

## Bakteriozönostische Untersuchungen an einem dystrophen Gewässer mit hoher Lage des Ca-Spektrums\*)

Von Karl W. Kuchar (Wien)

Zwischen Biotop und Bakterien bestehen Wechselbeziehungen die zu standortsgeprägten Bakteriengesellschaften führen, den Bakteriozönosen, wobei vor allem die trophischen Faktoren bestimmend im Gefüge und Struktur eingreifen. Um diese synökologischen Faktoren zu umreißen, wären langwierige Umschreibungen erforderlich, die ja doch weder erschöpfend noch den Kern treffend sein könnten und zudem kaum durchführbare diffizile chemische Analysen, namentlich der Unzahl organischer Einzelverbindungen voraussetzen würden. Daher bezeichne ich die spezifischen Nahrungsfaktoren global als Trophine und durch geeignete Präfixe oder Vorwörter lässt sich die trophische Situation kurz umreißen. Als Vorwörter mögen Gattungsnamen typischer und quantitativ vorherrschender Vertreter der Phytozönose dienen, da ja Pflanzengesellschaften Ausdruck der Gesamtheit der Umweltfaktoren sind und zudem den Hauptteil der für den Biotop kennzeichnenden organischen Stoffe liefern. So bezeichne ich z. B. die trophischen Faktoren von *Sphagnum*-Biotopen eben als *Sphagnum*-Trophine. Auch in der Abwasserbiologie liesse sich die bakterielle Ernährungsgrundlage auf diese Weise leicht kennzeichnen, so z. B. durch die Wortzusammensetzungen *Solanum*-Trophine für Belastungsstoffe, die mit den Abwässern der Kartoffelstärke-Fabriken abgehen, oder *Beta*-Trophine für Belastungsstoffe der Abwässer aus der Rübenzucker-Industrie.

Um den Einfluss spezifischer Trophine richtig einzuschätzen, sind natürlich vergleichende Untersuchungen erforderlich, Untersuchungen an Biotopen mit variablen Standortsfaktoren. In der Arbeit „Bakteriozönostische Untersuchungen an einem schwach dystrophen Gewässer“ (Kuchar 1971), war von einem *Sphagnum*-Biotop die Rede mit kleinem Biotop-Quotienten, also einem ökologisch tiefen Gewässer. Diesmal ist es ein ökologisch seichtes Gewässer, also mit geringer Tiefe in Relation zur Oberfläche, und wo die Bakterien ebenfalls unter dem Einfluss von *Sphagnum*-Trophinen stehen, also jenem Stoffkomplex, der mit samt den edaphischen Faktoren die Grundlage für den bakteriozönostischen Konnex liefern.

Der Biotop, in der Nähe des Attersees in Oberösterreich, liegt

\*) Zu ganz besonderem Dank bin ich der Ludwig Boltzmann-Gesellschaft verpflichtet für die Unterstützung dieser Arbeit.

unweit von einem kleinen Gehölz auf einer feuchten Wiese mit *Cirsium oleracea*, *Drosera longifolia*, *Pinguicula alpina*, *Parnassia palustris*, *Menyanthes trifoliata* u. a. m. Das kleine flache Gewässer ohne sichtbaren Zu- und Abfluss, ist etwa rundlich, das wenig entwickelte Steilufer ist dicht mit *Sphagnum* bewachsen, stellenweise bis an den mit humifiziertem Bestandesabfall bedeckten Beckengrund. Der Wasserspiegel liegt etwa 30 cm unter dem Beckenrand. Die Ausmasse sind: Oberfläche A = 70 m<sup>2</sup>, Wasserstand T = 35 cm, Wasservolumen V = 24,5 m<sup>3</sup>, Biotop-Quotient A/T = 2.

Das schwach gelbliche Wasser ist, vor allem in den oberen Schichten ziemlich Tagesschwankungen der Temperatur ausgesetzt. Um die Mittagszeit, bei einer Lufttemperatur von 26° C, war die Temperatur des Oberflächenwassers 21° C, der bodennahen Schicht 17° C. Die chemische Wasseranalyse ergab:

|                                  |                     |
|----------------------------------|---------------------|
| pH-Wert                          | 6,8                 |
| Alkalinität                      | 3,6 mval/l          |
| Sauerstoff in Oberflächenschicht | 8,12 mg/l           |
| Sauerstoff in Bodennähe          | 8,27 mg/l           |
| Schwefelwasserstoff              | } nicht nachweisbar |
| Ammonium-Ion                     |                     |
| Nitrit-Ion                       | 0,19 mg/l           |
| Nitrat-Ion                       | 0,6 mg/l            |
| Phosphat-Ion                     | 0,2 mg/l            |
| Ferro-Ion                        | nicht nachweisbar   |
| Ferri-Ion                        | 0,15 mg/l           |

Der Biotop-Quotient ist A/T = 2, es handelt sich also nach meiner Terminologie um ein ökologisch flaches Gewässer, und das bedeutet nach meinen Erfahrungen, dass, unabhängig von der Bakterienzahl, der Standort sauerstoffreich ist. Der Stand des Wasserspiegels, 35 cm über dem Beckenboden, weist darauf hin, dass das Wasser indirekt geschichtet ist, in bezug auf die Sauerstoffverteilung; in der Oberflächenschicht ist tatsächlich der Sauerstoffgehalt etwas geringer, 8,12 mg/l, als in Bodennähe mit 8,27 mg/l. Die Bakterien verhalten sich invers: oben mit 5600/ml sind sie etwa doppelt so zahlreich als unten mit 2100 Kolonien/ml.

Die Temperatur wurde, wie die anderen Untersuchungen, bei sonnigem ungetrübtem Wetter im Hochsommer in der Mittagszeit gemessen, bei Lufttemperaturen zwischen 24 und 28° C. Das Wasser ist thermisch direkt geschichtet, oben 21° C, unten 17° C, die Thermik ist ziemlich rege, dennoch steigt die Temperatur in Bodennähe nicht über 17° C hinaus. Der pH-Wert liegt nur um 0,2 Einheiten unter dem Neutralpunkt, die Alkalinität 3,6 mval/l gilt bereits als ziemlich hoch und dürfte den optimalen Bereich vieler Diatomeen übersteigen und somit eine Rolle spielen für die sehr begrenzte Diatomeen-Artenzahl.

An Stickstoffverbindungen sind Ammoniumsalze zwar nicht nachweisbar, wohl aber Nitrite 0,19 mg/l und Nitrate 0,6 mg/l, was sich für das Auftreten von *Synedra* und *Nitzschia* auswirken könnte, und auch für Cyanophyceen hat möglicherweise dieser Stickstoff einige Bedeutung. Der Phosphatgehalt von 0,2 mg/l dürfte ebenfalls Cyanophyceen fördern, so etwa *Aphanothece*. Eisen ist nur in Spuren nachweisbar, 0,15 mg/l, und zwar in dreiwertiger Form, was von einigem Einfluss auf die eisenspeichernden Desmidiaceen sein könnte, aber zugleich wäre vielleicht eine begrenzende, auslesende Wirkung auf manche Diatomeen möglich.

Das Plankton des leicht dystrophen Gewässers mit Dy-artigem, eisenhaltigen Torfschlamm ist quantitativ dürftig, das Zooplankton ist es auch qualitativ; das Phytoplankton ist artenreicher, ja, die Artenzahl ist sogar ziemlich gross.

Von Krustazeen sind im Netzfang allein einige Exemplare von *Simocephalus* nachweisbar. Copepoden gibt es nicht. Thecamöben, Tardigraden und einige Hydracarinae kommen ebenso vereinzelt vor wie die übrigen Organismen. Mollusken fehlen.

Von Cyanophyceen sind feststellbar vier Chroococcalen: *Chroococcus turgidus*, *Gloeocapsa*, *Aphanothece*, und auf *Sphagnum*, *Synechococcus aeruginosus*; von Hormogonalen gibt es drei Arten: *Anabaena augustumalis*, *Hapalosiphon hibernicus*, und eine *Stigonema*.

Flagellaten sind vertreten durch *Gonyostomum*, eine Chloromonadale mit apikalen und basalen Trichozysten; durch die Euglenalen *Phacus* und *Trachelomonas* mit eisengefärbtem Gehäuse; durch die Cryptomonaden *Cryptomonas*; und schliesslich durch zwei Dinoflagellaten: *Gymnodinium fuscum* und ein gepanzertes *Peridinium*. Zudem sind vier bezeichnende Chrysomonaden nachweisbar: die planktische kieselgepanzte *Synura uvella* in kugeligen wenigzelligen Zönobien; *Uroglena* in kugeligen gallertigen Zönobien; *Dinobryon pediforme*, mit Zellulosegehäusen, in verzweigten Verbänden; und *Mallomonas* mit Pektinhülle und Kieselschuppen.

Von Diatomeen fanden sich zwei Araphidineen: das für pH-Schwankungen unempfindliche *Meridion circulare*, und der bekannte Bewohner von Torfgewässern *Tabellaria flocculosa*. Ausserdem gibt es noch zwei Naviculaceen, nämlich das typische dystrophe Biozöosen-Element *Frustulia rhomboides*, und eine kleinere Pinnularia-Art, *P. subcapitata*. Auf *Sphagnum* epibiontisch zwei weitere Biraphidineen: *Amphipleura* und *Cymbella*, auch tychoplanktisch. An Xanthophyceen sind nachweisbar einige wenige *Tribonema*-Fäden und zwei Mischococcalen: im Neuston das weitverbreitete *Botrydiopsis*, und auf *Sphagnum* epibiontisch *Lutherella*.

An Chlorococcalen gibt es nur die beiden planktischen Ubiquisten *Ankistrodesmus falcatus* in vierzelligen Zönobien und *Dictyosphaerium*

*pulchellum*, die kugeligen Zellen durch Gallertstränge verbunden. Die Conjugaten sind artenreicher. *Zygnema*, unfruchtbare Knäuel, gelegentlich in Ufernähe. An Desmidiaceen kommen sechs Arten vor: von der Gattung *Euastrum*, die ja samt und sonders saures, reines Wasser bevorzugt, kommt *E. oblongum* verhältnismässig zahlreicher vor; von den Gattungen *Micrasterias* und *Penium*, von denen ja die meisten Arten huminsaurer Standorte besiedeln, gibt es hier je eine Form; schliesslich kommen vor das für Moorgewässer typische *Staurastrum furcatum* und zwei Closterien: *Cl. lunula* und *Cl. diana*.

Nach alldem zeigt sich also dieser Standort als eine merkwürdige Kombination eines dystrophen Typus mit oligotrophen Zügen, oder, anders ausgedrückt, als ein dystrophierter Oligotypus. Allerdings: der geringe Sauerstoffschwund in Bodennähe darf nicht irritieren; da es sich um ein ökologisch seichtes Becken handelt, kann die fehlende oder minimale Zehrung nicht einfach als Merkmal der Oligotrophie gewertet werden.

Die Bakterienzahl ist gering, in den oberen Wasserschichten 5600/ml, unten nur etwa ein Drittel dessen, 2100/ml. Der maxim. Anteil einer Art ist 12%. Die Zellzahl von fünf Arten beträgt mindestens 10%: *Sarcina aurantiaca* 12%, *Micrococcus conglomeratus* 12%, *Brevibacterium fuscum* 11%, *Brevibacterium helvolum* 10%, *Flavobacterium lutescens* 10%. Es handelt sich vor allem um grampositive Arten, allein *Flavobacterium lutescens* ist gramnegativ.

Unterhalb 10% bis hinab zu 4% kommen folgende Arten vor: *Pseudomonas pestai* 9%, *Ps. chlorophaea* 8%, *Ps. jankei* 8%, *Ps. telmatophila* 7%, *Achromobacter delicatulus* 5% und schliesslich *Vibrio kresseri* 4%. Also sind hier die Pseudomonaden, unterhalb 10%, in der Überzahl; nur *Achromobacter delicatulus* zählt nicht zu dieser Gruppe. Vereinzelt treten auf weitere Pseudomonaden und Bacillaceen: *Pseudomonas ambigua*, *Ps. desmolytica*, dazu die einzige Aeromonas-Art dieses Standortes, *A. liquefaciens*, und schliesslich die drei *Bacillus*-Arten, *B. cereus*, *P. tumescens* und *B. radicosus*.

Die Palette ist also bunt, namentlich Micrococcaceen, Brevibakterien und Flavobakterien machen sich etwas stärker bemerkbar, gefolgt von Pseudomonaden.

Kurze Bemerkungen über die Arten *Micr. conglomeratus*, *Brevibacterium fuscum*, *Pseudomonas pestai*, *Ps. telmatophila*, *Achromobacter delicatulus*, *Vibrio kresseri*, finden sich in der früheren Sphaenum-Arbeit (Kuchar 1971), hier folgen einige Kennzeichen der weiteren Arten.

*Pseudomonas jankei* Kuchar: nichtfluoreszierend, nicht verflüssigend, charakteristische Ringbildung in Peptonwasser. Kein Indol, kein Schwefelwasserstoff, keine Nitratreduktion; Kohlenhydrate werden nicht angegriffen, Glucose höchstens schwach gesäuert.

*Pseudomonas chlorophaena* Migula. Die Originalbeschreibung beschränkt sich auf einige wenige Angaben, die auch auf andere Arten zutreffen könnten. Meine ergänzenden Untersuchungen an mehreren Stämmen ergaben folgendes: rasche Verflüssigung, kein Indol, kein Schwefelwasserstoff, Nitrat-Denitrifikation bis zum freien Stickstoff, Säure aus Kohlenhydraten.

*Flavobacterium lutescens* (Migula) Bergey et al. Unbegeißelt, gramnegativ, langsame Verflüssigung. Kein Indol. Die meisten von mir untersuchten Stämme bilden keinen Schwefelwasserstoff. Nitratreduktion zu Nitrit. Säure aus Kohlenhydraten hat kein von mir untersuchter Stamm gebildet.

*Brevibacterium helvolum* (Zimmerman) Lochhead. Langsame Verflüssigung, Indolnegativ. Schwefelwasserstoff wird freigesetzt. Die Originaldiagnose Zimmerman's berichtet über die Nitratreduktion nichts; meine Stämme waren Nitritbildner. Säurebildung aus Glucose.

*Sarcina aurantiaca* Flügge. Verflüssigung, etwas Indol, kein Schwefelwasserstoff, keine Nitratreduktion; meine Stämme bildeten aus Zuckern keine Säure.

Unter den isolierten Bakterien lassen sich zwei Gruppen erkennen, Pseudomonaden und Nichtpseudomonaden. Von den Pseudomonaden gibt es acht Arten, von drei verschiedenen Gattungen. Die meisten Arten, nämlich sechs, sind *Pseudomonas*-Arten, und ausserdem gibt es eine *Vibrio*- und eine *Aeromonas*-Art. Nur fünf Pseudomonaden treten häufiger auf, vier *Pseudomonas*-Arten und die eine *Vibrio*-Art, die restlichen drei, darunter *Aeromonas liquefaciens*, spielen quantitativ keine Rolle. Die vier häufigeren Pseudomonaden kommen in ziemlich gleichen Konzentrationen vor: *Pseudomonas pestai* 9%, *Ps. chlorophaena* 8%, *Ps. jankei* 8%, *Ps. telmatophila* 7%. Die Gattung *Pseudomonas* ergibt somit 32%. Die einzige *Vibrio*-Art, *V. kresseri*, nimmt hingegen nur mit 4% Anteil an der Bakteriozönose. Zusammengenommen machen also die Pseudomonaden 36% der Gesamtkeimzahl aus.

Auf ihre biochemischen Leistungen bezogen ergibt sich folgendes: Von den fünf häufigen Pseudomonaden sind *Ps. pestai* 9% und *Ps. telmatophila* 7% sehr starke Verflüssiger; *Ps. chlorophaena* 8% verflüssigt weniger rasant, aber immer noch stark. Diese drei Verflüssiger ergeben 24%, also fast ein Viertel aller Kolonien. Die restlichen zwei Pseudomonaden verflüssigen nicht (*Ps. jankei* 8%) oder nur ganz schwach (*Vibrio kresseri* 4%), das sind also 12%. Die starken Verflüssiger sind also um das Doppelte zahlreicher. Indol- und Schwefelwasserstoffbildner gibt es nicht, wohl aber einen Denitrifikanten, *Ps. chlorophaena* mit 8%. Starke Säurebildner sind der Denitrifikant *Ps. chlorophaena* 8% und der starke Verflüssiger *Ps. telmatophila* 7%, zusammen 15%. *Ps. jankei* bildet keine Säure, *Ps. pestai* nur ganz schwach

und *Vibrio kresseri* alkalisiert Zuckerbouillon. Den 15% starker Säurebildner stehen also 21% nichtsäuernde oder kaum säuernde Pseudomonaden gegenüber. An allen diesen Umsetzungen ist also allein die Gattung *Pseudomonas* beteiligt, *Vibrio* trägt in dieser Hinsicht nichts wesentliches bei.

Die Nichtpseudomonaden sind auf sechs Gattungen aufgeteilt, so dass eine Aufschlüsselung geboten erscheint. Zwei Arten sind gramnegativ, *Flavobacterium lutescens* 10% und *Achromobacter delicatulus* 5%; zusammen stellen sie 15%. Ihnen artenmässig und mengenmässig überlegen sind die grampositiven Arten. Diese Gruppe umfasst vier Gattungen mit sieben Arten. Vereinzelt treten auf drei *Bacillus*-Arten, *B. cereus*, *tumescens* und *B. radicosus* und sind daher quantitativ ohne Interesse. Lässt man sie ausser acht, so ergeben die verbliebenen vier grampositiven Arten mit grösserer Abundanz folgenden mengenmässigen Anteil an der Bakteriozönose. Am zahlreichsten sind die beiden Micrococcaceen, *Sarcina aurantiaca* und *Micrococcus conglomeratus* mit je 12%, also zusammen 24% und stellen somit nahezu ein Viertel der Gesamt-Keimzahl. Die Gattung *Brevibacterium* folgt mit den Arten *B. fuscum* 11% und *B. helvolum* 10%, ist also mit 21% fast ebenso stark vertreten wie die Micrococcaceen. Der Anteil der grampositiven Arten ist also 45% und der Anteil aller Nichtpseudomonaden, der grampositiven und der gramnegativen, ist 60% und übersteigt damit die Hälfte der Gesamtkeimzahl.

Von den sechs häufigeren Nichtpseudomonaden sind *Flavobacterium lutescens* 10% und *Brevibacterium helvolum* 10% schwache Verflüssiger, zusammen also 20%. Alle anderen vier Arten sind starke Verflüssiger und sind also mit 40% um das Doppelte zahlreicher. Indol bildet allein im beschränkten Umfang *Sarcina aurantiaca* 12%. Schwefelwasserstoff bildet ebenfalls nur eine Art, *Brevibacterium helvolum* 10%. Denitrifikanten fehlen zwar, doch sind alle bis auf *Sarcina aurantiaca* 12% Nitratreduzenten, das ist mit 48% fast die Hälfte aller Kolonien. Starke Säurebildner sind *Micrococcus conglomeratus* 12% und *Brevibacterium helvolum* 10%, also 22%.

Die Bakteriozönose des sommerlichen Aspekts lässt sich also etwa so umreissen. Nach der Artenzahl halten sich die Pseudomonaden und die Nichtpseudomonaden ziemlich die Waage, nur sind die Nichtpseudomonaden auf mehr Gattungen aufgeteilt; selbst wenn man nur die häufigeren Arten heranzieht, bleibt die grössere Gattungs-Streuung bei den Nichtpseudomonaden bestehen.

Zwei Gattungen ragen heraus, die Gattung *Pseudomonas* mit vier Arten und die Gattung *Brevibacterium* mit zwei Arten. Gramnegativ unter den Nichtpseudomonaden sind nur zwei Arten; die Grampositiven überragen sie bei weitem.

In quantitativer Hinsicht sind die häufigeren Arten in einigermaßen ähnlicher Stärke an der Bakteriozönose beteiligt, etwa um 10%, nur *Achromobacter delicatulus* mit 5% und *Vibrio kresseri* mit 4% weichen stärker ab. An der Spitze stehen Nichtpseudomonaden mit mindestens 10%, der Anteil der Pseudomonaden liegt darunter. Das führt dazu, dass mengenmässig die Nichtpseudomonaden ziemlich überwiegen, sie stellen 60%, die Pseudomonaden sind nur mit etwa einem Drittel beteiligt.

Unter den Nichtpseudomonaden sind die gramnegativen Arten nur mit 15% beteiligt. Die Grampositiven überragen sie in der Artenzahl und auch in der Individuenzahl, und stellen allein fast die Hälfte aller Kolonien, 45%. Unter den Grampositiven treten die Micrococcaceen mit 24% und die Brevibacterien mit 21% in ziemlich gleicher Stärke auf, in runden Zahlen stellen diese beiden Gruppen je ein Viertel der Gesamtkeimzahl. Das starke Hervortreten der Micrococcaceen erinnert entfernt an Verhältnisse, wie sie in Lemnastandorten vorkommen (Kuchar 1954), wo diese Bakterien ebenfalls eine, allerdings weit grössere Rolle spielen.

Die Mehrzahl der Arten sind starke Verflüssiger: drei Pseudomonaden mit 24% und vier Nichtpseudomonaden mit 40%; artenmässig und mengenmässig überwiegen also in dieser Beziehung die Nichtpseudomonaden. Starke Säurebildner sind zwei Pseudomonaden 15% und zwei Nichtpseudomonaden 22%, zusammen vier Arten mit 37%. Die Artenzahlen sind also gleich, doch überwiegen mengenmässig auch in dieser Beziehung die Nichtpseudomonaden. Indol- und Schwefelwasserstoffbildner sind auf je eine Nichtpseudomonade beschränkt und erreichen nur 12 bzw. 10% der Keimzahl. Zahlreich sind hingegen Nitratreduzenten, fast alle Nichtpseudomonaden 48%; hingegen ist der einzige Denitrifikant eine Pseudomonas-Art 8%.

### Zusammenfassung

Ein leicht dystrophes, aber ziemlich kalkreiches, ökologisch seichtes Kleingewässer, gekennzeichnet durch seinen Chemismus und die vor allem quantitativ dürrtige Biozönose zeigt folgende bakteriozönotischen Merkmale: Die Bakterienarten verteilen sich ziemlich gleichmässig auf Pseudomonaden und Nichtpseudomonaden mit einigermaßen ähnlichen quantitativen Anteilen der Arten an der Gesamtkeimzahl. Dennoch überwiegen die Nichtpseudomonaden in ihren Abundanz. Die Pseudomonaden mit rund einem Drittel der Gesamtkeimzahl stehen mengenmässig hinter den Nichtpseudomonaden zurück. Gramnegative Nichtpseudomonaden sind nur mit 15% an der Bakteriozönose beteiligt. Die meisten Arten, namentlich der Nichtpseudomonaden, sind Verflüssiger und Nitratreduzenten.

#### Literatur

- Kuchar, K. 1954 a: *Pseudomonas jankei* n. sp., eine nichtverflüssigende Art mit Ringbildung in Peptonwasser. Zbl. Bakter. I. Orig. 160.
- 1954 b: Bakteriologische und limnologische Untersuchungen an einem Lemnagewässer. Arch. Hydrobiol. 49.
- 1971: Bakteriozönotische Untersuchungen an einem schwach dystrophen Gewässer. 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: 1971/1972

Band/Volume: [25](#)

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

Artikel/Article: [Bakteriozönotische Untersuchungen an einem dystrophen Gewässer mit hoher Lage des Ca-Spektrums. 185-192](#)