

Jber. Abt. Limnol. Innsbruck 4: 59 - 67 (1978)

2.2. Bakterioplankton (R. PSENNER, 1976)

Methodik

Die Gesamtkeimzahlen wurden mit der von PSENNER (1975) beschriebenen Methode ermittelt. Zur Berechnung der Biomasse wurden die Bakterien in vier Größenklassen eingeteilt und deren Biomasse zur Gesamtbiomasse addiert. Da bei der verwendeten Methodik die Bakterien stark austrocknen und schrumpfen, wurde die so gefundene Biomasse mit dem Wert 3.5 multipliziert. Er setzt sich zusammen aus dem von BOGHOZIAN (1975) und mir gefundenen Schrumpfungsfaktor von 3.2 und dem spezifischen Gewicht von 1.08 (ZVIAGINTZEV und ROGACHVSKY 1973) bzw. 1.1 (FERGUSON und RUBLEE 1976). Genauere Angaben zur Methodik finden sich bei PSENNER (1976).

Zum Vergleich mit anderen wichtigen Parametern wurde der See in 3 Schichten eingeteilt, und es wurden die vorhandenen Ergebnisse für jede einzelne Schicht gewichtet: 0.0-7.5 m (Epilimnion), 7.5-17.5 m (Meta- und oberes Hypolimnion) und 17.5-24.5 m (unteres Hypolimnion), wo im Sommer und Herbst meist anaerobe Bedingungen herrschen. Die berücksichtigten chemischen und biologischen Parameter sind bei BACHINGER (1977), ROTT (1977), SCHABER (1977) und SOSSAU (1977) zu finden.

Gesamtkeimzahl

Die Extremwerte liegen 1976 höher als in den vorhergehenden Untersuchungsjahren, nämlich zwischen 1.5 und $15 \cdot 10^6$ /ml, der Jahresmittelwert zeigt nur minimale Schwankungen: 2.79 (1974), 2.81 (1975) und 2.82 (1976). Die gewichteten Mittel für den gesamten See sind in Abb. 2.2.-1 für die Jahre 1974 bis 1976 dargestellt. Nach einem ersten Peak im Frühjahr, einige Zeit nach Eisbruch (stake Phytoplanktonentwicklung), tritt im Spätsommer oder Herbst das Maximum auf. Im Jahr 1976 ist noch anfangs Dezember ein starker Anstieg feststellbar, auch sind die einzelnen Spitzen ausgeprägter als in den beiden vorhergehenden Jahren.

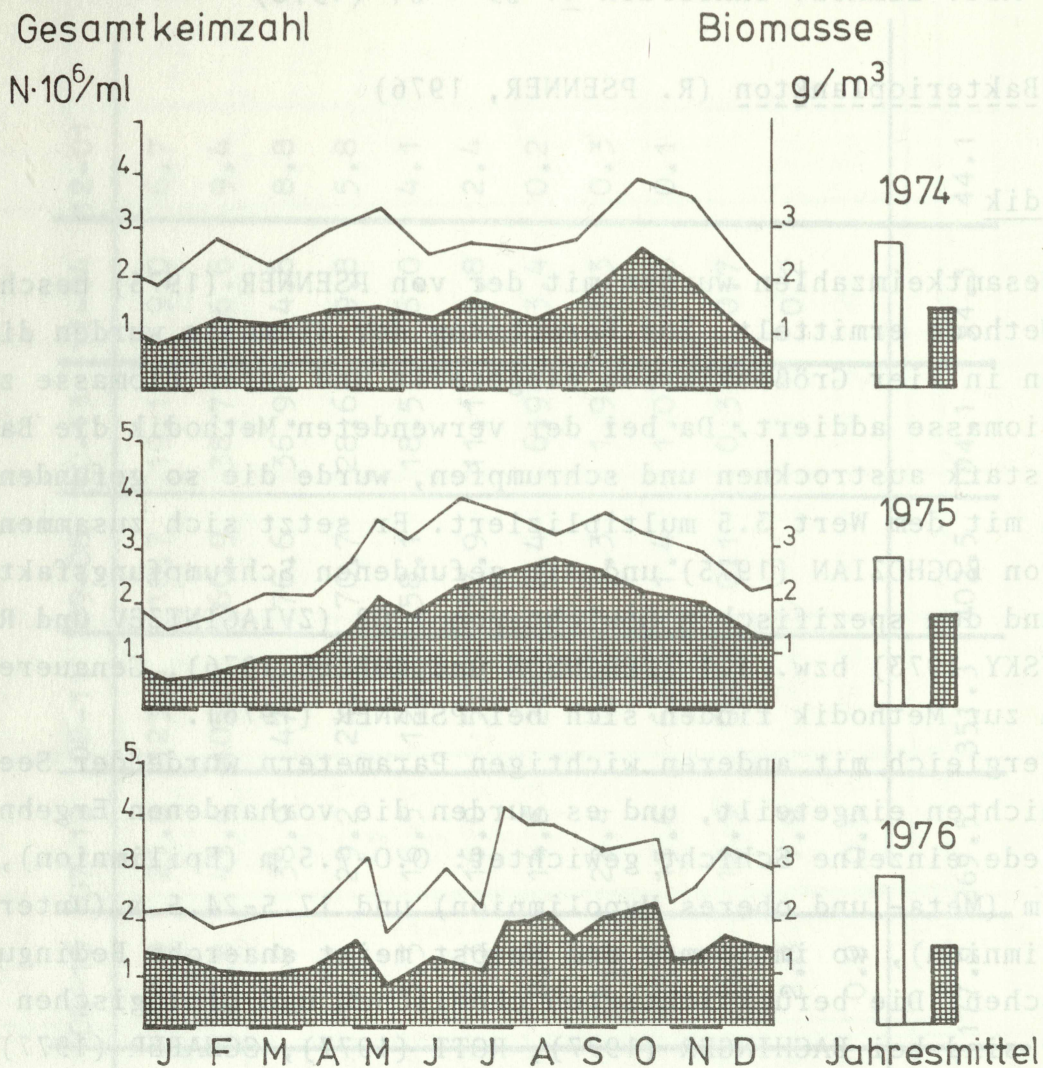


Abb. 2.2.-1 Gewichtete Mittelwerte und Jahresmittel für Gesamtkeimzahl, Biomasse (schraffiert).

Biomasse:

Aus der Tab. 2.2.-1 und der Abb. 2.2.-2 ergibt sich das deutliche Schwergewicht der Biomasse im Hypolimnion. Im Gegensatz zum Vorjahr sind 1976 auch im Jänner und Februar noch hohe Biomassenwerte in 21 - 24 m zu finden, was auf die unvollständige Herbstzirkulation 1975 zurückzuführen ist. Die Frühjahrszirkulation bringt einen raschen Anstieg und eine relativ gleichmäßige Verteilung in allen Tiefen. Mit dem Rückgang der Primärproduktion und der Phytoplanktonbiomasse gibt es im Mai bis in eine Tiefe von 18 m Biomassen unter 1 g/m^3 . Im Spätsommer baut sich im Hypolimnion ein Maximum auf, ebenso in den epilimnischen Wasserschichten.

Tab. 2.2.-1: Bakterien-Biomasse (mg/m^3), 1976

Tiefe (m)	01-12	02-11	03-11	04-08	05-05	05-19	06-17	07-13	07-27	08-10	08-24	09-08	09-24	10-21	11-04	11-16	12-02
0	1669	1443			1731	703	1049	1511	2340	3107	2447	1660	1704	1067	1067	853	1304
1	1276		1095	1083	1917	725	1136	2550	2268	2960	2782	2068	1958	1137	1137	1018	1705
3	1075	1312	1148	1337	1417	526	819	1866	1812	2296	1993	2062	2310	1067	1067	1131	1988
6	845	1170	912	1009	1643	794	1241	1376	1912	2043	1835	2064	1980	1384	1384	1176	1853
9	1243	918	1067	1086	1484	752	1023	1856	2180	1797	1930	1727	1632	823	823	1365	1532
12	1148	997	846	1065	1361	714	1234	1817	1372	1321	1260	2068	1974	1542	1542	937	2188
15	835	948	1011	833	1853	588	1534	1051	1036	1074	1273	2230	2124	1264	1264	1316	1431
18	1059	1153	1062	862	1630	916	1106	2386	2524	1720	1268	2517	2251	1704	1704	1764	1644
21	1674	1071	1372	1454	1496	1072	2980	2452	2213	2567	1938	2124	3259	2495	2495	2427	1806
24	7510	3060	1665	3654	2197	1523	3180	6968	4150	4884	3736	2737	3962			4453	
	1312	1602	1049	1140	1594	791	1311	1880	1916	2022	1732	2069	2299	1295	1295	1318	1785

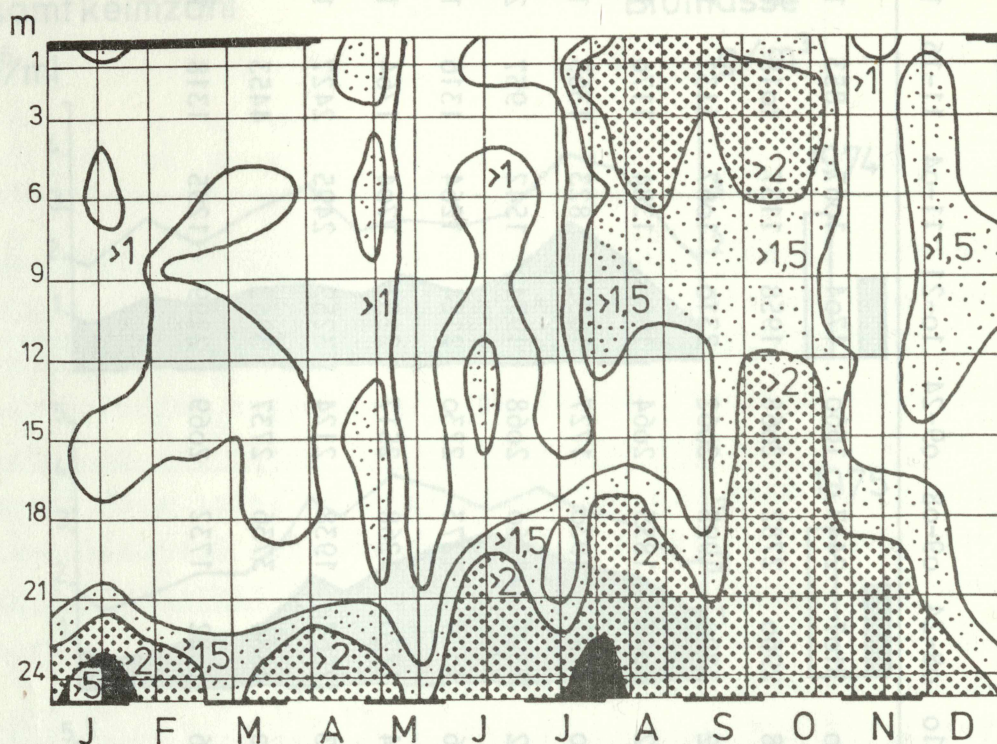


Abb. 2.2.-2 Isoplethendarstellung der Bakterienbiomasse (g/m^3) im Jahr 1976. Werte über 1.5, 2 und $5 \text{ g}/\text{m}^3$ zunehmend schraffiert.

Bemerkenswert ist auch der Anstieg der Biomasse zwischen 1 und 15 m Tiefe im November / Dezember, nachdem bereits zwischen Oktober und November in allen Wasserschichten eine deutliche Abnahme stattgefunden hatte. Diese Entwicklung hängt wahrscheinlich mit der Herbstzirkulation und dem Einfluß des herbstlichen Laubfalles zusammen. Auch der gelöste organische Stickstoff und der gelöste Phosphor zeigen zur selben Zeit einen Anstieg. (SOSSAU 1977 und BACHINGER 1977).

Die Abb. 3.1.-3 bringt einen Vergleich verschiedener chemischer und biologischer Parameter von wechselseitiger Abhängigkeit. Die Entwicklung der Bakterienbiomasse im Epilimnion läuft mehr oder weniger mit jener der Phytoplanktonbiomasse bzw. mit der Primärproduktion parallel. Das könnte auf die starke Abhängigkeit der Bakterien von Algenexkreten oder auf die schnelle Verwertung von Autolyseprodukten hinweisen. Bei den größten Zooplanktondichten (Rotatorien und Cladoceren) ist die Bakterienbiomasse sehr gering, der rasche Anstieg bis zum Maximum gegen Ende August fällt mit der schnellen

Abnahme der Zooplanktonbiomasse und dem Gipfel der Primärproduktion zusammen. Der erneute Anstieg mit Dezemberbeginn ist auch beim Zooplankton und bei den chemischen Parametern zu beobachten, am stärksten beim partikulären organischen Stickstoff.

Der deutlich sichtbare Gipfel des partikulären organischen Kohlenstoffs im August wird sicher zu einem großen Teil von der bakteriellen Biomasse mitbestimmt (siehe auch Tab. 2.2.-2.). Von den untersuchten partikulären Substanzen (C, N, P) zeigt nur der Phosphor die Dreigipfeligkeit der Phytoplanktonbiomasse, beim Stickstoff und beim Kohlenstoff sind jeweils nur zwei Jahresgipfel zu verzeichnen.

In der Wasserschicht von 7.5 - 17.5 m weisen die produktionsbestimmenden Faktoren (Phytoplankton und Primärproduktion) nur im Mai einen deutlichen Gipfel auf, genauso wie die chemischen Parameter (beim POC und PON macht sich allerdings das herbstliche Bakterienmaximum etwas bemerkbar). Das Zooplankton weist ebenfalls nur ein eingipfeliges Maximum auf, mit einer zeitlichen Verschiebung gegenüber dem Phytoplankton. Der Verlauf der bakteriellen Biomasse gleicht sehr stark jener aus dem Epilimnion, allerdings mit einer Verschiebung des Maximums gegen September. Es sieht so aus, als ob auch in dieser Schicht die bakterielle Entwicklung von der epilimnischen Produktion bzw. von der Sedimentation toter Organismen aus den darüberliegenden Wasserschichten bestimmt würde.

Im Hypolimnion mit der relativ höchsten Bakterienbiomasse ist die Primärproduktion vernachlässigbar klein, es gibt auch keine Parallelität zur Phytoplanktonbiomasse. Hier wird das Bakterienmaximum erreicht, nachdem der Großteil des Phytoplanktons - auch das in der darüberliegenden Schicht - bereits abgebaut ist. Das Zooplankton erreicht nur einen Bruchteil der Biomasse der oberen Wasserschichten, sein Maximum ist noch weiter gegen Sommerende verschoben. Wenig Übereinstimmung mit den biologischen Parametern zeigen PON und PP, der im Hypolimnion sehr hohe Werte erreicht. Zur Kontrolle, ob die aus den Zählungen berechneten Biomassen ungefähr mit den gemessenen POC-Werten übereinstimmen, wurden die entsprechenden Parameter in organischen Kohlenstoff umgerechnet und mit dem partikulären organischen Kohlenstoff verglichen (Tab. 2.2.-2.). Bezüglich der Probenentnahmen sei hier festgehalten, daß das Phytoplankton dabei erwartungsgemäß im Jahresmittel den Hauptanteil ausmacht (50%), gefolgt von den Bakterien (30%) und dem Zooplankton (20%).

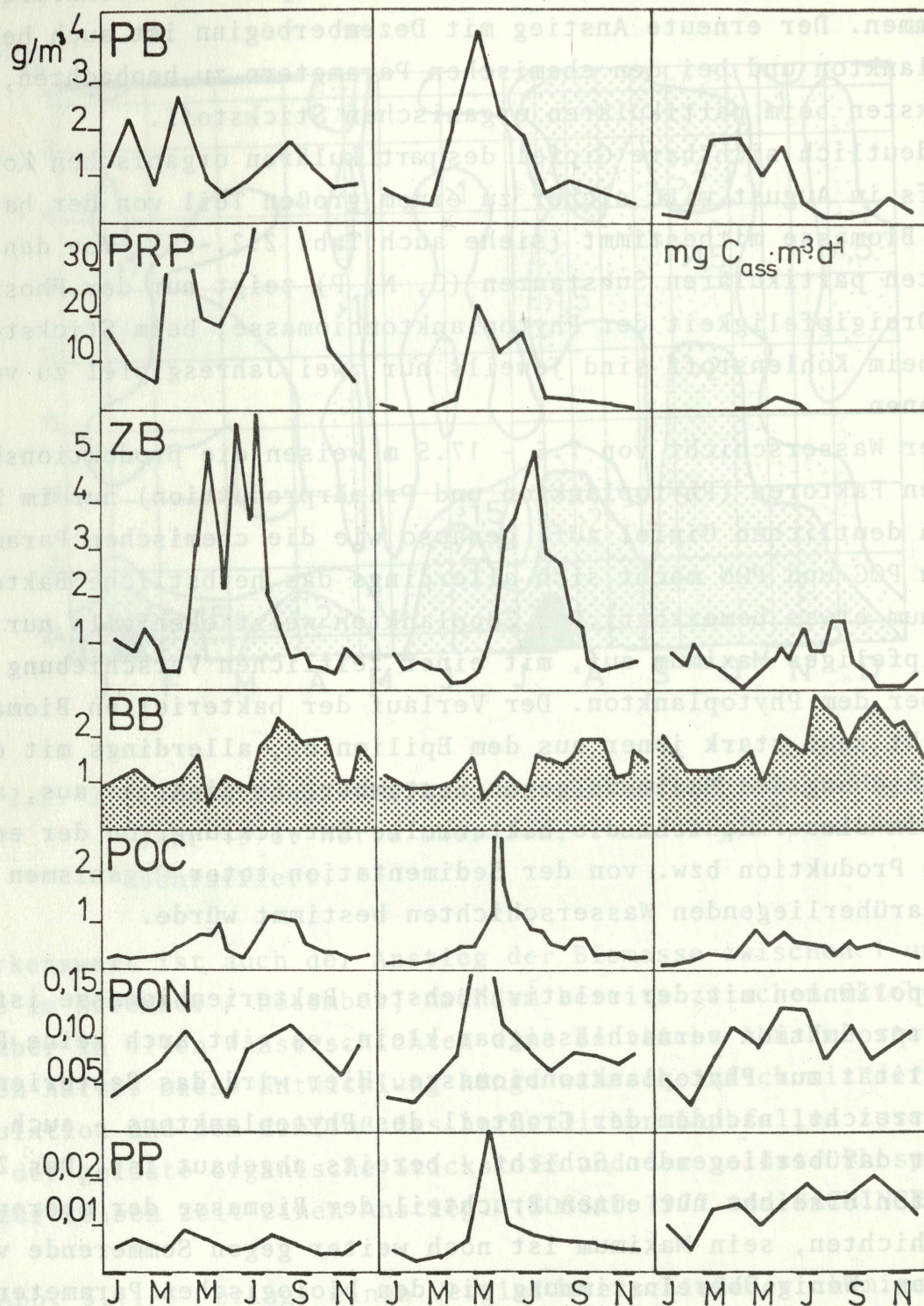


Abb. 2.2.-3 Phytoplanktonbiomasse (PB), planktische Primärproduktion (PRP), Zooplanktonbiomasse (ZB), Bakterienbiomasse (BB), partikulärer organischer Kohlenstoff (POC), partikulärer organischer Stickstoff (PON) und partikulärer Phosphor (PP), im Jahre 1976 in den Schichten 0.0-7.5 m (links), 7.5-17.5 m (Mitte) und 17.5-24.5 m (rechts). Alle Angabe (außer PRP) in g/m³.

Tab.2.2.-2: Vergleich des für 1976 gemessenen partikulären organischen Kohlenstoffs (POC) mit den aus den Phytoplankton-, Bakterioplankton- und Zooplanktonbiomassen berechneten Kohlenstoffmengen. Gewichtete Mittelwerte (0-24m), Angabe in g/m³.

Umrechnungsfaktoren (Frischgewicht → c): Phytoplankton 2% (PAVONI 1969, NAUWERCK 1963)

Bakteriopl. 1% (SOROKIN and KADOTA 1972)

Zooplankton 6% (TAGUCHI and FUKUCHI 1975)

	JAN	FEB	MRZ	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DEZ	Jahresmittel
C _{Phytopl.}	0,19	0,21	0,14	0,49	0,51	0,32	0,28	0,19	0,23	0,17	0,13	0,11	0,25
C _{Bakter.}	0,13	0,11	0,10	0,11	0,12	0,13	0,15	0,20	0,19	0,23	0,13	0,18	0,15
C _{Zoopl.}	0,04	0,04	0,03	0,03	0,12	0,18	0,26	0,13	0,06	0,03	0,03	0,03	0,09
ΣC_{P+B+Z}	0,36	0,37	0,27	0,63	0,75	0,63	0,69	0,52	0,49	0,43	0,30	0,32	0,49
POC	0,22	0,23	0,36	0,46	0,80	1,47	0,78	0,77	0,75	0,45	0,41	0,37	0,61
ΣC (%POC)	164	161	75	136	94	43	88	68	65	96	72	86	80

Im Jahresdurchschnitt machen die drei untersuchten biologischen Parameter 80% des POC aus, eine Überschätzung um etwa 2/3 bzw. 1/3 gibt es im Jänner und Februar sowie im April. Der niedrigste Anteil war im Juni mit 43% zu verzeichnen, hier war zugleich das Maximum des POC festgestellt worden. Das hängt vielleicht mit dem Absterben der im Vormonat (und im April) vorhandenen hohen Algenbiomassen zusammen, die zwar nicht mehr mikroskopisch, wohl aber bei der POC-Messung erfaßt werden.

Zitierte Literatur:

- BACHINGER, J. (1977) Phosphor im Pelagial.-
Jber. Abt. Limnol. Innsbruck 3:35-40
- BOGHOZIAN, S. (1975) Estimation of shrinking factor of bacteria from living condition to dried. (Unpublished)
- FERGUSON, R.L. and RUBLEE, P. (1976) Contribution of bacteria to standing crop of coastal plankton.-
Limnol. Ocean. 21:141-145
- NAUWERCK, A. (1963) Die Beziehungen zwischen Zooplankton und Phytoplankton im See.
Symb. bot. Upsal. 17:1-163
- PAVONI, M. (1969) Beziehungen zwischen Biomasse und Stickstoffgehalt des Phytoplanktons und die daraus ableitbare Anwendung der Bestimmungsmethoden für die Praxis.- Schweiz. Z. Hydrol. 31:110-127
- PSENNER, R. (1976) Bakterien (Gesamtkeimzahl, Biomasse, Koloniezahl, Produktion, Colikeime) im Piburger See.-
Diss. Abt. Limnol. Innsbruck, 5:3-20
- ROTT, E. (1977) Phytoplankton und kurzwellige Strahlung.-
Jber. Abt. Limnol. Innsbruck 3:107-111
- SCHABER, P. (1977) Rotatorien und Crustaceen.
Jber. Abt. Limnol. Innsbruck 3:119-132
- SOROKIN, Y.I. and KADOTA, H. (1972) Techniques for the assessment of microbial production and decomposition in fresh waters.-
IBP-Handbook 23, Blackwell, Oxford
- SOSSAU, Ch. (1977) Stickstoffverbindungen und organischer Kohlenstoff im Pelagial.-
Jber. Abt. Limnol. Innsbruck 3:41-54
- TAGUCHI, S. and FUKUCHI, M. (1975) Filtration rate of zooplankton

community during spring bloom in Akkeshi Bay.—

J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 19: 145-164

ZVIAGINTZEV, D.G. and ROGACHEVSKY, L.M. (1973) Density (specific

weight) of microbial cells.—

Mikrobiologija 42:892-898

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Jahresbericht der Abteilung für Limnologie am Institut für Zoologie der Universität Innsbruck](#)

Jahr/Year: 1977

Band/Volume: [1977](#)

Autor(en)/Author(s): Psenner Roland

Artikel/Article: [Bakterioplankton 59-67](#)