

Stoffumsatzaktivitäten von Bakterienpopulationen in stadtnahen Fließgewässern

F. STREICHSBIER

Allgemeines

Die Probleme der seit Jahren ständig zunehmenden Umweltverschmutzung haben besonders in letzter Zeit zunehmende Beachtung gefunden. Während in diesem Zusammenhang über abwasserbeeinflusste stehende und fließende Gewässer bereits zahlreiche Untersuchungen vorliegen, fehlen noch weitgehend Kenntnisse über die biologischen, vor allem aber über die mikrobiologischen Verhältnisse natürlicher von zivilisatorischen Verunreinigungen weitgehend unbeeinflusster Gewässer. Da den Bakteriengemeinschaften in Gewässern durch ihren unmittelbaren Zusammenhang mit dem sie beeinflussenden Milieu besonders geeignete Indikatoreigenschaften für eventuell stattgefundene natürliche oder zivilisatorische Verunreinigungen zugesprochen werden müssen, sind diesbezügliche Arbeiten als Grundlage zum Verständnis von Umweltfragen von besonderem Interesse.

Besonders erfolversprechend und aussagekräftig schienen hierbei Untersuchungen an Gewässern zu sein, deren Einzugsgebiet in Randzonen größerer Städte liegt.

Unter diesen Aspekten wurde 1972 mit Untersuchungen über bakterielle Stoffumsatzvorgänge in einem der Wienerwaldbäche begonnen, die in ihrem ersten Abschnitt, der einen allgemeinen Überblick über die Standortabhängigkeit von Bakterienpopulationen und über die Bedeutung der bakteriellen Stoffumsatzprozesse als ökologische Indikatoren geben soll, Anfang 1976 abgeschlossen werden konnten.

Arbeitsweise

Im Sinne der Aufgabenstellung erschien besonders der am Stadtrand Wiens liegende Schreiberbach als Untersuchungsobjekt von Interesse, da er in natürlichem von Siedlungseinflüssen freiem Waldgebiet beginnt, im weiteren Verlauf bei Durchströmung eines Wiesengeländes mit zunehmender

Besiedlung in Kontakt kommt, später durch stark verbautes Gebiet fließt und schließlich als überdeckter Abwasserkanal endet. Ein im Einzugsbereich des Baches liegender Grundwasseraustritt bot außerdem die Möglichkeit, vergleichende Untersuchungen mit von Verschmutzungen weitgehend unbeeinflusstem Wasser durchzuführen. Aus zeitlichen und arbeits-technischen Gründen war es bis jetzt nicht möglich, auch andere Wienerwaldbäche in das Forschungsprogramm einzubeziehen, da schon die Untersuchung des Schreiberbaches einen Aufwand von etwa 5000 Einzelanalysen notwendig machte.

In dem vom Quellgebiet bis zum Ende des freien Wasserlaufes über eine Länge von etwa 5 km reichenden Bachbett wurden an 11 signifikanten Stellen in regelmäßigen Zeitabständen Proben entnommen und unter Anwendung von in Zehnerpotenzen abgestuften Verdünnungsschritten quantitativ auf das Vorhandensein einer Auswahl typischer, an verschiedenen Stoffumsetzungen beteiligter physiologischer Gruppen von Bakterien untersucht.

Die der vorliegenden Arbeit zu Grunde liegenden Untersuchungsmethoden sowie die Zusammensetzung der verwendeten Nährmedien wurden zum Großteil der einschlägigen Literatur entnommen und sind an anderer Stelle ausführlicher zusammengefaßt (1). Im Verlauf der Untersuchungen erwies es sich jedoch manchmal als notwendig, diese Vorschriften sinngemäß abzuändern. Besonders bei der Erfassung der Vorgänge der Nitratreduktion war die Findung spezieller Arbeitsmethoden notwendig (2).

Die allgemeine Abhängigkeit der Ergebnisse von verschiedenen beeinflussenden Faktoren wie z. B. Probenentnahme, Probentransport usw. wurde an Hand verschiedener Versuchsanordnungen bestimmt, die folgende Erkenntnisse brachten: Bei Ansatz der Wasserproben innerhalb eines Zeitraumes von 3 Stunden nach der Probenentnahme konnten keine Einflüsse von Transportzeit oder Transportbehälter auf die Endergebnisse festgestellt werden. Der Einfluß der Bebrütungszeit auf die Versuchsansätze war deutlich vorhanden, die Versuche zeigten jedoch, daß sich nach einer Zeitdauer von 15—20 Tagen reproduzierbare Endwerte in den quantitativen Versuchsansätzen ergaben. Untersuchungen über die Abhängigkeit von der Bebrütungstemperatur erbrachten den Wert von 20°C als optimalen Kompromiß zwischen Versuchsdauer und Aussagewert.

Die Untersuchungen über Reproduzierbarkeit der Ergebnisse hinsichtlich gleicher Standorte sowie die Überprüfung der Möglichkeit einer Gewässerzoneneinteilung unter Berücksichtigung der Standardabweichungen der an den einzelnen Abnahmestellen gefundenen Werte wurden nach den allgemeinen Formeln der Varianzanalytik durchgeführt (3):

$$SQ = \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2/n \quad s^2 = SQ/(n-1) \quad s = \sqrt{s^2} \quad \bar{s} = s/\sqrt{n}$$

x_i	Einzelwerte
n	Anzahl der Einzelwerte
SQ, \dots	Summe der Abweichungsquadrate
s^2	Varianz
s	Standardabweichung bezogen auf den Einzelwert
	Standardabweichung bezogen auf den Mittelwert

Da auf Grund des biologischen Charakters der untersuchten Prozesse die Bildung logarithmischer Mittelwerte sinngemäß war, bedeuten hier die x_i Logarithmen der Einzelwerte.

Untersuchungsergebnisse und Diskussion

In Tabelle 1 sind die für den gesamten Versuchszeitraum gefundenen Mittelwerte der an den einzelnen Entnahmestellen an verschiedenen Stoffumsetzungen beteiligten Bakterien zahlenmäßig zusammengefaßt.

Tabelle 1
Mittelwerte über den gesamten Untersuchungszeitraum an den einzelnen Entnahmestellen

	Entnahmestellen											
	Q		I		II		III		IV		V	
	Keime/ml	Keime/ml	Keime/ml	Keime/ml	Keime/ml	Keime/ml	Keime/ml	Keime/ml	Keime/ml	Keime/ml	Keime/ml	Keime/ml
„Gesamtkeimzahl“	9,43	10 ¹	1,07	10 ⁴	1,15	10 ⁴	1,65	10 ⁴	2,71	10 ⁴	2,96	10 ⁴
Proteolyse	3,98	10 ¹	2,15	10 ⁴	3,16	10 ⁴	4,64	10 ⁴	5,62	10 ⁴	6,31	10 ⁴
Peptonabbau	5,62	10 ¹	3,16	10 ⁴	3,16	10 ⁴	5,62	10 ⁴	1,47	10 ⁵	1,58	10 ⁵
Asparaginabbau	3,16	10 ¹	1,78	10 ⁴	3,16	10 ⁴	3,98	10 ⁴	6,31	10 ⁴	6,81	10 ⁴
Harnstoffabbau	0		0		0,52	10 ⁰	4,64	10 ⁰	0,63	10 ⁰	1,39	10 ⁰
Nitratred. (HE)	1,58	10 ¹	2,15	10 ⁴	2,51	10 ⁴	5,62	10 ⁴	1,26	10 ⁵	1,33	10 ⁵
Denitrifik. (HE)	1,26	10 ¹	2,68	10 ¹	2,00	10 ²	3,16	10 ²	6,31	10 ²	1,00	10 ³
Nitratred.	6,82	10 ⁰	4,22	10 ³	4,64	10 ³	5,62	10 ³	7,50	10 ³	1,26	10 ⁴
Denitrifik.	4,64	10 ⁰	3,16	10 ¹	6,81	10 ¹	4,21	10 ²	5,62	10 ²	1,00	10 ³
Nitratammonifik.	4,64	10 ⁰	1,78	10 ¹	4,64	10 ¹	3,16	10 ²	5,62	10 ²	7,49	10 ²
Amylolyse	6,31	10 ¹	1,33	10 ³	1,29	10 ⁴	1,47	10 ⁴	1,78	10 ⁴	3,16	10 ⁴
Pektinabbau	4,64	10 ⁰	1,29	10 ¹	3,16	10 ¹	1,58	10 ²	2,15	10 ²	3,60	10 ²
Chitinabbau	3,98	10 ¹	1,00	10 ²	1,59	10 ²	5,62	10 ²	1,00	10 ³	1,59	10 ³
Sulfatred.	0		0		0		0		0		0,18	10 ⁰

Entnahmestellen

	VI		VII		VIII		IX		X		XI	
	Keime/ml	Keime/ml	Keime/ml	Keime/ml	Keime/ml	Keime/ml	Keime/ml	Keime/ml	Keime/ml	Keime/ml	Keime/ml	Keime/ml
„Gesamtkeimzahl“	3,54	10 ⁴	4,03	10 ⁴	4,24	10 ⁴	2,30	10 ⁵	1,60	10 ⁶	2,48	10 ⁶
Proteolyse	6,81	10 ⁴	1,47	10 ⁵	2,15	10 ⁵	4,64	10 ⁵	1,29	10 ⁶	3,16	10 ⁶
Peptonabbau	2,15	10 ⁵	3,16	10 ⁵	1,29	10 ⁶	2,61	10 ⁶	3,16	10 ⁶	4,64	10 ⁶
Asparaginabbau	7,50	10 ⁴	1,39	10 ⁵	2,51	10 ⁵	5,62	10 ⁵	1,58	10 ⁶	4,64	10 ⁶
Harnstoffabbau	4,64	10 ⁶	6,81	10 ⁶	7,49	10 ⁶	1,26	10 ¹	1,58	10 ¹	1,52	10 ²
Nitratred. (HE)	1,58	10 ⁵	3,16	10 ⁵	3,59	10 ⁵	1,47	10 ⁶	2,51	10 ⁶	5,62	10 ⁶
Denitrifik. (HE)	2,00	10 ³	2,61	10 ³	3,98	10 ³	4,64	10 ³	2,51	10 ⁴	7,50	10 ⁴
Nitratred.	1,78	10 ⁴	2,15	10 ⁴	3,16	10 ⁴	6,81	10 ⁴	1,26	10 ⁵	2,15	10 ⁵
Denitrifik.	2,15	10 ³	3,16	10 ³	4,64	10 ³	6,81	10 ³	3,98	10 ⁴	6,81	10 ⁴
Nitratammonifik.	1,47	10 ³	1,78	10 ³	4,64	10 ³	5,62	10 ³	3,16	10 ⁴	5,62	10 ⁴
Amylolyse	5,62	10 ⁴	1,29	10 ⁵	1,78	10 ⁵	6,31	10 ⁵	1,58	10 ⁶	4,64	10 ⁶
Pektinabbau	1,78	10 ³	2,15	10 ³	3,16	10 ³	5,62	10 ³	6,31	10 ³	1,33	10 ⁴
Chitinabbau	2,15	10 ³	3,16	10 ³	4,64	10 ³	6,31	10 ³	6,81	10 ³	3,16	10 ⁴
Sulfatred.	0,81	10 ⁰	1,78	10 ⁰	3,16	10 ⁰	3,98	10 ⁰	1,58	10 ¹	6,81	10 ¹

Den ersten Eindruck der bakteriellen Beschaffenheit des untersuchten Bachwassers vermittelt die „Gesamtkeimzahl“, die jedoch nicht als absoluter Maßstab gelten kann, da die verwendeten Fleischextraktpeptonagarplatten auf einen großen Teil der Wasserbakterien selektiv wirken, also immer nur einen Teilbetrag der an einem bestimmten Standort lebenden Bakterienpopulation zur Entwicklung kommen lassen. Die Bedeutung der „Gesamtkeimzahlen“ liegt vielmehr darin, daß sie als Vergleichswerte einen allgemeinen Überblick über die vom Quellgebiet bis zum Ende des untersuchten Bachlaufes bei Entnahmestelle XI stetige Zunahme an Bakterien geben. Dieser durch die „Gesamtkeimzahl“ signalisierte Trend wiederholt sich ohne Ausnahme auch bei allen auf spezielle Stoffumsatzfähigkeiten untersuchten Bakterienpopulationen.

Die für die Proteolyse angegebenen Werte beziehen sich auf jene Bakteriengruppen, die mittels proteolytischer Enzyme hochmolekulare Eiweißstoffe, die als einzige Kohlenstoffquelle im Medium vorhanden waren, abbauen und verwerten konnten. Die meisten der im Wasser vorkommenden saprophytischen Keime sind in der Lage, das als „Kollektivmedium“ anzusprechende Pepton abzubauen, daher liegen im relativen Verhältnis die Werte für den Peptonabbau ähnlich wie die für die Proteolyse gefundenen; die Absolutwerte jedoch sind auf Grund der leichteren Abbaubarkeit des Peptons höher.

Die Verwendung eines Mediums mit Asparagin als einziger Kohlenstoff- und Stickstoffquelle erlaubte die Erfassung der anspruchsloseren Wasserbakterien; es wurden jedoch trotz der Selektivität des Mediums relativ hohe Werte für asparaginabbauende Keime gefunden.

Die auf Grund der Spezifität der Abbaureaktion zu erwartenden niedrigen Zahlen für harnstoffzersetzende Bakterien wurden tatsächlich gefunden, wobei erwartungsgemäß die Harnstoffersetzer erst in der verbauten Bachzone in nennenswerter Zahl auftraten. Hier darf jedoch angenommen werden, daß zumindest an den stark verschmutzten Abnahmestellen am Unterlauf des Baches in vivo eine größere Anzahl an harnstoffabbauenden Bakterien auftritt, als unter Verwendung des äußerst selektiven Mediums im Labor aufgefunden werden konnte.

Am schwierigsten erwies sich die exakte und aussagekräftige, zahlenmäßige Erfassung der Bakteriengruppe der Nitratreduzenten, zumal hier verschiedene Medien verwendet werden mußten um einen Großteil des weitgespannten Spektrums der Nitratreduzierer abzudecken. Es sei hier nochmals auf die spezielle Veröffentlichung (2) hingewiesen.

Die Untersuchungen des Stärkeabbaues, der von zahlreichen nichtspezifischen Mikroorganismen bewirkt werden kann, ergaben entsprechend hohe absolute Zahlenwerte, die in ihrem relativen Verhältnis mit den für andere Stoffumsetzungen gefundenen Werten übereinstimmen.

Pektin- und Chitinabbau erwiesen sich als für die im Schreiberbach auftretenden Bakterienstämme relativ spezifische Stoffumsatzvorgänge. Diese Ergebnisse wurden auch durch die geringe Anzahl der aus den Anreicherungsmedien isolierten Stämme, die zu diesen Stoffumsetzungen befähigt waren, bestätigt.

Am Ende der Tabelle sind noch jene Keime angeführt, die zur Verwertung von Sulfat als Wasserstoffakzeptor im Rahmen eines anaeroben Atmungsvorganges befähigt sind. Die niedrigen Ergebnisse, die für diese Bakteriengruppe gefunden wurden, stimmen gut mit dem Gesamtbild überein das sich auf Grund der Untersuchungen für die Wasserqualität des Baches ergibt: Da für die Bildung von Schwefelwasserstoff ein großer Anteil an organischer Substanz und eine geringe Menge an Sauerstoff Bedingung ist, können diese Keime nur in verschmutzten und sauerstoffarmen Zonen des Baches auftreten; diese Bedingungen treffen aber hauptsächlich auf den im Siedlungsgebiet liegenden Teil zu und es zeigte sich auch tatsächlich ein plötzlicher Anstieg der Sulfatreduzenten im Unterlauf des Baches.

Neben den Standortunterschieden, die sich wie eben an Hand der Tabelle gezeigt wurde für die einzelnen Stoffumsatzprozesse ergaben, konnten nach mathematischer Zusammenfassung der Mittelwerte der für verschie-

dene Standorte gefundenen Ergebnisse, verschiedene Zonen des bakteriologischen Gewässerzustandes definiert werden. (Erfolgt die mathematische Formulierung der Zonen unter Verwendung der jeweiligen für einen Standort gefundenen Einzelwerte, ergeben sich für die Zonen ähnliche Mittelwerte wie nach der vorher beschriebenen Methode der Mittelwertzusammenfassung gefunden wurden, die Werte für s liegen jedoch auf Grund der größeren Zahl von Einzelwerten etwas niedriger.)

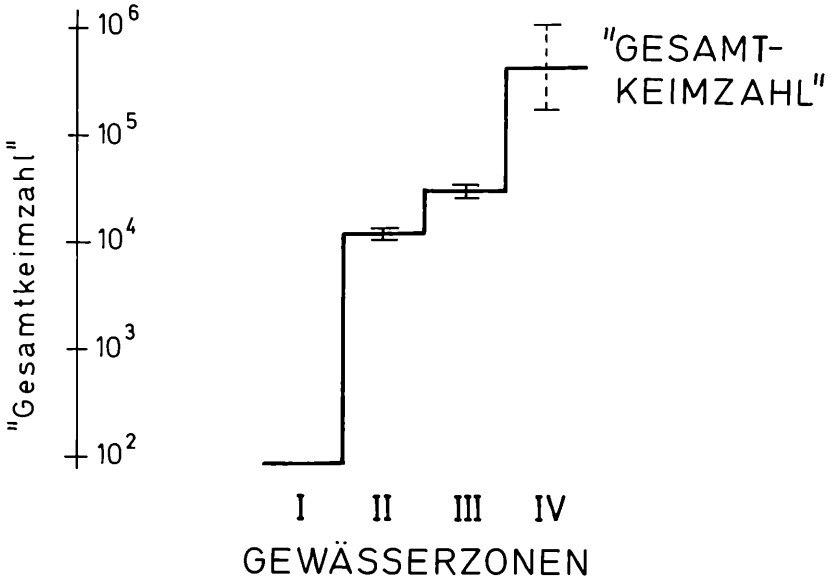


Abbildung 1

Die Zone I oder Grundwasserzone besteht aus der Abnahmestelle Q und gibt im wesentlichen die Beschaffenheit des bodenfiltrierten Grundwassers wieder. Zone II oder auch Waldzone setzt sich aus den Abnahmestellen I bis III zusammen die alle im Waldgebiet liegen. Zone III oder Wiesenzone wird von den im Wiesengelände liegenden Abnahmestellen IV bis VII gebildet. Die Zone IV, die verbaute Zone schließlich wird von den im unteren Bachlauf befindlichen Entnahmestellen VIII bis XI gebildet, die ausnahmslos im verbauten Gebiet liegen.

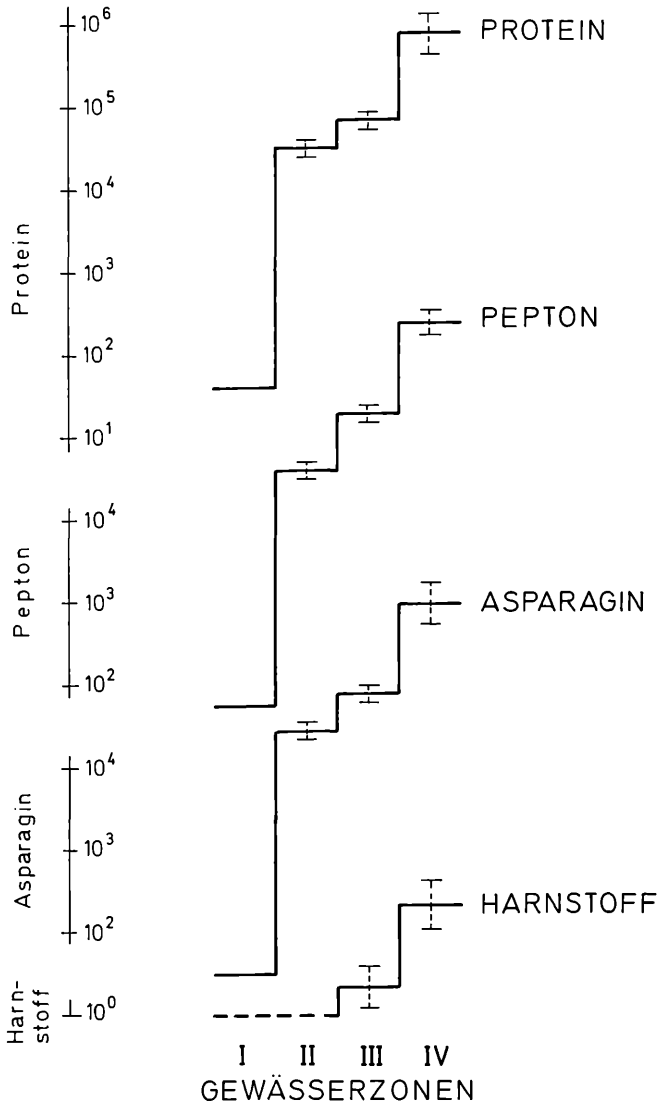


Abbildung 2

In den quantitativen graphischen Darstellungen der Stoffumsatzprozesse in verschiedenen Gewässerzonen sind neben den Mittelwerten die Standardabweichungen dargestellt. Die Mittelwerte beziehen sich auf die zu einer charakteristischen Gewässerzone zusammengefaßten Probeentnahmestellen. Die jeweiligen Standardabweichungen ergeben ein Bild der Variabilität zwischen den einzelnen Entnahmestellen innerhalb dieser Zonen.

Der Vergleich dieser Standardabweichungen ermöglicht eine Beurteilung der Abgrenzung der Zonen gegeneinander und zeigt, daß im wesentlichen die sich zwischen den Zonen ergebenden Unterschiede über den Variabilitätsbereich innerhalb der einzelnen Zonen deutlich hinausgehen.

Es zeigt sich aber weiters noch, daß die verschiedenen Stoffumsatzprozesse bzw. die Zahlen der an den jeweiligen Prozessen beteiligten Bakterien in verschiedenem Maße spezifisch für bestimmte Standortbedingungen sind.

Die geringste „Gesamtkeimzahl“ mit etwa 100 Keimen/ml zeigt wie erwartet die Grundwasserzone (Abb. 1). Besonders bei diesem keimarmen Wasser sind jedoch die früher angeführten Einschränkungen bezüglich des Aussagewertes der Ergebnisse zu beachten, da bei Verwendung nährstoffarmer Medien zur Bestimmung von „Gesamtkeimzahlen“ in keimarmen Gewässern, 20—100fach höhere Werte, als die entsprechenden auf Fleischextrakteptonagar erhaltenen, gefunden werden konnten (4). Auch unsere Untersuchungen der von den Platten isolierten Stämme zeigten deutlich, daß tatsächlich nicht die Gesamtheit der am jeweiligen Standort vorhandenen Bakterien erfaßt werden konnte, sondern hauptsächlich die schnellwüchsigen Eiweißzersetzer zur Entwicklung kamen. In der Waldzone ist ein sprunghafter Anstieg der Keimzahlen um rund 2 Zehnerpotenzen feststellbar, da in dieser Zone noch weitgehend natürliche, nicht durch menschliche Siedlungsabfälle beeinflusste Verhältnisse herrschen, kann angenommen werden, daß diese Keimzahlen im wesentlichen durch den natürlichen Bestandsabfall, d. h. durch fallendes Laub und durch Erdabschwemmungen hervorgerufen werden. Im weiteren Verlauf des Baches ergibt sich für die Zone des ebenfalls weitgehend unbesiedelten Wiesengeländes ein schwacher Anstieg, während der Eintritt des Baches in die Zone des verbauten Gebietes wieder von einem starken Anstieg der festgestellten Keimzahlen begleitet wird. Diese sprunghafte Zunahme der Keimzahlen im Siedlungsgebiet drückt sich auch in einer relativ hohen Standardabweichung aus, da die Werte an den im verbauten Gebiet liegenden Entnahmestellen in großen Schritten einem Maximum zustreben, das am Ende des untersuchten Bachlaufes mit einem Wert von etwa 10^6 Keimen/ml erreicht wird.

Diese bei den Ergebnissen der „Gesamtkeimzahlen“ beobachtete Tat-

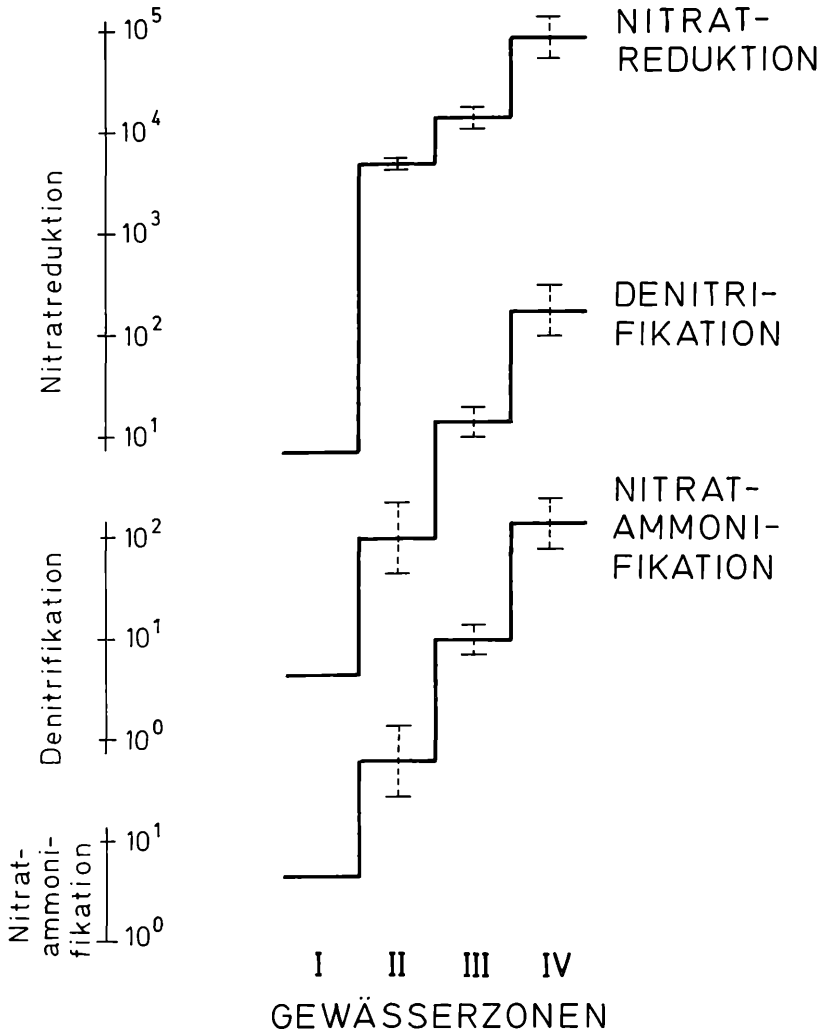


Abbildung 3

sache des sprunghaften Anstiegs der Werte zwischen den Zonen I und II bzw. III und IV, zeigte sich bei allen für den Schreiberbach als wenig spezifisch gefundenen Stoffumsatzvorgängen, wie z. B. Protein-, Pepton-, Asparagin- und Stärkeabbau, die in den Abbildungen 2 und 4 dargestellt sind. Die spezifischeren Abbauvorgänge, wie z. B. Chitin- und Pektinabbau (Abb. 4) hingegen zeigen eine regelmäßige Zunahme der Bakterienzahlen von Zone zu Zone.

Dieser Unterschied ist besonders deutlich an den in Abbildung 3 dargestellten Vorgängen des Nitratabbaues zu erkennen, wo die wenig spezifische, von vielen Bakterienarten durchführbare Nitratreduktion diskontinuierliche Unterschiede zwischen den einzelnen Zonen zeigt, während für die weitaus spezifischeren Vorgänge der Denitrifikation und Nitratammonifikation etwa gleich große Unterschiede zwischen den einzelnen Zonen gefunden wurden.

Ein Grund für diese Ergebnisse ist darin zu sehen, daß die auf weniger spezifische Abbaumechanismen festgelegten Populationen, die durch natürliche und zivilisatorische Verunreinigungen in das Wasser eingebrachten Stoffe weitaus schneller abbauen können und dadurch rascher und stärker zur Entwicklung kommen als die an spezifischen Abbaureaktionen beteiligten Bakterien. Dies wird durch die bei den Laborversuchen festgestellten langen Abbauzeiten, die für die spezifischen Abbaureaktionen gefunden wurden, bestätigt. Außerdem zeigen die an isolierten Bakterienstämmen durchgeführten Untersuchungen eine Verminderung der Arten bei gleichzeitig steigenden Bakterienzahlen, ein Ergebnis, das wieder darauf hinweist, daß die unspezifischeren Bakterienarten innerhalb der Gesamtpopulation mit steigender Zufuhr von Nährstoffen unter gleichzeitiger Zurückdrängung der Artenzahl einen starken zahlenmäßigen Zuwachs erfahren. Dies ist ein Vorgang, der allgemein auf eine Gewässerverschmutzung hinweist und der dementsprechend bei den einzelnen Entnahmestellen von der Quelle zur Mündung zunimmt.

Für die etwas vom allgemeinen Schema abweichenden Werte, die für Harnstoff- und Sulfatabbau gefunden wurden, sind die früher beschriebenen speziellen Bedingungen verantwortlich. So treten harnstoffabbauende Bakterien erstmals an der am Ende schwach besiedelten Wiesenzone auf, Sulfatabbau überhaupt erst am sauerstoffarmen Ende des Bachlaufes.

Zusammenfassung

Die im Rahmen dieser Arbeiten gewonnenen Ergebnisse haben gezeigt, daß zwar in den relativen Zahlenwerten, die sich durch Koloniezählung auf Platten ergeben, Unterschiede zwischen den Standorten zum Ausdruck

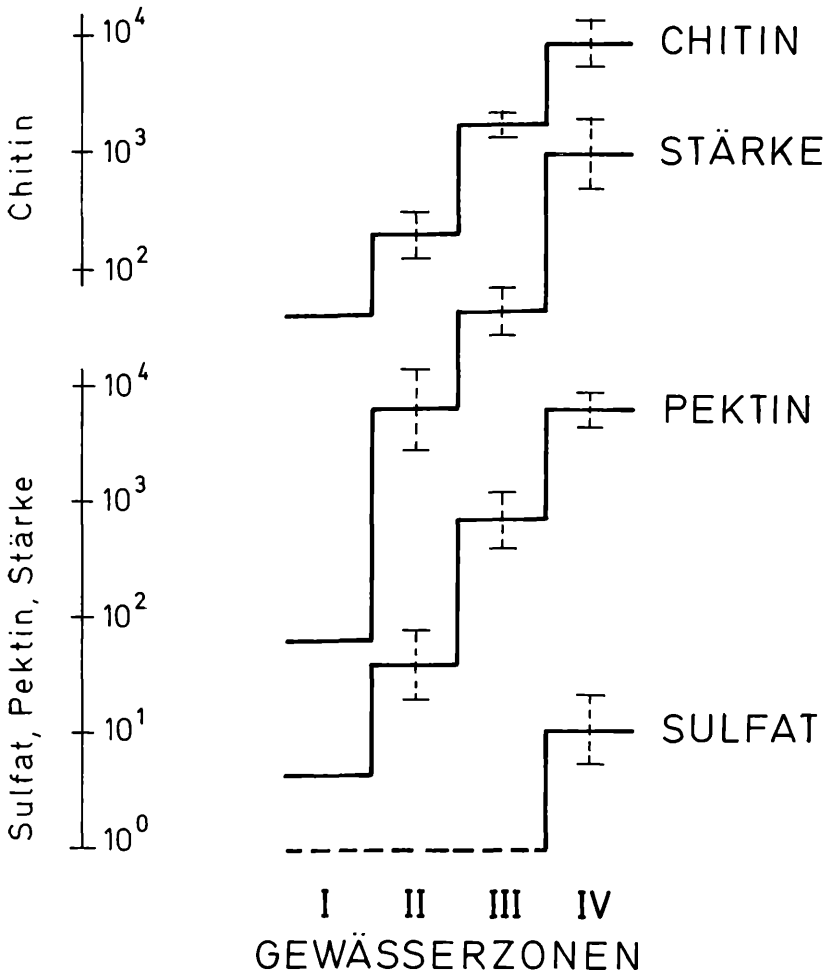


Abbildung 4

kommen, aber über die an verschiedenen Prozessen des bakteriellen Stoffumsatzes beteiligten Bakterien nur Untersuchungen auf spezifisch physiologische Gruppen eine Aussage treffen können. Eine Auswertung solcher auf spezifische Gruppen gerichteter Untersuchungen zeigt, daß sich bei Beachtung verschiedener Faktoren — wie etwa Reproduzierbarkeit der für die verschiedenen Stoffumsatzaktivitäten gefundenen Werte und der dabei gefundenen Variabilität — durch physiologische Gruppen von an bestimmten Stoffumsatzvorgängen beteiligten Bakterien Gewässerzonen kennzeichnen und gegeneinander abgrenzen lassen. Im Falle unserer Untersuchungen reichen diese Zonen vom Zustand des mehr oder minder unbeeinflussten Grundwasseraustrittes bzw. Quellgebietes, über Wald- und Wiesenzone mit vorwiegend natürlichem Bestandsabfall, bis in das Siedlungsgebiet mit zunehmender Belastung durch häusliche Abwässer und Abfälle.

L i t e r a t u r

- (1) STREICHSBIER, F. (1974): Dissertation: Bakterielle Stoffumsatzprozesse als ökologische Indikatoren in Gewässern. — Techn. Univ. Wien.
- (2) STREICHSBIER, F. (1976): Stoffumsatzaktivitäten denitrifizierender Keime in Stadtrandgewässern. — Sonderdruck aus Zbl. Bakt., I. Abt. Referate, Bericht über die 15. Jahrestagung d. Österr. Ges. f. Hyg., Mikrob. u. Präv. med. in Linz, 18.—20. Mai 1976. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart—New York.
- (3) OBERZILL, W. (1967): Mikrobiologische Analytik. — Verlag Hans Carl, Nürnberg.
- (4) KUSNEZOW, S. (1959): Die Rolle der Mikroorganismen im Stoffkreislauf der Seen VEB Deutscher Verlag der Wissenschaften, Berlin.

Anschrift des Verfassers: Dipl.-Ing. Dr. techn. Franz STREICHSBIER, Institut für Biochemische Technologie und Mikrobiologie, Technische Universität Wien, Getreidemarkt 9, A-1060 Wien.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Wasser und Abwasser](#)

Jahr/Year: 1976-1977

Band/Volume: [1976-1977](#)

Autor(en)/Author(s): Streichsbier F.

Artikel/Article: [Stoffumsatzaktivitäten von Bakterienpopulationen in stadtnahen Fließgewässern 345-356](#)