

## Bakteriozönotische Untersuchungen an einem Biotop hoher Alkalinität

Von Karl W. Kuchar (Wien)

Submerse Makrophytenbestände sind, neben den anderen Biozönose-Elementen, die Hauptlieferanten organischer Stoffe, der Trophine, wie ich sie nenne, und tragen somit entscheidend zur Prägung der Bakteriengesellschaften bei (vgl. Kuchar 1971). In welchem Ausmass das geschieht und in welcher Richtung die Entwicklung der Bakteriozönosen unter dem Einfluss spezifischer Trophine verläuft; wieweit sich die verschiedenen ökologischen Faktoren darin verstärken, schwächen oder überschneiden: das kann nur durch analytische Einzeluntersuchungen an biozönotisch definierten Biotopen geklärt werden. Hier ein Beitrag.

Der Biotop, bei Wels in Oberösterreich, ist ein etwa 80 m<sup>2</sup> grosses, langgestrecktes *Callitriche*-Gewässer, eigentlich grabenartig erweitertes Limnokrenenbecken.

Der Überlauf bildet eine Art schmalen Quellbach, bewachsen mit Helophyten, namentlich *Caltha*, *Sparganium*, *Nasturtium*, und aus dem wohl einige krenophile Elemente herrühren. Der Wasserspiegel steht 50 cm über dem Boden, somit ist das Wasservolumen 40 m<sup>3</sup> und der Biotop-Quotient A/T = 1,6. Der Beckengrund besteht aus ziemlich lichter, lockerer Gytja, stark mit Sand durchsetzt, und ist nahezu vollständig von der Tricoccee *Callitriche* bedeckt. Gelegentlich kommen festsitzende, in Schleim gehüllte Büschel der Chaetophoralen *Draparnaldia* vor, wie *Callitriche*, ein oligo- bis  $\beta$ -mesosaprober Anzeiger.

Das völlig klare, farblose Wasser hat bei einer Lufttemperatur 26° C in allen Schichten 12° C. Gemessen wurde, wie in allen solchen Fällen, im Sommer, bei gutem Wetter, um die Mittagszeit. Die chemischen Bestimmungen ergaben folgende Werte:

ph-Wert	7,5
Alkalinität	4,5 mval/l
Sauerstoff in der Oberflächenschicht	9,8 mg/l
Sauerstoff in der bodennahen Schicht	8,9 mg/l
Schwefelwasserstoff	} nicht nachweisbar
Ammonium-Ion	
Nitrit-Ion	
Nitrat-Ion	1,2

Phosphat-Ion	0,2 mg/l
Ferro-Ion	nicht nachweisbar
Ferri-Ion	0,4 mg/l

Das kühle Wasser, ohne oder höchstens mit minimalen täglichen Temperaturschwankungen und mit mittlerem Kalkgehalt, ist frei von Schwefelwasserstoff; Stickstoffverbindungen liegen unter der Bestimmungsgrenze. Erfassbar sind Spuren von dreiwertigem Eisen. Der immerhin beachtliche Phosphatgehalt dürfte auf die stetige Wassererneuerung zurückgehen und auf die wohl wenig absorbierende Beschaffenheit des gyttjaartigen, stark mit Sand durchsetzten Beckengrundes. Im allgemeinen begegnet man solchen Analysen im Gebiet allenthalben, was aber diesen Standorten vor vielen anderen auszeichnet ist, dass trotz seines relativ grossen Biotop-Quotienten die Temperatur auch bei sommerlich warmem Wetter nicht nennenswert über 12° C steigt, und das kommt von seiner Beckenmorphologie und von der Speisung in Richtung der Längsachse mit kühlem Quellwasser, das übrigens nahezu sauerstofffrei und CO<sub>2</sub>-reich ist. Die konstant niedrige Temperatur macht sich auch biozönotisch bemerkbar in einigen krenophilen Elementen der sonst stagnicolen Biozönose.

Noch ein Punkt ist erwähnenswert. Die *Callitriche*-Blätter sind in ihrer Morphologie abweichend gebaut als das sonst beim Elodeidentypus der Fall ist und auch assimilatorisch verhält sich *Callitriche* nicht nach dem Typus submerser Angiospermen, kann also Birkarbonat nicht nutzen und ist allein auf die gelöste freie Kohlensäure angewiesen, wie das auch bei submersen Wassermoosen der Fall ist. Das bedeutet, dass sich Hydroxylionen nicht anreichern, und somit der pH-Wert nicht sonderlich ansteigen kann (vgl. z. B. K u c h a r, 1954).

Der Standort ist in der Hauptsache durch vier Faktoren gekennzeichnet: durch den dichten geschlossenen *Callitriche*-Bestand, durch die ziemliche Alkalinität, durch den hohen Sauerstoffgehalt und durch die permanent niedrige Temperatur. Zu den von *Callitriche* stammenden Trophinen kommt also noch als weiterer trophischer Faktor der Kalkgehalt hinzu, und, da niedere Alkalinität mir in der Regel als limitierender Faktor für die Bakterienentwicklung begegnet ist, steht in unserem Fall eine ansehnliche Bakterienzahl zu erwarten.

Starker Elodeidenbewuchs setzt hohen Sauerstoffgehalt voraus, und dass der Biotop trotz seiner relativ hohen Bakterienzahlen sauerstoffreich ist, hängt mit seinem Biotop-Quotienten zusammen. Das habe ich so formuliert (K u c h a r, 1950):

Ein Standort ist sauerstoffreich (über 6 mg/l), wenn

- a) der Biotop-Quotient Oberfläche (in m<sup>2</sup>) durch Tiefe (in cm) A/T = 1,6 oder grösser ist, oder
- b) wenn der Quotient 0,6 oder kleiner ist und die Bakterienzahl gering (unter 10 000/ml). Diese Standorte können von submersen

Makrophyten besiedelt werden. Also ein Standort mit Elodeiden, dessen Quotient 0,6 oder weniger beträgt, ist sauerstoffreich.

Standorte, deren Biotop-Quotient 1,6 oder mehr beträgt bezeichne ich als ökologisch seicht und diese sind stets sauerstoffreich gefunden worden, unabhängig von der Bakterienzahl; und eben das gilt auch für den vorliegenden Fall.

Der Organismenbestand ist eher schwach, doch ist das Formenspektrum relativ breit. Zumeist sind es Arten der oligotrophen Stufe, manche neigen auch zur Eutrophie ohne sich aber zur Massenentwicklung zu entfalten; wieder andere sind ausgesprochene  $\beta$ -Mesosaprobier.

Entomotraken bringen es nicht über zwei Arten hinaus; die einzige Cladozere ist *Chydorus sphaericus*, der einzige Copepode ist *Canthocamptus staphylinus*. Malakotraken sind vertreten durch *Gammarus pulex*, der zur Rheophilie neigt, und dem offenbar ausser der allerdings kaum merkbaren Strömung auch der hohe Kalkgehalt zusagt, jedenfalls zählt dieser Amphipode zu den etwas häufigeren Organismen und dürfte aus dem Quellbach stammen. Eine Ephemeridenlarve, möglicherweise *Baëtis*, ansonsten leere, mit Sandkörnern besetzte Trichopterengehäuse und gelegentlich *Chironomiden*-Larven bilden den Insektenbestand. *Notholca longispina*, ein oligosaprobies Rotator, ist planktisch nachweisbar. Oligochaeten sind vertreten durch *Nais*. Eine kleine Form der Gastropodengattung *Planorbis* ist alles was sich an Mollusken zeigt.

Zwei hormogonale Cyanophyceen sind nachweisbar: *Microcoleus subtorulosus*, teils auf dem Beckengrund, teils auf den Hydrophyten, und die schraubig gewundenen, frei schwebenden Einzeltrichome mit Gasvakuolen von *Anabaena spiroides*.

Chlorococcalen, die an sich zur Eutrophie neigen, sind hier spärlich; es sind fünf Arten nachweisbar. *Selenastrum bibraianum*, ein einziges achtzelliges Zönobium dieser an sich  $\beta$ -m-saprobies Art in Ufernähe einige freischwimmende Netze vom oligo- bis  $\beta$ -mesosaprobies *Hydrodictyon reticulatum*; *Ankistrodesmus falcatus*, eine  $\beta$ -m-saprobies Form, die aber auch in oligosaprobies Gewässern vorkommt und pH 7 bevorzugt. Weiterhin kommen noch zwei Tetrasporale vor: *Gloeococcus schroeteri* in planktischen Kugelzönobien und *Tetraspora gelatinosa*, eingebettet in benthische Gallertklumpen. Conjugaten: stellenweise haften dichte *Spirogyra*-Watten einer schmalzelligen Art, vielleicht *Sp. fluviatilis*, die Zellen sind 32  $\mu$ m breit, viermal länger, 128  $\mu$ m, mit vier Chromatophoren. Eingestreut darin breitere Fäden mit den Zelldimensionen 150  $\times$  300  $\mu$ m, mit acht Chromatophoren, dürften die  $\beta$ -mesosaprobies *Sp. crassa* sein. Fünf Desmidiaceen halten in der Artenzahl den Chlorococcalen die Waage. *Staurastrum*, eine der grössten Desmidiaceen-Gattungen, liefert zwei Arten, die beide auch  $\beta$ -mesosaprobies sein können, *St. gracile* und *St. paradoxum*. Eine Cos-

marium-Art, das  $\alpha$ - bis  $\beta$ m *Closterium ehrenbergi* und das kosmopolitische *Pleurotaenium minutum* vervollständigen das Spektrum.

Bei den gefundenen Diatomeen ist bemerkenswert die Neigung zur Eutrophie. Die zentrische *Melosira granulata*,  $\alpha$ - bis  $\beta$ -m, fand sich in ziemlich langen Fadenverbänden in den Netzfängen. Drei Araphidinen, oligo- bis  $\beta$ -mesosaprob: *Fragilaria crotonensis*, *Tabellaria fenestrata* und *Asterionella formosa* waren nachweisbar, und schliesslich die biraphiden *Cymbella cesati* (?), *Cymatopleura* sp. und *Nitzschia linearis*. Die Xanthophyceen *Vaucheria debaryana* (?), Leitform für Kalk, ziemlich stark inkrustiert, wuchert an wenigen Stellen in Ufernähe; darauf der epibiontische Choanoflagellat *Salpingoeca*.

Die bakteriologische Untersuchung ergab ziemlich hohe Keimzahlen, in den oberen Schichten etwa 25 800, unten 55 200 pro ml. Am häufigsten, über 10% der Gesamtkeimzahl, sind vier Arten, darunter zwei *Pseudomonas*-Arten: *Pseudomonas limnophila*, *Ps. mephitica* und *Micrococcus candidans* in gleicher Abundanz, zu je 14%. Die vierte Art, *Achromobacter reticulare* ist etwas schwächer vertreten, mit 11%.

Mit Anteilen unter 10% kommen sechs Arten vor, darunter zwei *Pseudomonas*- und zwei *Achromobacter*-Arten. *Pseudomonas mira* und *Micrococcus rosettaceus* mit je 8%, *Achromobacter candidans* mit 7%. Drei weitere sind mit je 6% an der Bakteriozönose beteiligt: *Pseudomonas astatica*, *Achromobacter guttatus* und *Aerobacter aerogenes*. Vereinzelt gefunden wurden *Proteus vulgaris*, *Alcaligenes faecalis*, *Pseudomonas fluorescences* und die beiden Sporenbildner *Bacillus tumescens* und *Bac. mycoides*. Vereinzelt Vorkommen bedeutet hier nicht etwa geringen prozentualen Anteil schlechthin, vielmehr soll damit gesagt sein, dass solche Arten nur gelegentlich und durchaus nicht auf allen Platten aufscheinen; es handelt sich quantitativ somit sozusagen um Groschenbeträge, die für quantitative Betrachtungen ohne Einfluss sind, immerhin aber biozönotisch, für das Gefüge, einige Bedeutung haben könnten. Wieweit das der Fall ist, lässt sich aus den analytischen Angaben nicht ersehen, und erst die Untersuchung zahlreicher Biotope wird diese Frage klären können. Solange diese Einsicht fehlt, müssen jedenfalls auch sporadische Formen in die Liste aufgenommen werden.

Vor der Diskussion der gefundenen Werte, einige Bemerkungen zu den isolierten Arten:

*Pseudomonas limnophila* Kuchar. Nichtfluoreszierender Verflüssiger. Indolnegativ, kein Schwefelwasserstoff, Nitrat wird schwach reduziert, Glucosebouillon wird stark gesäuert.

*Pseudomonas mephitica* Claydon et Hammer. Nichtfluoreszierend, langsame Verflüssigung, kein Indol, kein Schwefelwasserstoff, Nitrit aus Nitrat, langsame Säuerung von Glucose.

*Pseudomonas mira* McBeth. Nichtfluoreszierend, keine Gelatineverflüssigung, kein Indol, kein Schwefelwasserstoff (meine Stämme zeig-

ten nur ausnahmsweise Eisenschwärzung in geringem Umfang), Nitritbildung, keine Säure aus Kohlenhydraten.

*Pseudomonas astatica* Kuchar. Nichtfluoreszierender Verflüssiger, Indolnegativ, kein Schwefelwasserstoff, Säure aus Zuckern.

*Achromobacter reticulare* (Jordan) Bergey et al. Sehr langsame Gelatineverflüssigung; meine Stämme waren durchwegs negativ, und bildeten auch keinen Schwefelwasserstoff; Nitratreduktion zu Nitrit, keine Säurebildung aus Zuckern.

*Achromobacter candicans* (Frankland) Bergey et al. Nichtverflüssiger; die isolierten Stämme bildeten weder Indol noch Schwefelwasserstoff; Nitrat wird nicht reduziert, Zucker werden nicht gesäuert.

*Achromobacter guttatus* (Zimmermann) Bergey et al. Keine Gelatineverflüssigung, keine Indolbildung, keine Nitratreduktion, wohl Säurebildung aus Zuckern; die isolierten Stämme entwickelten nur in den seltensten Fällen Schwefelwasserstoff in geringem Umfang.

*Aerobacter aerogenes* (Kruse) Beijerinck. Keine Verflüssigung, kein Schwefelwasserstoff, Nitratreduktion und Zuckervergärung; meine Stämme bildeten durchwegs Indol.

*Micrococcus candicans* Flügge. Nichtverflüssiger, Indolnegativ, keine Nitratreduktion, Säurebildung aus Kohlenhydraten; die isolierten Stämme bildeten Schwefelwasserstoff nicht.

*Micrococcus rosettaceus* Zimmermann. Keine Verflüssigung, wohl aber Nitratreduktion zu Nitrit und Säuerung von Glucose; die gezüchteten Stämme bildeten weder Indol noch Schwefelwasserstoff.

Bei meinen bakteriozönotischen Untersuchungen haben zumeist die Pseudomonaden eine bedeutende Rolle gespielt, eine Rolle, wie sie etwa Gramineen in Wiesenassoziationen zukommt. Wie steht es nun damit in unserem Fall? Zunächst: das Artenspektrum geht über die Gattung *Pseudomonas* nicht hinaus. Quantitativ lässt sich die Sache so an, dass zwei Arten, *Pseudomonas limnophila* und *Ps. mephitica*, mit je 14% an der Gesamtkeimzahl beteiligt, sich unter den vier häufigsten Arten finden. Die weiteren *Pseudomonas*-Arten, abgesehen vom sporadischen *Ps. fluorescens*, kommen in deutlich geringerer Individuenzahl vor, *Ps. mira* 8%, *Ps. astatica* 6%, zusammen stellen sie aber immerhin noch 14%, also die Hälfte der vorangegangenen Arten, sodass im ganzen der Anteil der Pseudomonaden 42% beträgt.

*Pseudomonas limnophila* 14% und *Ps. astatica* 6% sind starke Verflüssiger, *Ps. mephitica* 14% verflüssigt langsam, *Ps. mira* 8% gar nicht. Also sind die Pseudomonaden zumeist Proteolyten, und das macht, auf die Keimzahl bezogen, 34%. Alle Arten sind Nichtfluoreszenten, bis auf die quantitativ uninteressante *Ps. fluorescens*. Indol und Schwefelwasserstoff bilden die quantitativ bedeutsamen Arten nicht. Nitritbildner sind vor allem *Ps. mephitica* 14% und *Ps. mira* 9%, ein ganz schwacher Nitratreduzent ist *Ps. limnophila* 14%. Nur eine Art, *Ps. astatica*, 6%, bildet kein Nitrit. Der Anteil der Nitratreduzen-

ten ist also 36%. Säure bilden zwar ebenfalls alle bis auf *Ps. mira*, doch ist der Säuerungsgrad verschieden: *Ps. limnophila* ist ein starker Säurebildner, *Ps. astatica* säuert schwächer, *Ps. mephitica* ganz schwach. An stärkeren Säurebildnern stellen die Pseudomonaden somit nur 20%.

Die Nichtpseudomonaden sind auf sechs Gattungen verteilt, davon sind drei Gattungen individuenreicher, die anderen drei treten nur vereinzelt auf. Die Gattung *Achromobacter* ist mit drei Arten vertreten, die Gattungen *Micrococcus* und *Bacillus* mit je zwei Arten; von den Gattungen *Aerobacter*, *Alcaligenes* und *Proteus* kommt jeweils nur eine Art vor. Unter den häufigsten, oberhalb 10%, kommen *Micrococcus candidans* 14% und *Achromobacter superficialis* 11% vor, sie stellen die Hauptmenge der Nichtpseudomonaden. Von der Gattung *Micrococcus* sind *M. candidans* mit 14% und *M. rosettaceus* mit 8% an der Bakteriozönose beteiligt, zusammen also 22%. Die Gattung *Achromobacter* ist vertreten mit den Arten *A. reticulare* 11%, *A. candidans* 7% und *A. guttatus* 6%, somit ist der Anteil dieser Gattung 24%, also nahezu ein Viertel der Gesamtkeimzahl. Die *Achromobacter*-Arten sind gramnegative Stäbchen; zählt man noch den gramnegativen *Aerobacter aerogenes* 6% hinzu, so ist der Anteil der gramnegativen Nichtpseudomonaden 30%. In summa ist also der Anteil der Nichtpseudomonaden, Micrococen plus gramnegative Nichtpseudomonaden  $22 + 30 = 52\%$ , also etwas mehr als die Hälfte.

Starke Verflüssiger gibt es unter den Nichtpseudomonaden nicht. Indol und Schwefelwasserstoff bildet keine Art, wohl aber gibt es Nitratreduzenten: zwei gramnegative Stäbchen, *Achromobacter reticulare* 11% und *Aerobacter* 60%, zusammen 17%, und *Micrococcus rosettaceus* 8%, sodass die stattliche Zahl 26%, also mehr als ein Viertel aller Keime nitritbildende Nichtpseudomonaden sind. Säure bilden vier Arten: zwei Stäbchenbakterien *Achromobacter guttatus* 6% und *Aerobacter* 6%, sowie die beiden *Micrococen* 22%, zusammen stellen die vier Säurebildner 34% aller Kolonien.

Die Bakteriozönose setzt sich somit zur Hauptsache aus drei Gruppen zusammen: Ersten sind es fünf Pseudomonasarten, 42%, von denen eine Art selten auftritt. Zweitens, sechs gramnegative peritriche Stäbchen, mit zusammen 30%; die Hauptmenge machen drei *Achromobacter*-Arten aus, 24%, den Restanteil trägt *Aerobacter*; *Alcaligenes* und *Proteus* sind seltene Erscheinungen. Schliesslich gibt es vier grampositive Arten, mit den beiden *Micrococcus*-Arten, die 22% der Gesamtkeimzahl stellen und den beiden *Bacillus*-Arten, die nur gelegentlich nachweisbar sind.

Artenmässig stehen also die drei Gruppen zueinander im Verhältnis 5 : 6 : 4, das heisst, fünf *Pseudomonas*-Arten stehen zehn Nichtpseudomonaden gegenüber (1 : 2). Beschränkt man sich auf die häufigeren Arten, dann ergibt sich ein Verhältnis von 4 : 4 : 2, es stehen also

vier *Pseudomonas*-Arten sechs Nichtpseudomonaden gegenüber, das Verhältnis verschiebt sich zugunsten der Pseudomonaden auf 2:3 oder 1:1,5.

Gemessen an der Abundanz stehen die drei Gruppen im Verhältnis 42%:30%:22%, somit: auf 42% *Pseudomonas*-Zellen entfallen 52% Nichtpseudomonaden, diese überwiegen also. Greift man aber die Grampositiven heraus, so ergibt sich für diese Bakteriozönose als kennzeichnendes Merkmal, dass die Grampositiven nahezu ein Viertel der Gesamtkeimzahl ausmachen, obwohl es sich nur um zwei massgebliche Arten dreht. Was fehlt, sind vor allem solche Gattungen wie die gramnegativen *Flavobacterien* und die grampositiven Nichtsporenbildner aus der Gattung *Brevibacterium*.

Starke Proteolyten stellen allein zwei *Pseudomonas*-Arten, 20%. Nitratreduzenten hingegen finden sich sowohl unter den Pseudomonaden, 22%, als auch unter den Nichtpseudomonaden, 25%, sodass nahezu 50% aller Kolonien nitritbildend sind, und das ist zugleich die Hälfte aller quantitativ stärker vertretenen Arten. Säurebildner sind noch stärker vertreten, artenmässig und individuenmässig: zwei *Pseudomonas*-Arten stellen allein 20%, vier Arten der Nichtpseudomonaden liefern weitere 34%, sodass im ganzen 54% aller Kolonien aus starken Säurebildnern bestehen.

#### Zusammenfassung

Ein ökologisch flaches, kühles, sauerstoffreiches Gewässer mit relativ hohem Kalkgehalt und mit dichtem *Callitriche*-Bestand zeigt einige Neigung zu schwacher Eutrophie und ist gekennzeichnet durch eine Bakteriozönose, an der die Gattung *Pseudomonas* mit etwa 40% beteiligt ist. *Micrococcus*-Arten machen etwa ein Viertel aus, der Rest fällt auf gramnegative Nichtpseudomonaden.

#### Literatur

- Kuchar, K. 1971 a: Bakteriozönotische Untersuchungen an einem schwach dystrophen Gewässer. Sydowa 25.
- 1971 b: Bakteriozönotische Untersuchungen an einem dystrophen Gewässer mit hoher Lage des Ca-Spektrums. Sydowa 25.
- 1954: Über die Anwendbarkeit von Alkalinitäts- und CO<sub>2</sub>-Bestimmungen zur Beurteilung der Assimilation submerser Pflanzenbestände. Planta 43.
- 1950: Bakterien und Sauerstoff in Kleingewässern. Arch. Hydrobiol. 44.

# 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 Biotop hoher Alkalinität. 193-199](#)