

## Bakteriozönotische Untersuchungen an einem oligotrophen Biotop

Von Karl Wilhelm K u c h a r (Wien)

Makrophytenbestände haben einigen Aussagewert für die ökologische Situation eines Standortes. Sie sind Ausdruck der edaphischen und hydrologischen Standortsfaktoren, kennzeichnen geologische Lage und Wasserchemismus, sind Haftsubstrat für Epibionten, greifen in den Sauerstoff-, Kohlensäure- und Kalkhaushalt des Gewässers ein, üben auch sonst Einfluss auf den Wasserchemismus und liefern zudem als wesentliche Urproduzenten organischer Stoffe die wichtigste Grundlage für die bakteriozönotische Prägung. Zwar spielen in dieser Hinsicht auch andere Faktoren mit, doch ist, z. B. die Temperatur-Amplitude der Bakterien meistens ziemlich gross und tritt somit zurück, und was mit in erster Linie in Gefüge und Struktur der Bakteriengesellschaften bestimmend eingreift, sind eben die von Makrophyten herrührenden Stoffe, die Trophine, in fein nuancierten, anders nicht oder kaum erfassbaren Abstufungen.

Bakteriozösen sind somit sichtbarer Ausdruck der trophischen Gegebenheiten, und ich schliesse diese Untersuchung anderen an, die ebenfalls den Einfluss von *Callitriche*-Trophinen auf die Bakteriozöosen zum Gegenstand hatten (K u c h a r 1971 a, 1971 b).

Der untersuchte *Callitriche*-Biotop liegt in Oberösterreich, in der Nähe des Attersees, hat quadratische Gestalt, die Wasserfläche A nimmt  $74 \text{ m}^2$  ein, Höhe des Wasserspiegels T ist 40 cm, das Wasservolumen V beträgt  $30 \text{ m}^3$  und der Biotop-Quotient A/T hat den Wert 1,9. Da dieser Quotient über 1,6 liegt, bezeichne ich das Gewässer als ökologisch flach, und, wie sonst auch in solchen Fällen, ist das Wasser sauerstoffreich, unabhängig von der Bakterienzahl. Der Biotop ist seichter als 50 cm, und in solchen Fällen darf man nach meinen Erfahrungen eine indirekte Schichtung des Sauerstoffgehaltes erwarten, also in Bodennähe einen höheren Gehalt als an der Oberfläche; mit den Bakterienzahlen ist es gerade umgekehrt, die oberen Wasserschichten sind die bakterienreichern. Die Temperatur des Wassers erreicht auch in heissen Sommern  $18^\circ \text{ C}$  nicht, es handelt sich also um einen kühlen Standort; so hat z. B. bei  $24^\circ \text{ C}$  Lufttemperatur das Wasser an der Oberfläche  $16,6^\circ \text{ C}$ , am Boden  $15,5^\circ \text{ C}$  gehabt. Limnokrenen sind wahrscheinlich, aber nicht erkennbar, von Strömungen lässt sich nichts feststellen. Den Chemismus deuten folgende Zahlen an:

pH-Wert	6,9
Alkalinität	2,1 mval/l
Karbonathärte	5,9° dH
Sauerstoff der oberen Schichten	9,0 mg/l
Sauerstoff in Bodennähe	9,8 mg/l
Schwefelwasserstoff	nicht nachweisbar
Ammoniak	nicht nachweisbar
Nitrite	nicht nachweisbar
Nitrate	0,1 mg/l
Phosphate	0,07 mg/l
Eisen	nicht nachweisbar

Der Boden ist lehmig-sandig, leicht bedeckt mit heller Gytjtja. Kennzeichnend ist *Callitriche* in lichten Beständen mit *Ulothrix*; mit der oligo- bis mesosaprobien Chaetophoralen *Draparaldia*, die reichverzweigten lateralen Zweige ganz in Schleim gehüllt; und der verzweigten Oedogonialen *Bulbochaete* mit basal aufgetriebenen Endborsten. Gastropoden dieses Biotops sind *Limnaea* und *Planorbis*. Kennzeichnend sind auffallend viele Insektenlarven, namentlich finden sich viele Triochopterengehäuse aus vegetabilen Fragmenten von *Limnophilus*, spiralgig gebaute Köcher von *Phryganea* und gebogene Gehäuse aus Sandkörnern und Pflanzenresten von *Leptocerus*. Weniger zahlreich sind Ephemeriden wie *Baëtis* und, ziemlich rar, *Cloëon* im Phytal. Ansonsten gibt es Chironomiden-Larven, Rhynchoten und Odonaten-Larven. Die Cladozieren sind artenmässig sehr dürftig, vor allem fehlen die euplanktischen Daphniden, n u r im Phytal kommt *Simocephalus* vor; in dieser Lebesgemeinschaft finden sich auch die Chydoriden *Chydorus* und *Alona*; planktisch im freien Pelagial *Bosmina*. Copepoden sind artenmässig weit stärker ausgebildet, ziemlich häufig ist *Acanthocyclops vernalis*, ebenso Diaptomiden. Rotatorien sind gar nicht so selten im Plankton, hauptsächlich handelt es sich um *Keratella* (*Anuraea*) *cochlearis* und *Asplanchna*, seltener um *Notholca*. Ansonsten gibt es benthische Nematoden und Oligochaeten vom Typus *Stylaria* mit scharf abgesetztem Tentakel, im Phytal.

An Ciliaten sind nachweisbar die oligotrophen Formen *Prorodon*, holotrich, ellipsoidisch, mit Stäbchenapparat; das peritriche langgestreckte *Ophrydium* mit Zoochlorellen, in Gallertklumpen im Phytal; ebendort das birnenförmige, heterotriche *Strombolidium*. An Cyanophyceen sind nur hormogonale Formen nachweisbar. *Microcoleus* mit schleimigen Scheiden, die mehrere Trichome umschliessen und dessen blaugrüne Lager die Hydrophyten stellenweise überziehen; *Nostoc verrucosum*, dessen Fäden mit dicken Scheiden und kugeligen Heterocysten vereinigt sind zu halbkugeligen, festsitzenden, schwarzgrünen Lagern; *Phormidium inundatum*, oligosaprob, mit Trichomen, die am Ende verjüngt und verklebt sind mit dünnen verschleimten Scheiden und bläu-

liche Lager auf dem Boden bilden. Euglenalen fehlen, dafür bieten sich in einiger Auswahl Peridineen, so das ungepanzerte *Gymnodinium* und die gepanzerten *Peridinium* und *Ceratium hirudinella*. Überdies kommt die Protomonadine *Displosiga socialis*, mit zwei plasmatischen Trichtertragen, epibiontisch auf Diatomeen vor.

Volvocalen sind nicht nachweisbar, dafür treten drei Chlorococcalen auf: *Hydrodictyon* liess sich nachweisen als freischwimmendes Netzfragment; *Dictyosphaerium pulchellum*, ein Ubiquist, der auch in stärker belasteten Gewässern vorkommt ebenso wie in kalkarmen oligotrophen, und den ich wiederholt selbst in sauren dystrophen Torfgewässern im Gebiet gefunden habe; *Botryococcus brauni* findet sich in einem stillen Uferwinkel an der Wasseroberfläche, in traubig-kugeligen, ölhaltigen Zönobien mit ineinandergeschachtelten Gallertrichtern. Die Desmidiaceen sind artenreicher, darunter zwei *Closterium*-Arten, eines davon wohl *Cl. lineatum*, ferner zwei *Cosmarium*-Arten, eines davon ist *Cosmarium punctulatum*, und Vertreter der Gattung *Micrasterias*.

An Xanthophyceen ist nachweisbar die Mischococcale *Ophiocytium* mit langgestreckten Zylinderzellen, ausserdem *Tribonema* und *Vaucheria* (wohl *de Baryana*). Die Chrysophyceen sind vertreten durch einige Plankter: *Mallomonas*, eingeschlossen in einer Hülle mit Kiesel-schuppen, gilt als oligosaprob; *Dinobryon*, mit dünnen, farblosen Zellulosegehäusen; *Chrysococcus*? mit dickem, von Eiseneinlagerungen bräunlichem Gehäuse; *Chromulina*, oligotroph, aber auch von  $\beta$ -mesosaprobien Standorten her bekannt. Die Diatomeen sind ziemlich artenreich, darunter die zentrische *Cyclotella*, die araphiden *Tabellaria* und *Meridion*; von Biraphidineen treten ziemlich zahlreich *Pinnularia*, *Navicula*-Arten und *Cymbella cesati* auf.

Die Bakterienzahlen bewegen sich in dürrftigen Grenzen, in den oberflächennahen Schichten sind es rund 1750/ml, in bodennahen Schichten sind es mehr, 2600. Die grössten Zellzahlen hat *Pseudomonas limnophila* aufzuweisen, 30% der gesamten Keimzahl entfallen auf dieses Bakterium. Daran schliesst sich mit einigem Abstand eine zweite *Pseudomonas*-Art, *Ps. chlorophaena*, mit 21%. Dann folgen mit je 15% eine weitere *Pseudomonas*-Art, *Ps. pestai*, und *Vibrio kresseri*. Nun folgen die Nichtpseudomonaden *Achromobacter ubiquitum* mit 14% und, mit grossem Abstand, *Aerobacter aerogenes* 1%. Diese Arten bestreiten fast die gesamte Ausbeute, andere zeigen sich nur sporadisch auf den Platten, vor allem sind es die beiden Sporenbildner *Bacillus megaterium* und *Bac. mycoides*.

Die vertikale Verteilung ist verschieden bei den einzelnen Arten. *Pseudomonas limnophila* und *Ps. pestai* bevorzugen tiefere Regionen, *Vibrio kresseri* ist in den oberflächennahen Schichten stärker angereichert, und die anderen Arten sind ziemlich mit gleicher Abundanz in allen Schichten anzutreffen. Die wichtigsten, hier interessierenden Merkmale der angeführten Arten sind folgende:

*Pseudomonas limnophila* Kuch. Nichtfluoreszierender Verflüssiger; Indol- und Schwefelwasserstoffbildung fehlen, Schwache Nitratreduktion zu Nitrit, Glucose wird stark gesäuert.

*Pseudomonas chlorophaena* Mig. Die isolierten Stämme fluoreszieren und verflüssigen Gelatine; weitere Angaben über biochemische Umsetzungen fehlen in Migula's Artbeschreibung. Meine Untersuchungen ergaben: weder Indol- noch Schwefelwasserstoffbildung, Voges-Proskauer negativ, Denitrifikation von Nitratbouillon bis zur Gasbildung, starke Säuerung von Glucose und Saccharose, schwache Säuerung von Lactose.

*Pseudomonas pestai* Kuch. Schwacher Fluoreszent mit rascher Gelatineverflüssigung und leichter Agarverfärbung. Weder Indol noch Schwefelwasserstoff. Negative Voges-Proskauer- und Methylrotreaktion. Keine Nitratreduktion. Schwache Säuerung der Glucose.

*Vibrio kresseri* Kuch. Äusserst langsame Verflüssigung, kein Indol, kein Schwefelwasserstoff, keine Nitratreduktion. Alkalisierung von Glucose-, Lactose- und Saccharose-Bouillon.

*Achromobacter ubiquitum* (Jord.) Berg. et al. Nichtverflüssiger, kein Indol, kein Schwefelwasserstoff. Rasche Nitritbildung. Starke Säurebildung.

*Aerobacter aerogenes* (Kruse) Beijerinck. Unbegeißelte Stämme, keine Gelatineverflüssigung. Die isolierten Stämme bilden kein Indol. Kein Schwefelwasserstoff. Nitrit aus Nitrat. Aus Zuckern entstehen Säure und Gas.

Die Arten mit grösserer Abundanz lassen sich in zwei Gruppen gliedern, in Pseudomonaden und Nichtpseudomonaden. Die Pseudomonaden sind durch zwei Gattungen vertreten, die Gattung *Pseudomonas* und die Gattung *Vibrio*. Die erste Gattung umfasst drei Arten, *Ps. limnophila*, *Ps. chlorophaena* und *Ps. pestai*. Den Hauptteil von dieser Gattung trägt der Nichtfluoreszent *Ps. limnophila*, der mit 30% nahezu ein Drittel der Gesamtkeimzahl stellt. Die beiden anderen Pseudomonas-Arten sind Fluoreszenten, *Ps. chlorophaena* 21% und *Ps. pestai* 15%, von denen zwar keine die Abundanz von *Ps. limnophila* erreicht, zusammen aber übersteigt die Zellzahl der Fluoreszenten die Zellzahl von *Ps. limnophila*, sie bestreiten mit 36% mehr als ein Drittel der Gesamtkeimzahl. Rechnet man die Anteile der *Pseudomonas*-Arten zusammen, so stellt sich heraus, da die Gattung *Pseudomonas* allein 66%, also zwei Drittel der Gesamtkeimzahl stellt. Die zweite Pseudomonaden-Gattung, *Vibrio*, ist nur durch eine Art, *V. kresseri* vertreten und erhöht mit ihren 15% den Anteil der Pseudomonaden auf 81%, sodass diese Gruppe bei weitem in Führung liegt.

Biochemisch gesehen stellen die drei *Pseudomonas*-Arten, die alle starke Verflüssiger sind, 66% der proteolytischen Kolonien. *Vibrio kresseri* verflüssigt nur schwach, kann also nicht mehr zu den eigentlichen Proteolyten gerechnet werden, und trägt somit zur Proteolyten-

zahl nicht eigentlich bei. Starke Säurebildner sind vor allem *Ps. limnophila* 30% und, etwas weniger stark, *Ps. chlorophaena* 21%. *Ps. pestai* säuert nur schwach; will man ihn dennoch zu den Säurebildnern rechnen, so ergibt sich die Zahl 66%, und somit wird auch der überwiegende Teil der säurebildenden Kolonien von *Pseudomonas*-Arten gestellt; *Vibrio kresseri* säuert nicht. Zu Nitraten stellen sich die Arten verschieden. *Ps. pestai* und *Vibrio kresseri* reduzieren gar nicht; *Ps. limnophila* 30% bildet etwas Nitrit, und *Ps. chlorophaena* 21% ist ein kräftiger Denitrifikant, sodass an diesen Umsetzungen immer noch 51% beteiligt sind. Indol und Schwefelwasserstoff werden von den angeführten Pseudomonaden nicht gebildet.

Von den Nichtpseudomonaden nehmen nur zwei Arten von quantitativem Belang an der Bakteriozönose teil, je eine Art zweier verschiedener Gattungen, und zwar hauptsächlich *Achromobacter ubiquitum* mit 14% und, mit weit geringerer Abundanz, *Aerobacter aerogenes* mit 1%. Beide Arten sind biochemisch sehr ähnlich, beiden fehlt das Verflüssigungsvermögen, sie bilden weder Indol noch Schwefelwasserstoff, beide aber reduzieren Nitrat zu Nitrit und sind starke Säurebildner; *Aerobacter* entwickelt überdies Gas.

Das qualitative Gefüge der Bakteriozönose wird somit in erster Linie von Pseudomonaden geprägt und zwar hauptsächlich durch die Gattung *Pseudomonas* mit drei Arten, von denen zwei Fluoreszenten sind; daran schliesst sich eine *Vibrio*-Art, sodass die Pseudomonaden also mit vier Arten zweier verschiedener Gattungen beteiligt sind. Eine nicht übersehbare, also offenbar wichtige Konstituente der Bakteriozönose sind auch Nichtpseudomonaden, mit vier Arten ebenso artenarm wie die Pseudomonaden. Es sind zwar drei Gattungen im Spiele, da aber nur zwei Arten quantitativ bedeutsam sind, sinkt auch die Gattungszahl auf zwei; die Artenzahl der Pseudomonaden überwiegt also.

Die quantitative Struktur ist ebenfalls in erster Linie bestimmt durch die Pseudomonaden, dennoch leisten aber auch die Nichtpseudomonaden einen wichtigen Beitrag zur Gesamtkeimzahl. Drei Arten, *Ps. pestai*, *Vibrio kresseri* und *Achromobacter liquefaciens* kommen in ziemlich gleicher Abundanz vor, *Ps. limnophila* ist doppelt so häufig, und *Ps. chlorophaena* steht zahlenmässig dazwischen. Im ganzen liefert also den grössten Beitrag die Gattung *Pseudomonas*, sie stellt allein, mit leichtem Überwiegen der Fluoreszenten 66%, zwei Drittel der Gesamtkeimzahl. Dazu gesellt sich die *Vibrio*-Art mit noch namhaftem Betrag, sodass die Pseudomonaden mit mehr als drei Viertel aller Kolonien im Vordergrund stehen. Die Nichtpseudomonaden mit 15% stehen weit dahinter. Grampositive kommen in nennenswerter Menge überhaupt nicht vor.

Proteolyten gibt es nur unter den Pseudomonaden, doch ergibt das immerhin 66% aller Kolonien. Dieselbe Zahl ergeben die Nitratreduzenten, diesmal jedoch nehmen auch die Nichtpseudomonaden an

den Umsetzungen teil. Säure bilden alle Arten mit Ausnahme des alkalisierenden *Vibrio kresseri*, sodass diese biochemische Gruppe mit 81% den grössten Anteil stellt.

#### Zusammenfassung

Ein oligotrophes Kleingewässer ist gekennzeichnet durch eine Bakteriozönose, in der Pseudomonaden mit 81% die Vorherrschaft haben, auch in der Artenzahl, darunter eine *Vibrio*-Art mit 15% Anteil an der Gesamtkeimzahl. Grampositive Nichtsporenbildner kommen nicht vor.

#### Literatur

- Kuchar, K. 1971 a: Bakteriozönotische Untersuchungen an einem Biotop hoher Alkalinität. Sydowia 25.  
— 1971 b: Bakteriozönotische Untersuchungen an einem Biotop geringer Alkalinität. Sydowia 25

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

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Sydowia](#)

Jahr/Year: 1972/1974

Band/Volume: [26](#)

Autor(en)/Author(s): Kuchar Karl Wilhelm

Artikel/Article: [Bakterienozönotische Untersuchungen an einem oligotrophen Biotop. 184-189](#)