

Bakteriologische Untersuchungen an einem mäßig beeinflussten Fließgewässer in Großstadtnähe (Mauerbach bei Wien)

Martin Dokulil

Mauerbach is a brook running through a recreation area close to the city of Vienna, Austria. Direct microscopic counts of bacteria on membrane filters during the years 1971-1974 reveal figures in the free water generally comparable to those found in the literature. Numbers are positively correlated with water discharge due to allochthonous input from the surroundings during floods. The same holds for the plate counts except for station 5/1 where small amounts of sewage enters the brook. Temperature dependence could be established for plate counts only. No correlation to chemical parameters was found. Ratios of direct to plate counts (Razumov's coefficient) varied between 18 and 12 700 depending on water level and sewage input. Aerobic spore-forming bacteria proved to be unimportant. In comparison with the water, colony counts from the sediments and the aquatic plants were much higher depending on the preceding flow- and sedimentation characteristics.

1. Einleitung

Über den Gehalt an direkt mikroskopisch nachweisbaren Bakterien (Gesamtbakterien oder MF-Bakterien) aus Fließgewässern liegen bisher nur relativ wenige Angaben vor (JANNASCH 1955, DAUBNER u. TRŽILOVÁ 1969, REICHARDT u. SIMON 1972, DEUFEL 1972). Aus Österreich gibt es dazu überhaupt keine Daten. Aus diesem Grund wurde im Rahmen einer interdisziplinären Fließwasserstudie an einem mäßig belasteten Bach in der Nähe Wiens der Ermittlung der Zahl der Gesamtbakterien besonderes Augenmerk geschenkt. Zum Vergleich mit früheren Daten aus diesem Gewässer (vgl. DOKULIL 1977) wurden auch die heterotrophen saprophytischen Keime nach der Plattenmethode bestimmt.

Ziel der Untersuchung war es zunächst, festzustellen, ob die Werte in ähnlichen Größenordnungen liegen wie in den erwähnten Arbeiten. Sodann sollte die Abhängigkeit der Gesamtbakterienzahl und der Keimzahlen von Wasserführung, Temperatur und einigen chemischen Parametern ermittelt werden. Zusätzlich war die Aussagekraft des Razumov-Koeffizienten (MF - Bakterien/Keimzahl) bei schwankender punktueller Belastung in einem relativ kleinen Fließgewässer zu prüfen.

In einigen Einzeluntersuchungen sollte die Bedeutung aerober Sporenbildner sowie das Verhältnis des Keimgehaltes der fließenden Welle zu dem der Wasserpflanzen und des Sedimentes festgestellt werden.

Die Untersuchungen beziehen sich auf den Zeitraum von Mai 1971 bis September 1975. Proben wurden in etwa monatlichen Abständen entnommen. Von ursprünglich neun Probenstellen wurden ab 1972 sieben für die routinemäßige Absammlung ausgewählt, welche sich ab Mitte 1973 durch Wegfall der beiden Quellproben auf fünf reduzierten.

Zur Lage der Entnahmestellen und der allgemeinen Charakterisierung des Gebietes siehe DOKULIL (1977) und HADL (1977).

2. Methodik

Wasserproben wurden mit sterilen Flaschen gegen die Strömungsrichtung geschöpft. Wasserpflanzen und Sedimentproben wurden in fabrikneuen Plastiksäckchen ins Labor transportiert. Die Aufarbeitung begann spätestens 2 Stunden nach der Entnahme.

Die Gesamtzahl der planktischen Bakterien wurde durch direkte mikroskopische Zählung auf Membranfiltern ermittelt (SOROKIN u. OVERBECK 1972). Die Keimzahl der aeroben heterotrophen Bakterien wurde bestimmt durch Oberflächenausspattung geeigneter Verdünnungsstufen auf Casein-Pepton-Stärke (CPS)-Agarplatten nach COLLINS (1963). Gezählt wurden die Kolonien nach 8 und 14 Tagen Bebrütung bei 20°C. Vergleichsproben bei niedrigen Temperaturen erbrachten nur unwesentlich höhere Plattenzahlen. Zur Ermittlung des Anteiles der aeroben sporenbildenden Bakterien wurde fallweise die erste Verdünnungsstufe 15 Minuten bei 75°C im Dampftopf pasteurisiert. Die Bearbeitung der Wasserpflanzen- und Sedimentproben erfolgte in Anlehnung an KOHL (1975).

3. Ergebnisse und Diskussion

3.1 Gesamtzahl der planktischen Bakterien

Die direkt ermittelten Bakterienzahlen sind in Tab. 1 für die einzelnen Entnahmeorte zusammengefaßt. Angeführt sind neben dem Mittelwert und der Standardabweichung die Spannweite und die Mittelwerte bei Hoch- und Niedrigwasser sowie deren Verhältnis. Die Probenstellen 1, 1/1, 2 und 2/1 wurden je 19mal, alle anderen 33mal untersucht.

Tab. 1: Gesamtbakterienzahl (Zellen x 10³/ml), Mauerbach (1971 - 1974)

Entnahmestelle	Mittelwert	$\pm s_x$	Minimalwert	Maximalwert	Mittelwert Niedrigwasser $\bar{x}_{NW}$	Mittelwert Hochwasser $\bar{x}_{HW}$	$\bar{x}_{NW}/\bar{x}_{HW}$
1 Hainbuchbachquelle	518	251	200	956	355	665	0.53
1/1 Hainbuchbach	549	316	195	1155	-	-	-
2 Groißaubachquelle	522	336	220	1517	346	667	0.52
2/2 Groißaubach	731	333	275	1265	-	-	-
3 Zusammenfluß	583	413	76	1675	327	937	0.53
4 oberhalb Kartause Mauerbach	597	477	92	1700	328	968	0.34
5 Hohe Wandgasse	678	573	84	2217	276	1167	0.24
5/1 Gasthaus "Jägerwirt"	585	474	61	1520	228	1202	0.23
6 Mündung	814	540	285	2004	521	1444	0.36

Die geringste Anzahl, 518 · 10³ bzw. 522 · 10³ Zellen pro ml, fand sich in den beiden Helokrenen. Während die Schwankungsbreite im einen Fall relativ schmal ist, 200 · 10³ bis 956 · 10³, wurde an der anderen Quelle bei Hochwasser einmal ein Spitzenwert von 1.5 · 10⁶ festgestellt. Dieser Wert, offensichtlich durch Ausschwemmung aus dem Erdreich bei extremem Hochwasser verursacht, scheint aber eher außergewöhnlich zu sein, da in allen anderen Fällen 745 · 10³ nicht überschritten wurden (Tab. 1).

Mit zunehmender Fließstrecke steigen die Werte allmählich an und erreichen 814 · 10³ an der Mündung des Baches in den Wienfluß. Eine Ausnahme bildet nur die Entnahmestelle "Jägerwirt" (5/1), wo die Bakterienzahlen beträchtlich geringer sind (Tab. 1), obwohl hier zeitweise die stärkste Beeinträchtigung zu bemerken ist (DOKULIL 1977). Ursache dürfte die Sedimentation von Bakterien in stromaufwärts liegenden Kaskaden sein.

Auffällig sind auch die im Vergleich zum Oberlauf weit niedrigeren Minimalwerte im Mittel- und Unterlauf. Nur an der Mündung ist der niedrigste Wert wiederum etwa gleich hoch wie im Oberlauf. Das gleiche Phänomen zeigen auch die Mittelwerte bei Niedrigwasser. Grund hierfür ist offensichtlich die größere Strömungsgeschwindigkeit und die dadurch stärkere Bodenabschwemmung im Oberlauf. Im mehr sandig-steinigen Mittel- und Unterlauf ist die Abschwemmung hingegen wesentlich geringer und die Sedimentation von Keimen infolge der schwächeren Strömung stark erhöht.

Im Gegensatz dazu sind die höchsten Bakterienzahlen im gesamten Bachverlauf nur wenig unterschiedlich. Da höhere Bakterienkonzentrationen immer mit Hochwasser gekoppelt sind, wie die Mittelwerte in Spalte 6 der Tab. 1 zeigen, spielt die Abschwemmung von Keimen aus den Böden und vom Bachgrund eine größere Rolle als etwa Abwassereinleitungen. Daher bleibt auch der Quotient NW/HW immer weit unter 1. Die stetige Zunahme der Hochwassermittelwerte von der Quelle bis zur Mündung erklärt sich aus Anreicherung und Zuflüssen.

Die Menge der Bakterien des freien Wassers ist also im Mauerbach stark abhängig von der Wasserführung. Beziehungen zur Wassertemperatur oder chemischen Parametern ließen sich nicht feststellen. Diese Ergebnisse decken sich mit Befunden von DEUFEL (1972) und KOHL (1975). Größenordnungsmäßig stimmen die Werte vom Mauerbach mit Angaben aus Aale und Fulda überein (JANNASCH 1955); sie sind im allgemeinen niedriger als diejenigen der Donau (DAUBNER u. TRŽILOVÁ 1969, DEUFEL 1972). Lediglich in den beiden Quellen des Mauerbaches ist die Anzahl der Bakterien vergleichsweise sehr hoch, was wohl auf ihre Charakterisitk (Helokrenen in Waldgräben) zurückzuführen ist: Es wird eine ständige Abschwemmung von Bakterien aus dem Erdreich und von der Laubstreu ermöglicht.

3.2 Aerobe heterotrophe Bakterien

Die Keim- oder Plattenzahlen waren mit 656 und 1300 Kolonien pro ml wiederum in den beiden Quellen am geringsten (Tab. 2). Der höhere der beiden Werte wird durch vermehrten Eintrag organischer, fäulnisfähiger Stoffe aus einer Abfallhalde eines nahegelegenen Gasthauses verursacht. Die Spitzenwerte überschreiten an dieser Stelle 3000 Keime/ml. Daß es sich um Abschwemmung und nicht um eine Einleitung handelt, beweisen die Mittelwerte bei Hoch- und Niedrigwasser. Im Falle einer Einleitung müßte ihr Verhältnis über 1 liegen, da Abwasser verdünnt bzw. konzentriert wird. Tatsächlich ist der Quotient aber 0.21 (Tab. 2, letzte Spalte); das heißt, es gelangen bei Hochwasser fast fünfmal so viele Saprophyten in den Bach als bei Niedrigwasser.

Tab. 2: Koloniezahl/ml, Mauerbach (1972 - 1975)

Entnahmestelle	Mittelwert	$\pm s-x$	Minimalwert	Maximalwert	Mittelwert Niedrigwasser $\bar{x}_{NW}$	Mittelwert Hochwasser $\bar{x}_{HW}$	$\bar{x}_{NW}/\bar{x}_{HW}$
1 Hainbuchbachquelle	1300	1040	112	3180	498	2426	0.21
1/1 Hainbuchbach	718	(Einzelw.)	-	-	-	-	-
2 Groißaubachquelle	656	605	44	1900	198	1266	0.16
2/2 Groißaubach	437	(Einzelw.)	-	-	-	-	-
3 Zusammenfluß	3300	1650	60	6300	1080	3620	0.30
4 oberhalb Kartause Mauerbach	2050	1290	40	4900	1650	2410	0.68
5 Hohe Wandgasse	3400	2410	280	11000	2240	4610	0.49
5/1 Gasthaus "Jägerwirt"	6800	3960	3400	15000	7000	6440	1.09
6 Mündung	2800	1500	180	5200	620	4100	0.15

Die höchste Keimzahl fand sich unterhalb des Gasthofes "Jägerwirt", wo Maximalwerte bis 15 000 erreicht werden. Als Beweis für die Einleitung häuslicher Abwässer mag das Niedrig-/Hochwasserverhältnis dienen, welches in diesem Fall über 1 liegt (Tab. 2), sowie das Auftreten höherer Coliformen-Werte und fallweise von Salmonellen (DOKULIL 1977). An allen anderen Stellen des Bachverlaufes waren nur geringe Plattenzahlen festzustellen. Wie für die Gesamtbakterien ergab sich auch bei den heterotrophen Keimen eine deutliche Beziehung zur Wasserführung, was sich mit Ergebnissen von MANCZAK u. SZUFLICKA (1974) deckt; darüber hinaus ist aber auch eine deutlich positive Korrelation zur Wassertemperatur gegeben.

3.3 Razumov-Koeffizient

Diese Verhältniszahl der direkt gezählten Bakterien zur Plattenzahl ist nach KORSCH (zit. nach MUCHA 1967) ein Maß für die Verunreinigung des Gewässers mit organischen Stoffen. Quotienten über 1000 sind für reines Wasser charakteristisch, solche von

Tab. 3: Razumov-Koeffizient (Gesamtbakterien/Kolonienzahl) im Mauerbach

Entnahmestelle	Mittelwert	Minimalwert	Maximalwert
1 Hainbuchbachquelle	968	96	3900
2 Groißaubachquelle	3230	186	12700
3 Zusammenfluß	340	43	1026
4 Oberhalb Kartause	390	58	1300
5 Hohe Wandgasse	620	22	2600
5/1 Gasthaus "Jägerwirt"	143	18	470
6 Mündung	310	65	1200

1000-10 repräsentieren schwach bis mittel beeinträchtigte Wässer und solche unter 10 finden sich bei starken organischen Belastungen. Die mittleren Koeffizienten dieser Untersuchung sind in Tab. 3 zusammengestellt. Wie die höchsten und niedrigsten Werte zeigen, kann der Razumov-Koeffizient an allen Stellen in weiten Grenzen schwanken. Selbst an den Quellen wird 1000 weit unterschritten; bei Punkt 5/1 wird dieser Wert allerdings niemals erreicht. Es ergibt sich also das bereits beschriebene Bild mit stärkster Beeinträchtigung unterhalb des Gasthofes "Jägerwirt" und geringfügiger Verunreinigung der einen Quelle. Auf Einzeluntersuchungen ist aber der Razumov-Koeffizient auch in mäßig belasteten Kleingewässern nur mit Vorbehalt als Kriterium der Wasserbeschaffenheit anwendbar; er kann lediglich andere Unterlagen bestätigen (vgl. die Diskussion bei DEUFEL 1972, S. 6 f. und REICHARDT u. SIMON 1972, S. 133).

3.4 Aerobe Sporenbildner

Der Prozentanteil der Bakterien, welche zur Sporenbildung befähigt sind, bewegt sich in allen Untersuchungen zwischen 0 und 2% der Zahl der Saprophyten, was nach KOHL (1975) auf kaum beeinträchtigtes Wasser hinweist. Beziehungen zu irgendwelchen anderen Parametern ließen sich nicht feststellen.

3.5 Bakteriengehalt von Sediment und Wasserpflanzen

Die Untersuchung des Bakteriengehaltes der fließenden Welle vermag nur den Augenblickszustand des Gewässers festzuhalten. Aufschluß über längere Zeiträume ermöglicht hingegen die bakterielle Analyse von Sedimenten, Wasserpflanzen und Aufwüchsen (KOHL 1974, 1975).

Tab. 4: Paralleluntersuchungen der Koloniezahlen von Freiwasser, Sediment und Wasserpflanzen (Mauerbach 1975).

	Wasser (Kol. x 10 ³ /ml)	Sediment (Kol. x 10 ³ /g FG)	Wasserpflanzen (Kol. x 10 ³ /g FG)
26. Juni			
4 oberhalb Kartause Mauerbach	2.0	436	2560
5/1 Gasthaus "Jägerwirt"	4.9	680	18800
28. Juli			
3 Zusammenfluß	0.6	520	-
4 oberhalb Kartause	3.78	24	-
5 Hohe Wandgasse	2.23	140	-
5/1 Gasthaus "Jägerwirt"	0.52	750	-
20. August			
3 Zusammenfluß	0.95	250	3180
4 oberhalb Kartause	0.375	400	17180
5 Hohe Wandgasse	2.5	620	9540
5/1 Gasthaus "Jägerwirt"	2.1	610	18990
4. September			
3 Zusammenfluß	3.9	1000	7200
4 oberhalb Kartause	1.1	600	18350
5 Hohe Wandgasse	1.29	2500	2430
5/1 Gasthaus "Jägerwirt"	2.5	4900	10100

Wie Tab. 4 zeigt, sind die Koloniezahlen im Sediment und auf den Wasserpflanzen im Mauerbach wesentlich höher als im freien Wasser. Während aber die Sedimentproben zwischen weniger als einer und mehr als vier Zehnerpotenzen über der Saprophytenzahl der Wasserproben liegen, ist die Menge der Keime auf den Wasserpflanzen relativ konstant zwischen drei und vier Zehnerpotenzen höher. Diese feste Proportion ist wohl auf die allgemeine Abhängigkeit des Bakteriengehaltes von der Wasserführung zurückzuführen. Die größere Variabilität im Sediment, besonders bei Punkt 4, hat ihre Ursache im wechselnden steinigen Substrat, wo je nach Abfluß mehr oder weniger Keime abgeschwemmt bzw. sedimentiert werden. Koloniezahlen allein sind natürlich nur von geringerer Aussagekraft. Erst die Untersuchung auf Coli-Keime und Salmonellen können langfristige Belastungen wirklich deutlich machen. Bei einer einmaligen Untersuchung waren alle Wasser-, Wasserpflanzen- und Sedimentproben Salmonellen-negativ; nur das Sediment unterhalb des Gasthofes "Jägerwirt" wies massiv Salmonellen auf, was auf den ständigen Abwassereinfluß an dieser Stelle hinweist.

4. Zusammenfassung

Die Zahl der Gesamtbakterien und der heterotrophen saprophytischen Keime schwankt im Mauerbach in Abhängigkeit von der Wasserführung und liegt im allgemeinen in Größenordnungen, wie sie aus der Literatur bekannt sind. Nur an einer Stelle waren die Keimzahlen bei Niedrigwasser höher als bei Hochwasser. An diesem Probenpunkt konnte eine Abwassereinleitung deutlich nachgewiesen werden. Beziehungen zur Temperatur ließen sich lediglich für die Saprophyten feststellen; eine Parallelität mit chemischen Parametern war nicht gegeben. Das Verhältnis Gesamtbakterien zu Keimzahl ist nur mit Vorbehalt als Kriterium zur Beurteilung der Wasserqualität von Bächen heranziehbar. Die aeroben Sporenbildner sind unbedeutend und erlauben keinerlei Aussage. Auf Wasserpflanzen und in Sedimenten ergeben sich wesentlich höhere Keimzahlen, doch scheint auch hier die Menge stark von der vorhergehenden Wasserführung abhängig zu sein.

Literatur

- COLLINS V.G., 1963: The distribution and ecology of bacteria in freshwater. Proc. Soc. Wat. Treat. Exam. 12: 40-73.
- DAUBNER I., TRŽILOVÁ B., 1969: Zahl und wechselseitige Beziehung einiger Gruppen des mikrobiellen Planktons im Donauwasser (1965-1968). Biologia 24: 440-442.
- DEUFEL J., 1972: Die Bakterien- und Keimzahlen im Oberlauf der Donau bis Ulm. Arch. Hydrobiol. Suppl. 44 ("Donauforschung" 5): 1-9.
- DOKULIL M., 1977: Chemisch-bakteriologischer Langzeitvergleich zweier Wienerwaldbäche (Mauer- und Liesingbach). Ein Beitrag zur Ökologie von Fließgewässern in Großstadtnähe. Gewässer und Abwasser 62/63: 97-110.
- HADL G., 1977: Ökologische Auswirkungen von Umweltveränderungen auf Fließgewässer in Großstadtnähe. Verh. Ges. f. Ökologie (Göttingen 1976): 463-471.
- JANNASCH H.W., 1955: Zur Ökologie der zymogenen planktischen Bakterienflora natürlicher Gewässer. Arch. Mikrobiol. 23: 146-180.
- KOHL W., 1974: Ein Beitrag zur bakteriellen Besiedlung von Wasserpflanzen. Proc. EWRC 4th int. sympos. aquatic weeds (Wien 1974): 31-35.
- , 1975: Über die Bedeutung bakteriologischer Untersuchungen für die Beurteilung von Fließgewässern, dargestellt am Beispiel der österreichischen Donau. Arch. Hydrobiol. Suppl. 44 ("Donauforschung" 5): 392-461.
- MAŃCZAK H., SZUFLICKA K., 1974: Hydro-bacteriological correlations in the Oder River. Pol. Arch. Hydrobiol. 21: 101-108.
- MUCHÁ V., 1967: Die Mikrobiologie der Donau. In (Ed. R. Liepolt): Limnologie der Donau. Stuttgart (Schweizerbart).
- REICHARDT W., SIMON M., 1972: Die Mettma - ein Gebirgsbach als Brauereivorfluter. Mikrobiologische Untersuchungen entlang eines Abwasser-Substratgradienten. Arch. Hydrobiol. Suppl. 42 ("Falkau-Arbeiten" 8): 125-138.
- SOROKIN Y.I., OVERBECK J., 1972: Direct microscopic counting of micro-organisms. In (Ed. Y.I. Sorokin u. H. Kadota): Techniques for the assessment of microbiol. production and decomposition in fresh waters. IBP Handbook No. 23: 44-47. Oxford/London/Edinburgh/Melbourne (Blackwell).

Adresse

Dr. Martin Dokulil
Inst. f. Limnologie der
Österr. Akademie der Wissenschaften
Berggasse 18/19
A-1090 Wien

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie](#)

Jahr/Year: 1978

Band/Volume: [7_1978](#)

Autor(en)/Author(s): Dokulil Martin T.

Artikel/Article: [Bakteriologische Untersuchungen an einem mäßig beeinflussten Fließgewässer in Großstadtnähe \(Mauerbach bei Wien\) 297-301](#)