nicht bloss die Anwesenheit einzelner Indikatororganismen, sondern auch die Hauptzüge der Zönose Stützpunkte für die Beurteilung des Trophiegrades geben können, ist meines Erachtens von allgemeiner Gültigkeit und sollte für Forschungen auf dem Gebiete der Trophieprobleme sehr anregend auswirken.

Sowohl die Frage der Indikatororganismen als auch die der zönologischen Indikatorquotienten sind nach meiner Ansicht vor allem durch mathematische-statistische Methoden zu lösen. Man müsste zahlreiche Zönosen von untereinander vergleichbaren Gewässern, die mit einer einwandfreien quantitativen analysiert wurden, statistisch vergleichen. Erst an Hand einer größeren Fülle solcher Ergebnisse ist man dann berechtigt zu gewisse Verallgemeinerungen vorzuschreiten.

Indikatoralgen für den eutrophierten Zustand von Fließgewässern

Wenn wir über die quantitative Zusammensetzung des Phytosestons verschiedener Flüsse umfangreiche Angaben im Vorrat hätten, so wäre es bereits jetzt möglich, die Flüsse in einem "Trophiesystem" einzuordnen. Zur Lösung des Trophieproblems von Fließgewässern wurden aber bisher nur wenige Untersuchungen ausgeführt. Eben deswegen können über dieses Problem die in Betracht kommenden zusammenfassenden Werke /Blum 1956, Lund 1965 usw./ nur wenig aussagen. Trotz der spärlichen Angaben lässt es sich doch feststellen, dass man von Flüssen mit durchschnittlich reicheren Phytoseston und von solchen mit durchschnittlich individuenärmeren Phytoseston sprechen kann, und ferner, dass auch in den Flüssen ein aktueller eutrophiertes Zustand entstehen kann. Letzterer lässt sich durch eine auffallend erhöhte Phytosestonproduktion, durch ein individuen- und artenreiches Phytoseston erkennen. /Das Artenreichtum des Phytosestons, die erhöhten Individuenzahlen von mehreren Arten sind hier unbedingt zu betonen, da die auffallende Vermehrung eines einzigen Organismus eher als die Verschiebung der Saprobitätszustände zu deuten ist./

In der Theiss /Tisza/ und in anderen ostmitteleuropäischen Flüssen habe ich wiederholt solche individuen- und artenreiche Phytosestongemeinschaften beobachtet, die offenbar mit aktuellen eutrophierten Zuständen der betreffenden Flüsse verknüpft waren. Meine diesbezüglichen quantitativen Phytosestonstudien gaben mir Gelegenheit, gewisse Aspekte der Frage der Indikatoralgen für den eutrophierten Flusszustand in Augenschein zu nehmen. Gewisse gemeinsame Züge solcher Phytosestongemeinschaften liefern für eine zukünftige Verallgemeinerung wertvolles Tatsachenmaterial.

Unter den von mir untersuchten zahlreichen Phytosestongemeinschaften habe ich zu einer vergleichenden Analyse 16 Fälle ausgewählt. Davon stammten 8 aus der Theiss, 3 aus dem östlichen Hauptkanal /gehört zum Wassersystem der Theiss/, 1 aus dem Flusse Laborc oder Laborec /ein Nebenfluss der Theiss/ 2 aus der Donau bei Baja und 2 aus der Weichsel /Wisla oder Vistula/. Die Gesamtindividuenwerte dieser Phytosestongemeinschaften bewegten sich zwischen 1 Ind./l. 500000 und 26000000. Bei der vergleichenden Analyse dieser Zönose /s. die Tabelle I/ habe ich jene Mikrophytenorganismen herausgehoben, die in der quantitativen Zusammensetzung der verglichenen Bestände mit bedeutenden Individuenzahlen vertreten waren. Es waren deren 19, und zwar 9 Kieselalgen-Arten, 9 Chlorococcalen-Arten und eine Wasserpilzart. Es wurden bei diesen Mikrophyten die durchschnittlichen Ind./l-Werte und %-Werte errechnet, ferner die Häufigkeitskoeffizienten aus den 1-16. Proben.

... Es hat sich herausgestellt, dass in den verglichenen 16 Fällen die *Cyclotella*-Arten die höchsten durchschnittlichen Werte erreichten = 2754250 Ind./l, bzw. 41 % und 16/16:1. Unter den Kieselalgen waren noch folgende Organismen von ausschlaggebender Bedeutung für die quantitative Zusammensetzung der verglichenen Zönosen = *Melosira granulata* var. *angustissima* /221470 Ind./l, 8,12 %, 16/16:1/, *Nitzschia acicularis* /222940 Ind./l, 8,37 %, 16/16:1/, *Stephanodiscus dubius* /91100 Ind./l, 1,48 %, 16/16:1/.

Einige weitere Kieselalgen-Arten sind in dieser Hinsicht ebenfalls von Bedeutung = *Nitzschia palea* /73000 Ind./l, 1,08 %, 16/16:1/ *Synedra* /*Nitzschia*/ *actinastroides* /211700 Ind./l, 6,96 %, 13/16:0,81/, *Attheya zachariasii* /83000 Ind./l, 3,86 %, 8/16:0,50/, *Melosira granulata* /33000 Ind./l, 0,86 %, 9/16:0,56/, *Synedra acus* /52700 Ind./l, 1,95 %, 14/16:0,88/.

Unter den Chlorococcalen waren allein die Arten *Ankistrodesmus angustus* /273280 Ind./l, 4,95 %/, *Scenedesmus acuminatus* /37470 Ind./l, 1,18 %/ und *Scenedesmus opoliensis* /49850 Ind./l, 1,19 %/ in sämtlichen untersuchten Zönosen anwesend /16/16:1/. Die Arten *Actinastrum hantzschii* /60950 Ind./l, 1,16 %, 14/16:0,88/ und *Scenedesmus granulatus* /57900 Ind./l, 0,95 %, 13/16:0,81/ waren in den untersuchten Zönosen ebenfalls häufig. Einige weitere - mit grossen Individuenzahlen vertretene - Arten waren dagegen schon weniger häufig = *Dictyosphaerium pulchellum* /129300 Ind./l, 2,96 %, 11/16:0,69/, *Didymocystis tuberculata* /131000 Ind./l, 2,82 %, 5/16:0,31/, *Scenedesmus eornis* /56750 Ind./l, 0,38 %, 11/16:0,69/.

Unter den übrigen planktonischen Mikrophyten war die Wasserpilzart *Planctomyces bekefii* /266000 Ind./l, 2,79 %/ in sämtlichen untersuchten Zönosen und mit bedeutenden Individuenzahlen vertreten.

Zu den aufgezählten Daten möchten wir noch einiges hinzufügen. Die Kieselalge *Attheya zachariasii* ist für die eutrophierten Gewässer gewiss von grösserem Indikationswert, als dies aus meinen Angaben hervorgeht /vgl. F o t t 1959/, doch grade in den Flüssen wird dieser Organismus mit sehr dünnen und zerbrechlichen Zellumhüllung durch die Turbulenz stark geschädigt, in seiner Entwicklung limitiert. So ist in den Flüssen mit einer grösseren Vermehrung dieser Alge nur zur Zeit der tiefsten Wasserstände, also in den Perioden herabgesetzter Turbulenz zu rechnen. Die erhöhte Turbulenz - wie man das mit Gewissheit annehmen kann - ist auch bei den Algen *Synedra acus*, *Synedra* /*Nitzschia*/ *actinastroides* und *Actinastrum hantzschii* von limitierender Auswirkung.

Zwei weitere Bemerkungen: Die sehr kleinen und nicht immer leicht identifizierbaren *Didymocystis*-Arten - insbesondere die Art *D. tuberculata* - sind meiner Auffassung nach weit verbreiteter in den eutrophierten Gewässern, wie das aus den bisherigen Publikationen hervorgeht. Bei der Art *Nitzschia palea* ist es zu bemerken, dass diese Alge besonders in solchen Gewässern massenhaft auftritt, welche in der vorausgehenden Zeit von starker organischer Verschmutzung belastet wurden und zur Zeit der Probeentnahme sich in Stadium der intensiveren Selbstreinigung befinden. Mittelmässige Individuenzahlen - und in den untersuchten Fällen handelte es sich um solche - dieser Alge sind höchstwahrscheinlich Begleiterscheinungen des eutrophierten Flusszustandes. /Dies steht keineswegs im Widerspruch mit dem vorher Erwähnten./

Zusammenfassende Betrachtungen

Die bei unseren Erörterungen in Betracht gezogenen Flüsse haben mehrere gemeinsame Züge: sie gehören u. a. zum gleichen grösseren Klimagebiet, ihre Fliessgeschwindigkeit, ihre Mengen an Schwebstoffen sind annähernd gleich gross. Jene Verallgemeinerungen, zu denen wir aus den Tatsachen über diese Flüsse gelangen, können mit guter Annäherung im allgemeinen für die ostmitteleuropäischen grösseren Flüsse als gültig betrachtet werden.

Nach meinen Angaben ist es anzunehmen, dass im ostmitteleuropäischen Raum auf den aktuellen eutrophierten Zustand grösserer Flüsse die grösseren Individuenzahlen folgender Mikrophyten hindeutet = *Cyclotella*-Arten, *Nitzschia acicularis*, *Melosira granulata* var. *angustissima*, *Stephanodiscus dubius*, *Nitzschia palea*, *Ankistrodesmus angustus*, *Scenedesmus opoliensis*, *Scenedesmus acuminatus*, *Planctomyces bekefii*. Bei diesen Organismen ist also ein Indikationswert für den eutrophierten Flusszustand anzunehmen. Bei folgenden Algen ist dieser Indikationswert in mehr-weniger beschränktem Masse auch anzunehmen = *Melosira granulata*, *Dictyosphaerium pulchellum*, *Didymocystis tuberculata*, *Scenedesmus granulatus*, *Scenedesmus ecornis*. Bei machen Algen wird die volle Entfaltung eines Indikationswertes in den Flusszönosen grade durch die speziellen limitierenden Umstände des Fliessgewässers eingeschränkt. Zu dieser Kategorie gehören = *Attheya zachariasii*, *Synedra* /*Nitzschia*/ *actinastroides*, *Synedra acus*, *Actinastrium hantzschii*.

Diese Erörterung ist bloss als ein Beitrag zu einer umfassenderen Verallgemeinerung zu betrachten. Angaben, die auf ähnlicher breiter statistischer Basis ruhen, werden eine solche umfassendere Verallgemeinerung wahrscheinlich erleichtern.

Literatur

- Blum J. L. /1956/: The ecology of river algae. - Botanical Review 12, 291-341.
 Claus, G. /1961/: Monthly ecological studies on the flora of the Danube at Vienna in 1957-58. - Verh. Internat. Verein. Limnol., 14, 459-465.
 Dussart, B. /1966/: Limnologie. - Paris
 Fott, B. /1959/: Algenkunde. - Jena.
 Järnefelt, H. /1952/: Zur Limnologie einiger Gewässer Finnlands. XV. - Annal. Soc. Zool. Bot. Fennicae "Vanamo", 14, 1-84.
 Järnefelt, H. /1956/: Zur Limnologie einiger Gewässer Finnlands. XVI. - Annal. Soc. Zool. Bot. Fennicae "Vanamo" 17, 1-198.

- Lund, J. W. G. /1965/: The ecology of the freshwater phytoplankton. - Biol. Reviews, 40, 231-293.
- Nygaard, G. /1949/: Hydrological studies on danish ponds and lakes. II. The quotient hypothesis and some new or little known phytoplankton organisms. - Danske Vid. Selk. Biol. Skr., 7, 1-293.
- Ohle, W. /1955/: Die Ursachen der rasanten Seeneutrophierung, - Verh. Internat. Verein. Limnol., 12, 373 - 382.
- Ragotzkie, R. A. - L. R. Pomeroy /1957/: Life history of a dinoflagellate bloom. - Limnol. Oceanography, 2, 62-69.
- Ruttner, F. /1952/: Grundriss der Limnologie /2. ed./ - Berlin.
- Sebestyén, O. /1963/: Bevezetés a limnológiába. - Budapest
- Thienemann, A. /1925/: Die Binnengewässer Mitteleuropas. - Stuttgart
- Thienemann, A. /1955/: Die Binnengewässer in Natur und Kultur. - Berlin-Göttingen-Heidelberg
- Thunmark, S. /1945/: Zur Soziologie des Süßwasserplanktons. Eine methodologisch-ökologische Studie. - Folia Limnol. Scand, 3, 1-66.
- Uherkovich, G. /1968 a/: Adatok a Tisza potamofitoplanktonja ismeretéhez. VI. /Data to the potamophytoplankton in the Tisza River. VI./ - Hidrológiai Közlemény, 48, 315-323.
- Uherkovich, G. /1968 b/: Über verschiedene Typen der Algenmassenvermehrung in der Tisza /Theiss/. - Tiscia, Szeged 4, 11-20.
- Uherkovich, G. /1969 a/: Über das Wisła-Phytoseston zwischen Krakow und Tczew. - Acta Hydrobiol. /in litt./
- Uherkovich, G. /1969 b/: Über das Phytoseston der eutrophierten Theiss /Tisza/ I. Beobachtungen im August 1968. - Tiscia, Szeged, 5, /in litt./