

Bakteriozönotische Untersuchungen an einem ökologisch tiefen Gewässer

Von Karl W. Kuchar (Wien)

In zwei Arbeiten über die Bakteriozöosen dystropher Gewässer (Kuchar 1971 a, 1971 b) habe ich versucht, die Bakteriozöosen zweier *Sphagnum*-Standorte zu skizzieren. Es war von Interesse, in solche Untersuchungen auch andere Bryophyten-Biotope einzubeziehen. In diesem Fall ist es ein *Calliergonella*-Standort.

Vor allem unterscheidet sich dieses Ökosystem in der Alkalinität von den *Sphagnum*-Standorten. Hier ist der Kalkgehalt weit höher und, wie ich an einem ähnlichen Standort zeigen konnte (Kuchar 1953), ändert sich der Bikarbonat-Spiegel im Tagesverlauf nicht oder kaum, mit anderen Worten, *Calliergonella* vermag, ähnlich wie die anderen Moose, Bikarbonate nicht zur Photosynthese heranzuziehen.

Die Wasserfläche des nahezu rechteckigen Gewässers ist $A = 8 \text{ m}^2$, die Höhe des Wasserspiegels $T = 120 \text{ cm}$, das Wasservolumen $V = 9,6 \text{ m}^3$, der Biotop-Quotient $A/T = 0,07$. Das Wasser des Biotops, dessen Wände dicht mit *Callitriche* bewachsen sind, der aber ansonsten frei ist von höherer Vegetation, ist völlig klar und farblos; die chemischen Daten:

pH-Wert	7,4
Alkalinität	5,5 mval/l
Sauerstoff oben	8,9 mg/l
Sauerstoff unten	7,3 mg/l
Schwefelwasserstoff	nicht nachweisbar
Ammoniak	0,04 mg/l
Nitrite	nicht nachweisbar
Nitrate	0,5 mg/l
Phosphate	0,05 mg/l
Ferro-Ion	nicht nachweisbar
Ferri-Ion	2,1 mg/l

Die Temperatur des Wassers geht selbst an sehr warmen Sommertagen in den oberen Schichten nicht über 14° C hinaus, unten ist sie konstant 11° C .

Das Plankton ist dürrtig entwickelt, einige *Chydorus*-Exemplare und einige Copepoden sind nahezu die einzigen Euplankter, alles andere ist mehr oder weniger tychoplanktisch und rührt namentlich von den epipelischen Gesellschaften her; diese sind gar nicht so schwach entwickelt, die Diatomeen sogar ziemlich üppig.

Im Sedimentbereich lässt sich der heterotriche Ciliat *Halteria* nachweisen, und die Holotrichen *Paramecium* mit Zoochlorellen, *Nassula gracilis* und *Provodon niveus*.

An eigentlichen epipelischen Formen gibt es einige Cyanophyceen. Die Chroococcale *Aphanothece*, eine Form mit lang-zylindrischen Zellen, eingebettet in Gallertlager, liegt lose dem Sediment auf; auch losgelöste Lager schwimmen an der Oberfläche. Die anderen epipelischen Cyanophyceen sind Hormogonalen: eine *Oscillatoria* mit schmalen Trichomen, eine *Lyngbya* mit mässig dicken Scheiden, und *Nostoc* mit interkalaren Heterocysten; diese drei Arten sind auch epiphytisch nachweisbar.

Dem Sediment angeheftet ist eine lang-spindelförmige Volvocale, wohl *Chlorogonium*, ferner sind in diesem Bereich zwei Chlorococcalen feststellbar, vierzellige Cönobien von *Scenedesmus* und Sternzönobien einer *Pediastrum*-Art. Flagellaten sind vertreten durch zwei Euglenalen, *Euglena* und *Trachelomonas*, dieses mit eisenhaltigen braunen Gehäusen, sowie durch eine Chrysomonade, *Chroomonas*, mit blaugrünen Chromatophoren.

Manche von den aufgezählten Formen sind auch epiphytisch zu finden zwischen dem festgehefteten Aufwuchs. Dazu zählen ausser zahlreichen Diatomeen einige Cyanophyceen, so eine kurzfädige Pleurocapsale, die krustenartig der Unterlage aufliegt und im Querschnitt an *Hydrococcus* erinnert; dann eine kokkale Dermocarpale, offenbar *Dermocarpa*, deren Lager ebenfalls flach aufliegen; beide sind selten. Auffallender ist die Hormogonale *Gloeotrichia*, deren Fäden mit einer basalen Heterocyste und darüber mit einer Dauerzelle zu Gallertkolonien vereinigt sind und die dem Moos aufliegen.

Epiphytisch sind auch die Chlorococcale *characium* (wahrscheinlich *acuminatum*), die länglich-spindelförmigen Zellen mit kleinen Stielchen festgeheftet und die Mischococcale *Characiopsis* mit zylindrischen, ebenfalls gestielten Zellen. An Conjugaten liessen sich nur zwei Arten nachweisen, ein *Closterium*, dieses etwas zahlreicher, und ganz spärlich eine *Cosmarium*-Art.

Unvergleichlich zahlreicher, in bezug auf Arten und Individuen, sind Diatomeen; diese charakterisieren den Standort. Die meisten Arten sind Biraphidineen, die weiteren rekrutieren sich aus Araphidineen, es kommt auch eine zentrische Diatomee vor, *Melosira*, in eng geschlossenen fadenförmigen Ketten.

Epiphytisch sind vor allem die festhaftenden Araphidineen *Fragilaria*, die als β -mesosaprob gilt, und deren schmale Schalen zu fest-sitzenden lockeren Bändern verbunden sind; *Meridion*, oligosaprob, die keilförmigen Zellen in Fächerzönobien; *Synedra*-Arten, oligo- bis β -mesosaprob, deren lineare Zellen mit basalen Gallertpolstern festhaften und in Bündeln über die Oberfläche hinausragen. Die Monoraphideen sind vertreten durch *Achnanthes*, deren kleine länglich-

elliptischen Zellen mit kurzen Gallertstielen festhaften und vom Substrat absteigen; Vertreter der zweiten Monoraphideen-Gattung, *Cocconeis*, breit-elliptisch, liegen der Unterlage dicht an. Unter den Naviculaceen gibt es in diesem Standort ebenfalls epiphytische Formen. Eine *Cymbella* mit stark gebogener Apikal-Achse und stark konvexem Dorsalrand, haftet mit langen Gallertstielen. Die keilförmigen Zellen einer *Gomphonema* (diese Gattung gilt allgemein als β -mesosaprob), bildet ebenfalls lange Gallertstiele. Die Epithemiacee *Rhopalodia* liegt mit ihren schwach sichelförmig gebogenen Zellen im Gegensatz zu den vorigen Formen, dem Substrat eng an, ebenso eine *Epithemia*, deren stark konvexer und vor den Polen eingedrückter Dorsalrand nach aussen gekehrt ist; *Epithemia*-Arten sind gewöhnlich ebenfalls β -mesosaprob. Dazwischen kommen auch frei bewegliche *Navicula*- und *Nitzschia*-Arten vor, und müssen in diesem Fall eigentlich auch zu dieser Gesellschaft gezählt werden.

Die wichtigsten Diatomeen-Gesellschaften in diesem Standort sind aber zweifellos die benthischen, die Sediment-Gesellschaften. Jede Probe fördert grosse Mengen epipelischer Diatomeen zutage, und gelegentlich tauchen auch auf der Wasserfläche losgelöste braune Beläge auf. Darin kommen zwar auch die epiphytischen Formen vor, den Hauptanteil aber stellen Naviculaceen und Nitzschien. *Frustulia*, deren Raphe von zwei Längsrippen eingeschlossen ist, kommt nicht sonderlich zahlreich vor, wohl aber beherrschen das Feld mehrere kleinzellige Arten der Riesengattung *Navicula*. Auch von der breitrippigen *Pinnularia* kommen mehrere kleinzellige Arten vor; überhaupt sind größere Formate relativ selten. Einige bewegliche *Cymbellen*; *Amphiprora*, um die Apikalachse gedreht; *Gyrosigma*-Arten kommen ebenfalls vor. Kleinzellige *Caloneis*-Arten, die breit-elliptische *Diplo-neis ovalis* und *Stauroneis*, deren breite, strukturlose Zentralarea bis an den Schalenrand reicht, sind weitere epipelische Formen.

Die durchschnittliche Bakterienzahl ist nicht hoch, um 1400 ml, in den oberflächennahen Schichten kleiner, 930/ml, in den unteren Wasserschichten etwa doppelt so hoch, rund 1860/ml. An Bakterien, die zahlenmässig mit grösserer Abundanz vorkommen, wurden folgende gefunden: bis hinab zu 10% waren es *Pseudomonas telmatophila* und *Brevibacterium helvolum* mit je 21%. Etwas weniger, 16% aller Kolonien, bildet *Flavobacterium aquatile*, und *Achromobacter liquefaciens* stellt 10%. Weniger zahlreich sind *Aerobacter aerogenes* 8% und *Flavobacterium arborescens*, mit derselben Abundanz. Ferner: *Brevibacterium fulvum* 5%, und schliesslich zwei Arten, die nur je 2% liefern, nämlich *Pseudomonas putida* und *Sarcina alba*. Vereinzelt sind *Pseudomonas sinuosa* und *Bacillus tumescens* nachgewiesen worden.

Die vertikale Verteilung ist je nach Art verschieden. *Pseudomonas telmatophila* bevorzugt die unteren Regionen, ebenso sind die beiden Flavobakterien in den unteren Schichten angereichert, und *Sarcina* ist

mit *Bacillus* nur unten zu finden. Die beiden *Achromobacter*-Arten hingegen sind vor allem in den oberen Schichten vertreten, *Pseudomonas putida* überhaupt nur hier. Die *Brevibacterien* und *Pseudomonas sinuosa* kommen so ziemlich gleichmässig verteilt in der ganzen Wassersäule vor.

Die Pseudomonaden sind durch drei Arten einer einzigen Gattung vertreten, davon nimmt vor allem eine Art, *Pseudomonas telmatophila* mit 21%, also fast einem Viertel, Anteil an der Gesamtkeimzahl. Die zweite Art, *Ps. putida*, ist völlig zurückgedrängt, ihr Anteil beträgt nur 2%. Die dritte Art, *Pseudomonas sinuosa*, kommt überhaupt nur sporadisch vor und hat also quantitativ keine Bedeutung. Zusammen ist mit 23% der Anteil der Pseudomonaden also knapp ein Viertel der Gesamtkeimzahl.

Was die biochemischen Leistungen betrifft, ist zum Thema Pseudomonaden folgendes zu sagen. *Pseudomonas telmatophila*, ein Fluoreszent, ist zugleich auch ein starker Proteolyt. *Ps. putida*, ebenfalls fluoreszierend, versteht diese Kunst nicht, was aber vom quantitativen Standpunkt aus nicht viel ändert, weil diese Art nur mit 2% an der Gesamtkeimzahl beteiligt ist. Somit geht knapp ein Viertel, 21% aller Kolonien auf verflüssigende Pseudomonaden. Indol- und Schwefelwasserstoffbildner gibt es in dieser Gruppe nicht. Nitrite bildet allein *Pseudomonas putida*, das sind also nur 2%. Dafür gibt es aber säurereiche Säurebildner, diesmal ist wieder *Ps. telmatophila* an der Reihe, also sind es 21%.

Die Artenzahl der Nichtpseudomonaden ist weit grösser, sie verteilen sich auf sechs Gattungen. Es lässt sich zweierlei unterscheiden: die Gruppe der gramnegativen Nichtpseudomonaden mit vier Arten, und die Grampositiven, ebenfalls vier Arten. Die Gramnegativen sind mit 42% überhaupt die stärkste Gruppe. Am häufigsten ist *Flavobacterium aquatile*, 16%; *Achromobacter liquefaciens* stellt 10%. *Flavobacterium arborescens* und *Aerobacter* sind mit je 8% beteiligt. Es stechen somit die beiden Flavobacterien hervor mit 24%, also nahezu einem Viertel. Die Grampositiven sind mit 28% beteiligt, davon entfallen allein auf *Brevibacterium helvolum* 21%, und, zusammen mit der zweiten *Brevibacterium*-Art, *B. fulvum* 5%, bestreitet somit diese Gattung nahezu den ganzen Anteil der Grampositiven, denn *Sarcina alba* hat nur 2% beizusteuern und der Sporenbildner *Bacillus tumescens* spielt quantitativ gar keine Rolle, was aber durchaus nicht zu der Meinung berechtigt, dass ihm nicht doch eine biozönotische Bedeutung zukäme.

Die biochemischen Leistungen der Nichtpseudomonaden sind in mancher Hinsicht sehr verschieden ausgeprägt, Gelatine verflüssigen aber alle, manche stark, drei Arten aber nur ganz schwach und zögernd und das sind *Achromobacter reticulare*, *Brevibacterium fulvum* und *Sarcina alba*. Die Gramnegativen stellen damit 34% starke Verflüssi-

ger und von den Grampositiven sind es 21%, zusammen sind also von den Nichtpseudomonaden 55% starke Proteolyten. Indol bildet nur eine einzige Art, *Brevibacterium fulvum*, 5%. An Schwefelwasserstoffbildnern ist der Prozentsatz schon grösser, es sind auch drei Arten mit der Eigenschaft, Schwefelwasserstoff zu entwickeln, ausgestattet: *Brevibacterium helvolum* 21%, *Sarcina alba* 2%, aber in weit schwächerer Masse, *Flavobacterium aquatile* 16%, zusammen 39%. Nitritbildner sind rar gesät, nur *Achromobacter reticulare* 8% reduziert Nitrate. An Säurebildnern gibt es drei Arten: *Flavobacterium aquatila* 16% und die beiden grampositiven Arten *Brevibacterium helvolum* 21% und *Sarcina alba* 2%, zusammen sind es 39%.

Im ganzen gesehen, stehen somit der Gattung *Pseudomonas* mit drei Arten somit sechs Nichtpseudomonas-Gattungen mit acht Arten entgegen. Dennoch stellen die Pseudomonaden mit 23% nahezu ein Viertel der Keimzahl, die gramnegativen Nichtpseudomonaden stellen 42%, und die Grampositiven 28%. Den charakteristischen Zügen der Bakteriozönose wird man aber erst dann gerecht, wenn man von den Nichtpseudomonaden die zwei häufigsten Gattungen in den Vordergrund stellt, die gramnegative Gattung *Flavobacterium* 24% und die grampositive Gattung *Brevibacterium* 26%, beide mit je zwei Arten. So betrachtet, ergibt sich nämlich das, was den eigentlichen Charakter dieser Bakteriozönose ausmacht, dass nämlich diese drei Gruppen, Pseudomonaden, Flavobacterien und Brevibacterien zu je einem Viertel an der Individuenzahl der Bakteriozönose beteiligt sind; das letzte Viertel verteilt sich auf alle anderen Arten. Anders ausgedrückt: rund die Hälfte aller Kolonien stellen zwei Nichtpseudomonaden-Gattungen, *Flavobacterium* und *Brevibacterium*; lapidar und bündig ausgedrückt: die Platten sind zur Hälfte gelb.

Biochemisch sieht die Sache so aus: artenmässig und in bezug auf die Keimzahl sind die meisten starken Gelatineverflüssiger gramnegative Nichtpseudomonaden, nämlich 34%. Die beiden anderen Gruppen sind mit je 21% an diesem Vorgang beteiligt und, da alle Arten mit Ausnahme von *Pseudomonas putida* Verflüssiger sind, ergibt sich, dass 76% aller Kolonien verflüssigen; zählt man die schwachen Verflüssiger dazu, dann kommt man schon nahe an die Gesamtkeimzahl. Säurebildende Stämme sind ebenfalls zahlreich, sie ergeben zusammen 60%, wobei die Beiträge der drei Gruppen, nämlich der Pseudomonaden, der gramnegativen Nichtpseudomonaden und der Grampositiven, so ziemlich gleich sind. Schwefelwasserstoffbildner hingegen liefern hauptsächlich die Grampositiven, die gramnegativen Nichtpseudomonaden stellen nur einen schwachen Bildner, und die Pseudomonaden gar keinen, sodass sich schliesslich als Endsumme immerhin noch 39% aller Kolonien als Schwefelwasserstoffbildner herausstellen. Mit den Nitritbildnern ist es, im ganzen gesehen, schlecht bestellt, die Pseudomonaden liefern einen, die gramnegativen Nichtpseudomonaden den zwei-

ten, und damit hat die Aufzählung bereits ihr Ende genommen, 10% aller Kolonien reduzieren Nitrate. Denitrifikanten gibt es überhaupt nicht. Der einzige Indolbildner ist das grampositive *Brevibacterium fulvum* 5%.

Zusammenfassung

Die Bakteriozönose eines *Calliergonella*-Biotops besteht zu einem Viertel aus *Pseudomonas*-Arten, zu einem Viertel aus Flavobacterien, zu einem Viertel aus Brevibacterien und das letzte Viertel wird von verschiedenen anderen Gattungen beigesteuert. Der Standort ist ein ökologisch tiefes, kalkreiches Diatomeen-Gewässer.

Literatur

- Kuchar, K. 1971 a: Bakteriozönotische Untersuchungen an einem leicht dystrophen Gewässer. *Sydowia* 25.
- 1971 b: Bakteriozönotische Untersuchungen an einem dystrophen Gewässer mit hoher Lage des Ca-Spektrums. *Sydowia* 25.
 - 1953: Über die Anwendbarkeit von Alkalinitäts- und CO₂-Bestimmungen zur Beurteilung der Assimilation submerser Pflanzenbestände. *Planta* 43.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Sydowia](#)

Jahr/Year: 1971/1972

Band/Volume: [25](#)

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

Artikel/Article: [Bakteriozönotische Untersuchungen an einem ökologisch tiefen Gewässer. 200-205](#)