

Bakteriozönotische Untersuchungen an einem schwach dystrophen Gewässer*)

Von Karl Wilhelm Kuchar (Wien)

Als ich vor runden 21 Jahren die bakterienökologische Arbeit „Bakterien und Sauerstoff in Kleingewässern“ (1950) erscheinen liess, zeichnete sich bereits das ab, was nun festere Gestalt angenommen hat, die Bakteriozönotik.

Die Kernfrage, von der ich ausging, war die: sind die aus bestimmten Biotopen isolierbaren Bakterien ein buntes, willkürliches Gemisch biozönotisch unzusammenhängender Arten, ist also die Artenzusammensetzung ein loses Zufallsprodukt beliebiger Immissionen, denen die natürlichen, offenstehenden Biotope ausgesetzt sind, oder handelt es sich etwa um gesetzmässig zusammengesetzte, definierbare, standortsgebundene Bakteriengesellschaften im Sinne der modernen Biozönotik?

Als Untersuchungsobjekte wählte ich Kleingewässer, festumrissene Biotope also, die in beliebiger Zahl und in jeder gewünschten ökologischen Ausprägung vorliegen.

Bereits die ersten Tastversuche, mit eingehenden Artenanalysen, haben gewisse typische Artenzusammensetzungen zutage gefördert, und im Verlauf weiterer Untersuchungen, wo auch die quantitative Seite mit einbezogen, also die prozentualen Anteile einzelner Arten bestimmt wurden (vgl. z. B. Pesta und Kuchar 1950), hat sich folgendes herausgestellt. Die in den Biotopen vorkommenden Bakterienarten können in ihrer Artenzusammensetzung keineswegs als zufällige Immissionsprodukte gelten, vielmehr lassen sich ökologisch definierbaren Biotopen auch definierbare, qualitativ und quantitativ umrissene, standortsgebundene Bakteriengesellschaften im Sinne der modernen Biozönotik zuordnen, vergleichbar den Phyto- und Zoozönos, und weitgehend unabhängig von allochthoner Zufuhr.

Diese Bakteriozönos, wie ich diese standortsgeprägten Bakteriengesellschaften bezeichne, sind somit gekennzeichnet durch ihre Artenzusammensetzung, also durch ihr qualitatives Gefüge, und durch ihren charakteristischen prozentualen Arten-Anteil, durch messbare Merkmale also und somit durch ihre quantitative Struktur.

Bakteriozönos sind somit typisch für Ökosysteme ganz bestimm-

*) Diese Arbeit wurde von der Ludwig Boltzmann-Gesellschaft gefördert; dafür sei herzlich gedankt!

ten biozönotischen Charakters, auch dann, wenn verschiedene Biotope mit verschiedenen Biozönosen in gleichem Immissionsgebiet liegen, also gleichen Kontaminationsbedingungen ausgesetzt sind.

Die vorliegende Untersuchung bezieht sich auf einen Biotop in Oberösterreich, in einem feuchten Wiesenstück mit *Carex*, *Scirpus*, *Phragmites communis*, *Euphrasia brevipila*, *Parnassia palustris*, *Menyanthes trifoliata*. Der Biotop ist ein kleines, rechteckiges, ziemlich tiefes Gewässer mit senkrecht abfallenden Einfassungswänden und schwacher Uferentwicklung. Der Wasserspiegel reicht bis einige Zentimeter unterhalb des Uferhorizontes. Dichter Sphagnumbewuchs reicht bis ins Wasser. Die dicke Lage der Bodensedimente besteht aus muddeartigen Detritus-Ablagerungen. Das Gewässer ist ohne sichtbarem Zu- oder Abfluss, doch entspricht es nicht etwa dem Typus eines Himmelsteiches, dem steht die träge Thermik entgegen; es muss sich vielmehr zusätzliche Speisung durch Quellwasser ergeben, die aber so gering ist, dass sichtbare Strömungen unterbleiben und eben ausreicht, um die Wärmezufuhr zu kompensieren. Es liegt somit ein perennierendes Gewässer vor mit lenitischer Biozönose.

Bei der Temperatur-Regelung spielen natürlich auch die Dimensionen eine gewisse Rolle. Die Oberfläche ist $A = 80 \text{ m}^2$, der Wasserstand ist ziemlich hoch, $T = 160 \text{ cm}$, das Wasservolumen beträgt $V = 128 \text{ m}^3$, und der Biotop-Quotient ist $A/T = 0,5$.

Das leicht gelbliche Wasser ist ziemlich kühl, hat bei einer Lufttemperatur von 24° C in der Oberflächenschicht 17° C , in Bodennähe 12° C .

pH-Wert	6,6
Alkalinität	1,2 mval/l
Sauerstoffgehalt der Oberflächenschicht	8,15 mg/l
Sauerstoffgehalt der bodennahen Schicht	6,03 mg/l
Schwefelwasserstoff	nicht nachweisbar
Ammonium-Ion	0,04 mg/l
Nitrit-Ion	nicht nachweisbar
Nitrat-Ion	nicht nachweisbar
Phosphat-Ion	nicht nachweisbar
Ferro-Ion	nicht nachweisbar
Ferri-Ion	0,06 mg/l

Der Biotop ist 160 cm tief, überschreitet somit die 50 cm-Grenze, und das hat nach meinen Beobachtungen folgende Bedeutung (vgl. z. B. Kuchar 1957): Biotope, deren Wasserstand 50 cm oder höher ist, fand ich bisher stets direkt geschichtet. So auch hier: der Stauerstoffgehalt ist oben 8,15 mg/l und somit um nahezu 2 mg/l höher als in den bodennahen Schichten.

Noch ein Punkt ist im Zusammenhang mit den Dimensionen erwähnenswert, der Biotop-Quotient Oberfläche : Tiefe, A/T (Oberfläche

in m², Tiefe in cm gemessen). Diesen Quotienten habe ich eingeführt, weil er gewisse Eigenschaften erkennen lässt. Biotope mit kleinen Quotienten, A/T < 0,6, die ich als ökologisch tief bezeichne, waren nach meinen Untersuchungen immer nur dann sauerstoffreich, wenn die Bakterienzahl gering war und 10 000 Keime pro ml nicht überschritt. Das ist auch hier der Fall, der Quotient beträgt $A/T = 0,5$, der Standort gilt als ökologisch tief, und da die mittlere Bakterienzahl nur 3000/ml beträgt, ist das Wasser sauerstoffreich.

Der Biotop ist ausgeprägt thermisch geschichtet, die täglichen Temperaturschwankungen sind gering, sodass das Wasser verhältnismässig kühl bleibt. Die Temperatur der Oberflächenschichten geht nicht wesentlich über 17° C hinaus, unten bleibt selbst an heissen Tagen die Temperatur um 12° C. Wieweit der Temperaturfaktor, für sich allein betrachtet, in die Biozönotik eingreift, ist nicht immer ohne weiteres ersichtlich, immerhin ist der kühle Biotop auch bakterienarm; bemerkenswert ist jedoch, dass in Bodennähe mit 12° C die Bakterienzahl grösser ist als in den wärmeren oberen Schichten. Auf die Artenzahl in diesem Biotop, und zwar sowohl auf die Zahl der Bakterienarten als auch der anderen Organisationsgruppen dürfte die relativ niedere Temperatur eher einschränkend wirken, so z. B. auf Cyanophyceen, fördernd aber auf Diatomeen; zudem lassen sich auch einermassen stenotherme Kaltwasserformen erwarten.

Der relativ niedere pH-Wert ist wohl von Bedeutung für die geringe Bakterienzahl, und dürfte auch das Auftreten von Formen begünstigen mit einiger acidophiler Neigung. Die sehr niedrige Alkalinität 1,2 mval/l verstärkt wohl die auslesende Wirkung von Temperatur und pH-Wert und ist jedenfalls für die Bakterienentwicklung begrenzender Faktor und ein Hauptgrund für die geringe Bakterienzahl, was durchaus auf der Linie meiner bisherigen Erfahrung liegt.

Von Stickstoffverbindungen sind allein Ammoniumsalze in ganz geringen Mengen nachweisbar und vielleicht gründet sich auf diesem geringen Stickstoffgehalt das Vorkommen gewisser Diatomeen. Phosphate, oft bestimmender Miniumfaktor, liegen unter der Nachweisbarkeitsgrenze, und da höhere Phosphat-Konzentrationen manche Flagellaten hemmen, dürfte das Vorkommen solcher Formen darin ihre Erklärung finden. Eurytrophen in dieser Beziehung genügen offenbar die verschwindenden Phosphatmengen. Eisen ist nur in Spuren nachweisbar und nur in der dreiwertigen Stufe.

Die Biozönose ist arten- und individuenarm, der Biotop nähert sich dem oligozoischen Typus nach Pesta, mit dystrophen Anklängen. Thecamöben, meist leere Schalen vom *Arcella*-Typus und Tardigraden, beide offenbar Sphagnum-gebunden, kommen vereinzelt vor. Die einzige Cladozere ist *Chydorus sphaericus*, der einzige Copepode ist *Aconthocyclops*. Mollusken und Insektenlarven fehlen.

Ausser der hormogonalen *Nostoc* gibt es keine Cyanophyceen, der sehr geringe Stickstoffgehalt und der verschwindend geringe Phosphatgehalt, unter der Nachweisbarkeitsgrenze, dürften sich darin ebenso auswirken wie die relativ niedere Temperatur; hohe Sommertemperaturen sind sonst mitbeteiligt an stärkerer Cyanophyceen-Entwicklung.

Flagellaten sind beschränkt auf die beiden Chrysomonaden. *Dinobryon* und *Uroglena*, die ich auch sonst nur von Biotopen mit minimalem Phosphatgehalt kenne. Auch die Conjugaten sind äusserst artenarm, im ganzen sind es nur zwei Formen, ein *Closterium* und eine *Micrasterias*. Ob da die Eisenspuren suboptimal sind, mag dahingestellt sein. Zygnemaceen und Chlorococcalen sind nicht nachweisbar.

Diatomeen sind etwas artenreicher als die vorigen Organismen, es gibt Vertreter fast aller grösseren Gruppen, nur von Monoraphideen liess sich keine Art nachweisen. Die centrischen Diatomeen sind vertreten durch *Melosira*, von Araphidineen kommt *Asterionella formosa* vor, von Raphideen gibt es eine *Eunotia*-Art und von Naviculaceen treten auf *Frustulia*, *Amphipleura* und *Cymbella*.

Euplankter sind nur *Melosira* und *Asterionella*. *Melosira* ist weitverbreitet in eutrophen Wässern, aber auch in dystrophen Standorten, und, da sie höhere Stickstoffkonzentrationen eher meidet, dürfte der niedere Stickstoffgehalt des vorliegenden Biotops für das Fortkommen dieser Art eher förderlich sein; diese Form ist mir auch sonst in nahezu stickstofffreien Biotopen begegnet. Der zweite Plankter, *Asterionella*, tritt nur in ganz vereinzelt Sternzönobien auf, nicht in der gebrochenen Kettenform, ist von eutrophen und oligotrophen Wässern bekannt, ist wenig empfindlich gegen Huminstoffe, verfügt über einen weiten pH-Toleranzbereich, und da diese Form auch in bezug auf Stickstoff und Phosphor ziemlich eurytroph ist, findet sie auch hier, bei den verschwindenden Stickstoff- und Phosphor-Konzentrationen ihr Auskommen; zudem dürfte die relativ niedere Temperatur förderlich sein für diese wohl zumeist als stenotherme Kaltwasserform auftretende Diatomee.

Die vier weiteren Diatomeen sind tychoplanktisch, dürften sämtlich epibiontisch auf Sphagnum haften und jedenfalls sind *Eunotia* und *Frustulia* kalkarmer, saurer Sphagnum-Gewässer acidophil und kommen zwar bei pH 7 vor, bevorzugen aber tiefere Werte.

Die Bakterien

Der ausgeprägten Sauerstoffschichtung entspricht auch die Bakterienverteilung: in den oberen, sauerstoffreicheren Schichten ist die Keimzahl geringer, 1400/ml, unten, mit weniger Sauerstoff, ist die Keimzahl höher, 4500/ml.

Zahlenmässig liegt an der Spitze *Vibrio kresseri* mit durchschnittlich 52%. Ihm folgen mit grossem Abstand zwei *Pseudomonas*-

Arten, *Ps. pestai* mit 16% und *Ps. telmatophila* mit 12%. Unterhalb der 10%-Grenze liegen *Brevibacterium fuscum* mit 8% und *Achromobacter liquefaciens* mit 6%. Alle anderen Arten sind zwar in den meisten Proben dieses Biotops zu finden gewesen, aber immer nur als vereinzelt Kolonien auf den Platten. Bei den vereinzelt vorkommenden Arten ist die Streuung des Gattungs-Spektrums grösser. *Pseudomonas* gibt es wohl auch, *Pseudomonas geniculata* und *Aeromonas punctata*, die weiteren Arten verteilen sich jedoch auf verschiedene Familien: *Achromobacter delicatulus*, *Aerobacter aerogenes*, *Micrococcus conglomeratus*, *Bacillus graveolens*.

Die vertikale Verteilung ergibt folgendes Bild. Die *Pseudomonas* sind vor allem in den unteren, kälteren Schichten angereichert, womit aber nicht gesagt sein soll, dass die tiefere Temperatur der alleinige Faktor für die Verteilung sein muss. *Vibrio aerolyticus* und *Pseudomonas pestai* sind in Bodennähe etwa doppelt so zahlreich als in den oberen Schichten; *Pseudomonas telmatophila* ist überhaupt fast nur in den unteren Schichten zu finden, oben nur vereinzelt. Umgekehrt ist es bei den beiden folgenden Arten: *Brevibacterium fuscum* und *Achromobacter liquefaciens* sind an der Oberfläche angereichert, ihre Zellzahlen sind in den oberen Schichten doppelt so hoch als in Bodennähe.

Die vereinzelt vorkommenden *Pseudomonas geniculata*, *Aeromonas punctata* und *Aerobacter aerogenes* sind im Sommeraspekt in der ganzen Wassersäule ziemlich gleichmässig verteilt, andere wie *Achromobacter delicatulus* und *Micrococcus conglomeratus* sind nur in den oberen Regionen zu finden gewesen. *Bacillus graveolens* hingegen bevorzugt die kühleren unteren Regionen und steigt im Sommer nicht auf.

Zu den angeführten Arten sei folgendes bemerkt.

Pseudomonas pestai Kuch. (vgl. Kuchar 1954) Rasche Verflüssigung, zuerst tulpenförmig. Schrägagar verfärbt sich rehbrown, mit leichter Fluoreszenz. Kein Indol kein Schwefelwasserstoff. Negative Voges-Proskauer-Reaktion, negative Methylrotreaktion. Keine Nitratreduktion. Keine Milchkoagulation. Schwache Säuerung der Glucosebouillon. Lactose und Saccharose werden nicht angegriffen.

Pseudomonas telmatophila Kuch. Rasche Gelatineverflüssigung wie *Ps. pestai*, schwache Fluoreszenz. Keine Agarverfärbung. Kart.-Kultur wird bräunlich. Weder Indol noch Schwefelwasserstoff. Keine Nitratreduktion, kein Methylacetylarbinolrotreaktion negativ. Starke Säuerung der Glucosebouillon.

Pseudomonas geniculata (Wright) Chester. Fluoreszierender Verflüssiger. Milch wird alkalisiert, dann langsame Koagulation. Kein Indol, kein Nitrit aus Nitrat. Fakultativ aerob. Temp.-Opt. 20—25° C, kein Wachstum bei 35° C.

Aeromonas punctata (Zimm., emend. Lehm. et Neum.) Snieszko, comb. nov. Gelatineverflüssigung, keine Milchkoagulation, Indolpositiv. Keine Nitratreduktion, Zuckervergärung mit viel Gas.

Vibrio kresseri Krch. Gramnegative, lange, grosse Stäbchen 0,4—1,3 × 2—10,4, vielfach leicht gebogen, einzeln oder paarweise, polar begeißelt. Gelatineplatte: Kolonien klein, rundlich, warzig, nicht verflüssigend, gelblich, blau irisierend. Im Gelatinestich äusserst langsame Verflüssigung eingeleitet durch trockene, tulpenförmige Verzehrung. Schrägagar: es entsteht ein geperltes schmales, flaches Band. Milch wird alkalisch. Weder Indol- noch Schwefelwasserstoffbildung. Voges-Proskauer und Methylrotreaktion negativ. Keine Reduktion von Methylrot und Nitrat. Ammoniak wird gebildet. Alkalisierung von Glucose-, Lactose- und Saccharose-Bouillon. Temp.-Opt. 30 bis 37° C, bei 46° C kein Wachstum. pH-Optimum: sehr gute Entwicklung im Bereich von pH 5 bis 9.

Achromobacter delicatulus (Jordan) Berg. et al. Verflüssiger, säuert und koaguliert Milch, bildet Nitrite, kein Indol.

Achromobacter liquefaciens (Eisenbg.) Berg. et al. Peritricher Verflüssiger; Milch bleibt unverändert, kein Indol, kein Nitrit.

Aerobacter aerogenes (Kruse) Beij. Acetylmethylcarbinol positiv, Methylrotreaktion negativ, Zitronensäure wird assimiliert. Die vorliegenden Stämme unterscheiden sich jedoch vom Typus darin, dass die Nitratreduktion unterbleibt.

Brevibacterium fuscum (Zimm.) Breed. Grampositiv, unbegeißelt, Kolonien gelb, langsame Verflüssigung. Nitratreduktion zu Nitrit, kein Indol. Fakultativ aerob.

Micrococcus conglomeratus Mig. Gelatineverflüssigung, Kolonien gelb, Milchsäuerung ohne Gerinnung, kein Wachstum auf Kartoffeln, kein Indol. Nitrit- und Ammoniak-Bildung.

Bacillus graveolens Gottheil. Die vorliegende Art, in der Literatur nur mangelhaft beschrieben, ist nicht leicht von den nächst verwandten der *Pumilus-mesentericus*-Gruppe abzugrenzen. Differentialdiagnostisch ist sie durch folgende von mir durch Vergleich zahlreicher Stämme gewonnene Merkmale ausgezeichnet: Gelatine-Stich schlauchförmige Verflüssigung. Kein Indol. Geringe Schwefelwasserstoffbildung. Acetoin wird gebildet. Methylrotreaktion positiv. Ammoniakbildung. Kein Nitrit. Säuerung von Glucose, Arabinose und Xylose. Saccharose wird nicht angegriffen.

Es gibt somit in diesem Standort fünf Pseudomonaden-Arten, auf geteilt auf drei Gattungen. Die Gattung *Pseudomonas* umfasst drei Arten: *Ps. pestai*, *Ps. telmatophila* und *Ps. geniculata*. Die beiden weiteren Arten sind *Vibrio kresseri* und *Aeromonas punctata*. Da die zwei Arten *Pseudomonas geniculata* und *Aeromonas punctata* nur vereinzelt vorkommen, mögen sie bei quantitativen Betrachtungen

ausser acht gelassen werden, was natürlich nicht bedeutet, dass sie biozönotisch ohne Wert sein müssten.

Quantitativ spielen somit drei *Pseudomonaden* eine Rolle. *Vibrio kresseri* übertrifft mit 52% die beiden *Pseudomonas*-Arten. Aber auch diese, *Ps. pestai* 16% und *Ps. telmatophila* 12% ergeben zusammen immerhin noch 28%, also mehr als ein Viertel der Gesamtkeimzahl, sodass die *Pseudomonaden* $52 + 28 = 80\%$ der Keimzahl stellen.

Vibrio verflüssigt nur ganz schwach, die beiden *Pseudomonas*-Arten hingegen sind sehr kräftige Proteolyten; da aber *Vibrio* bei weitem überwiegt, bleiben die verflüssigenden *Pseudomonaden* mit 28% in der Minderheit. Ein kräftiger Säurebildner ist allein *Pseudomonas telmatophila* 12%. Indol, Schwefelwasserstoff, Nitrit werden von keiner dieser *Pseudomonaden* gebildet.

Unter den sechs Nicht-*Pseudomonaden* gibt es drei gramnegative Arten aus zwei Gattungen: zwei *Achromobacter*-Arten, *A. liquefaciens* und *A. delicatulus* sowie *Aerobacter aerogenes*. Grampositiv sind ebenfalls drei Arten: *Brevibacterium fuscum*, *Micrococcus conglomeratus* und der Sporenbildner *Bacillus graveolens*.

Mengenmässig von einigem Gewicht sind von den Nichtpseudomonaden indessen nur zwei Arten, der gramnegative *Achromobacter liquefaciens* 6% und das grampositive *Brevibacterium fuscum* 8%, beide also von ziemlich gleicher Abundanz und machen zusammen 14% der Bakteriozönose aus. Beide, in den Oberflächenschichten stärker angereichert, sind Gelatineverflüssiger, *Achromobacter liquefaciens* verflüssigt sogar sehr stark. Nitrit bildet nur *Brevibacterium fuscum*.

Als bakteriozönotisches Gesamtbild ergibt sich somit folgendes. Die gefundenen Arten verteilen sich ziemlich gleichmässig auf *Pseudomonaden* mit fünf Arten und auf Nicht-*Pseudomonaden*, die sechs Arten stellen. So betrachtet, stehen die *Pseudomonaden* artenmässig etwas zurück. Schlägt man aber zu den *Pseudomonaden* ihre Nächstverwandten, nämlich die beiden *Achromobacter*-Arten und *Aerobacter aerogenes* hinzu, dann ergibt sich ein deutliches Überwiegen der gramnegativen Formen mit 8 Arten über die grampositiven mit 3 Arten, das Artenverhältnis ist 2,7 : 1. Das bakteriozönotische Gefüge besteht somit hauptsächlich aus gramnegativen Arten. Diese Situation tritt noch schärfer hervor, wenn man nur die häufigeren Arten in Betracht zieht. Den gramnegativen *Vibrio kresseri*, *Pseudomonas pestai*, *Ps. telmatophila* und *Achromobacter liquefaciens* steht als einzige grampositive Art *Brevibacterium fuscum* entgegen und das Verhältnis ist dann 4 : 1.

Die Bakteriozönose erhält aber ihr eigentliches Gepräge erst dadurch, dass auch die quantitative Seite mit einbezogen wird; dabei kann man sich auf die quantitativ bedeutsamen Arten beschränken. Die drei *Pseudomonaden* *Vibrio kresseri* 52%, *Pseudomonas pestai*

16% und *Ps. telmatophila* 12% sind an der Bakteriozönose mit 80% beteiligt. Die zwei Nichtpseudomonaden *Brevibacterium fuscum* 8% und *Achromobacter liquefaciens* 6% machen nur 14% aus; und zieht man die 6% *Achromobacter* zu den 80% Pseudomonaden, lässt man also als Grenze das Gramverhalten gelten, dann ergeben sich 86% gramnegative Kolonien und es verbleibt allein *Brevibacterium fuscum* mit 8% als grampositive Art, das Mengenverhältnis ist also rund 11 : 1.

Die Bakteriozönose besteht also qualitativ und quantitativ hauptsächlich aus gramnegativen Arten, die grampositiven treten stark zurück, und dieses Verhältnis ist für die Bakteriozönose bestimmend. Dazu kommt als weiteres Merkmal, dass die Gramnegativen mengenmässig zum erheblichen Grossteil von Pseudomonaden gestellt werden, und unter diesen steht die Gattung *Vibrio* im Vordergrund.

Das starke Hervorragen von *Vibrio kresseri*, alle anderen überrundend, verleiht der Bakteriozönose nicht nur ein entscheidendes Überwiegen der Pseudomonaden, dadurch wird auch ein Ausgleich geschaffen zu den starken Proteolyten. *Vibrio* verflüssigt nur ganz schwach. Alle anderen von den fünf häufigeren Arten sind aber starke Verflüssiger, besonders die *Pseudomonas*-Arten mit 28%; den kleineren Anteil liefern die Nichtpseudomonaden, 14%, macht zusammen $28 + 14 = 42\%$ und damit nähern sich die starken Verflüssiger der 50%-Grenze.

Nitrabildner und Säurebildner sind jeweils nur durch eine einzige Art vertreten, *Brevibacterium fuscum* 8% und *Pseudomonas telmatophila* 12%, halten sich also quantitativ in Grenzen, um 10%. Indol- und Schwefelwasserstoff-Bildner gibt es unter den häufigeren Arten nicht.

Zusammenfassung

Ein leicht dystrophes Kleingewässer mit kleinem Biotop-Quotienten und mit Anklängen an den oligozoischen Typus, ist gekennzeichnet durch sein leicht saures Wasser mit geringer Alkalinität und durch seine qualitativ und quantitativ arme Biozönose.

Das spiegelt sich wider in der arten- und keimarmen Bakteriozönose. Quantitativ beherrschen das Feld gramnegative Arten mit besonderer Betonung der Pseudomonaden; darunter stellt eine nur schwach verflüssigende und nichtsäuernde Art das Hauptkontingent.

Literatur

- Kuchar, K., 1950 Bakterien und Sauerstoff in Kleingewässern. Arch. f. Hydrobiol. 44.
Pesta, O. und K. Kuchar, 1950. Limnologische und hydrobakteriologische

- Untersuchungen an drei Hochgebirgstümpeln im Wattental (Tirol).
Sitzber. Akad. Wiss. Wien, Math.-nat. Kl., 161.
- K u c h a r, K. 1954. Der Formenkreis von *Pseudomonas punctata* (Zimm.)
Chester. Zur Fassung der Gattung *Pseudomonas* in Bergeys Manual.
Zbl. f. Bakt. I. 160.
- 1957. Untersuchungen über den Einfluß der Bakterien auf die Sauer-
stoffschichtung in Kleingewässern. Sydowia, 11.

ZOBODAT - 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 schwach dystrophen Gewässer. 32-40](#)