© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

Bakteriologische Untersuchungen von Sedimenten verschiedener Gewässer

W. KOHL, F. ZIBUSCHKA

In einer Zeit, in der es darum geht alle Gewässerveränderungen möglichst schnell und einwandfrei zu erkennen, und in der bei der Aufklärung von Gewässerverunreinigungen neben umfassenden Fachkenntnissen auf allen einschlägigen Fachgebieten auch viel Fleiß, Energie und kriminalistische Fähigkeiten erforderlich sind, sollte man auch die Ergebnisse der bakteriologischen Untersuchung von Sedimenten als diagnostische Hilfsmittel heranziehen. Dies deshalb, weil diese Ergebnisse jenen Zustand charakterisieren, der sich innerhalb eines längeren Zeitraumes in einem Gewässer ausbildet.

Material und Methodik

Als Untersuchungsmaterial dienten Sedimente aus Stauräumen der Donau, Drau und Salzach sowie aus dem Zellersee.

Zur Entnahme von Sedimentproben standen in den Donau-Stauräumen Boote der Strombauleitungen, am Zellersee zum Teil ein Rundfahrtschiff und an den übrigen Gewässern Boote mit Außenbordmotoren und teilweise nur Ruderboote zur Verfügung. Zur Baggerung in der Donau wurde ein in der Bundesanstalt nach Vorlage gebauter und etwas modifizierter Greifer nach VAN VEEN (SCHWOERBEL, J., 1966) verwendet. Dieser an dem Seil einer Winde befestigte Greifer schließt sich, wenn das Seil nach dem Aufsetzen des Greifers auf dem Gewässergrund wieder aufgezogen wird, wobei er eine Fläche von 610 cm^2 erfaßt. Damit der Bagger über den Schiffsrand gehoben werden kann, läuft das Seil über einen Schwenkarm (Abb. 1).

Durch Öffnen der Deckel des ins Boot geschwenkten Baggers kann man die oberste Sedimentschichte erreichen. Mit einem Holzspatel wird von der oberflächlichen Schicht die notwendige Probenmenge entnommen und in ein Plastiksäckchen gefüllt. Die Plastiksäckchen eignen sich

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

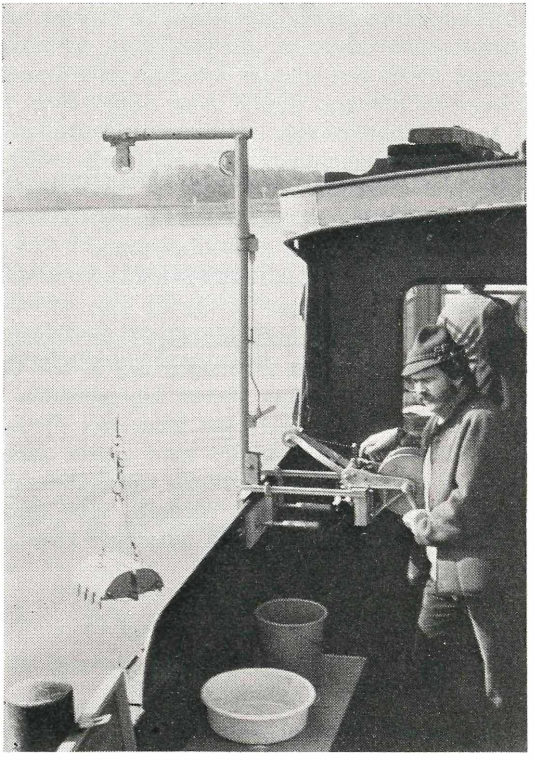

Abb. 1

sehr gut, da sie eine große Öffnung aufweisen und leicht zu verschließen und zu transportieren sind. Eine Beeinträchtigung der Ergebnisse durch Verwendung nicht sterilisierter Plastiksäckchen ist nicht zu befürchten. Eigene Untersuchungen zeigten, daß bei der bakteriologischen Untersuchung von fabriksneuen Plastiksäckchen nur vereinzelt Kolonien saprophytischer Bakterien und keine Fäkalkeime festzustellen sind. In stehenden Gewässern kann der leichte Bodengreifer nach EKMAN-BIRGE zum Einsatz kommen. Bei Benützung von kleinen Booten, bei welchen kein Schwenkarm erforderlich ist, wird die Winde an einem Winkelbrett befestigt. Von der Probe wird 1 g Sediment in ein 250 ml Babyfläschchen eingewogen, mit Aqua destillata auf 100 ml aufgefüllt und 15 Minuten geschüttelt. Der Apparat schüttelt hundertzwanzigmal in der Minute.

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

Von der geschüttelten Probe werden wie von einer Wasser- bzw. Abwasserprobe verschiedene Volumina, die verschiedenen Verdünnungen des Sediments entsprechen, weiter so bearbeitet wie dies für Wasserproben beschrieben ist (KOHL, W., ZIBUSCHKA, F., 1968).

Für die qualitative Untersuchung auf Salmonellen werden 10 g Schlamm in 100 ml destilliertem Wasser geschüttelt und die gesamte Menge zum Salmonellennachweis nach der von KOHL, W., ZIBUSCHKA, F., 1966, beschriebenen Methode angesetzt.

Die Untersuchung umfaßt zum Teil die Feststellung der Koloniezahl

a) der psychophilen, heterotrophen, saprophytischen Keime,
b) der aeroben Sporenbildner,
c) der mesophilen Keime,
d) der endotypischen Kolikeime,
e) und der Streptokokken.
f) Außerdem wurde auf die Anwesenheit von Keimen der Gattung Salmonella untersucht.

Zum Teil konnten aber nur einzelne dieser Parameter überprüft werden.

Diskussion

Es ist nicht verwunderlich, daß bei der bakteriologischen Untersuchung von Sedimenten viele saprophytische Keime und Fäkalbakterien festzustellen sind, da die Sedimentation wesentlich zur Selbstreinigung von Gewässern beiträgt. Dabei gelangen auch viele Bakterien auf den Gewässergrund, eine Erscheinung, auf welche zahlreiche Autoren bereits hingewiesen haben. Schon 1894 hielten FRANKLAND, G. C. und FRANKLAND, P. E., zit. n. MEVIUS, W., 1952/53, die Sedimentation für einen der wichtigsten Faktoren bei der Selbstreinigung des Wassers. Auch KLEIBER, A., zit. n. MEVIUS, W., 1952/53, hat darauf hingewiesen, daß die in den Zuflüssen zum Zürichsee enthaltenen Bakterien im Seewasser selbst wegen der Sedimentation nicht mehr nachweisbar sind. JORDAN, J., zit. n. MEVIUS, W., 1952/53, meint, daß die günstigsten Bedingungen für die Reinigung dort sind, wo die besten Bedingungen für die Sedimentation vorliegen. SPITTA, O., zit. n. MEVIUS, W., 1952/53, hält das Anhaftungsvermögen der Bakterien an größere Partikel, die dann sedimentieren, als entscheidend für die Reinigung. Dafür spricht sich auch RENN, C. E zit. n. MEVIUS, W., 1952/53, aus. Er meint, daß die festen Bestandteile den Bakterien als Nährböden dienen. Anderseits kommt den festen Bestandteilen, deren Dichte größer ist als die des Wassers, die Funktion

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

von Ausflockungsmitteln zu. Auf die reinigende Wirkung der Sedimentation haben, wie MEVIUS, W., 1952/53 anführt, noch eine Reihe von Autoren schon vor Jahrzehnten hingewiesen. TAYLOR, E. W. (1949) spricht davon, daß eine Sedimentation von 12 bis 24 Stunden oft genügt, um 90% der suspendierten Stoffe zu entfernen. Der Autor macht aber auch aufmerksam, daß verschiedene Faktoren, wie Art des Materials, Größe und Form der Partikel die Absetzvorgänge beeinflussen. In neuerer Zeit hat besonders POPP, L, (1965) auf die Bedeutung der Sedimentation für die Selbstreinigung der Gewässer und die Verbesserung der mikrobiologischen Qualität aufmerksam gemacht. Da die Sedimentation auch bewirkt, daß Krankheitskeime in den Grundschlamm gelangen, kommt es dort zu einer Anreicherung dieser Keime. POPP gibt zu bedenken, daß das nur so lange zu einer Verbesserung des fließenden Wassers führt, als das Sediment am Grund des Gewässers liegen bleibt. DOUSEL, v. D. J. und GELDREICH, E. E. (1973) berichten, daß sich Salmonellen aus Sedimenten weit häufiger nachweisen lassen als aus den überstehenden Wasserschichten.

An der Bundesanstalt für Wasserbiologie und Abwasserforschung wurden bakteriologische Sedimentuntersuchungen mit dem Ziele in das Untersuchungsprogramm eingebaut, bessere Grundlagen für die Beurteilung der jeweiligen Gewässersituation zur Verfügung zu haben. Da die Ergebnisse der bakteriologischen Wasseruntersuchung nur den Zustand im Augenblick der Probenentnahme widerspiegeln, sollte aus den Sedimentuntersuchungen ein Rückschluß auf den Gewässerzustand eines längeren Zeitraumes vor der Probenentnahme gezogen werden. Speziell sollten die bakteriologischen Sedimentuntersuchungen Antworten auf folgende Fragen geben:

a) Wie groß — bezogen auf einen längeren Zeitabschnitt — die durchschnittliche fäkale Verunreinigung eines Gewässers ist, insbesondere mit Keimen der Gattung Salmonella.
b) Ob die Sedimente verschiedener Stauräume eines Flusses in bakteriologischer Hinsicht starke Unterschiede aufweisen, und ob aus den Ergebnissen der bakteriologischen Sedimentuntersuchung auf eine stromaufwärts gelegene Einleitung von Siedlungsabwässern rückgeschlossen werden kann.
c) Ob die Sedimente aus einem See einen Rückschluß auf eine fäkale Verunreinigung zulassen.

In Stauräumen, in welchen durch die abnehmende Fließgeschwindigkeit die Schleppkraft des Wassers abnimmt, steigt die Sedimentation. In

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

der Zone direkt oberhalb der Stauanlage kommt es zur Ablagerung von feinem bis feinstem Schlamm (LEOPOLDSEDER, F., 1954, WEBER, E., 1961). Während bei einer Strömungsgeschwindigkeit zwischen 20 und 40 cm/sec Sand abgelagert wird, beginnt sich bei einer Geschwindigkeit von 20 cm/sec feinstes Material abzusetzen (EINSELE, W., 1960). Auch LIEBMANN, H., (1954) sagt, daß es durch den Aufstau eines Flusses zur Sedimentation der fäulnisfähigen organischen Substanzen kommt, die in den Stau eingeschwemmt werden.

Ebenso gelangen Bakterien durch Absetzvorgänge ins Sediment. In Kläranlagen kommt es infolge von Absetzprozessen schließlich auch zu einer Verminderung der Keimzahl (BELING, A., THON, D., und LOOS, K., 1956). POPP, L. (1965) hält die Schwerkraft für die einzige Kraft, die bei der Selbstreinigung der Gewässer von Krankheitskeimen entscheidend ist. Aus Laborarbeiten ist bekannt, daß es durch die Sedimentation zu einer Verringerung des Bakteriengehaltes im Wasser kommt. Wenn man eine Wasserprobe einige Tage stehen läßt, ohne daß die Probe bewegt wird, dann sedimentieren die Bakterien. Ein Versuch mit einer 1-l-Probenflasche zeigt dies anschaulich.

	Wasserprobe Wallsee		
1. Tag	2.395	400	220
2. Tag	680	20	20
3. Tag	160	0	0
4. Tag	50	0	0
4. Tag — geschüttelt	540	270	10

Dieses Beispiel zeigt, daß die Sedimentation zur Verringerung der Bakterien in den oberen Schichten der Wasserprobe beiträgt. Aus diesem Versuch ist einmal mehr die bekannte Erscheinung zu erkennen, daß die Zahl der Saprophyten, Koli und Streptokokken durch längeres Stehenlassen einer Probe nach der Entnahme stark abnimmt, auch wenn die Probe vor dem Ansetzen in der Entnahmeflasche durchmischt wird.

Bei der bakteriologischen Untersuchung vieler Drauwasserproben, welche von Villach abwärts entnommen wurden, ließen sich nur selten — nur in der Nähe der Abwassereinleitung — Salmonellen nachweisen. Deshalb sollten Sedimentuntersuchungen im Stauraum Feistritz (Abb. 2) zeigen, ob nicht auch dieser Flußabschnitt mit Salmonellen verunreinigt ist, obwohl diese Keime aus einzelnen Wasserproben nicht zur Feststellung gelangten. Auf dem ca. 10 km langen Flußteilstück wurden am

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

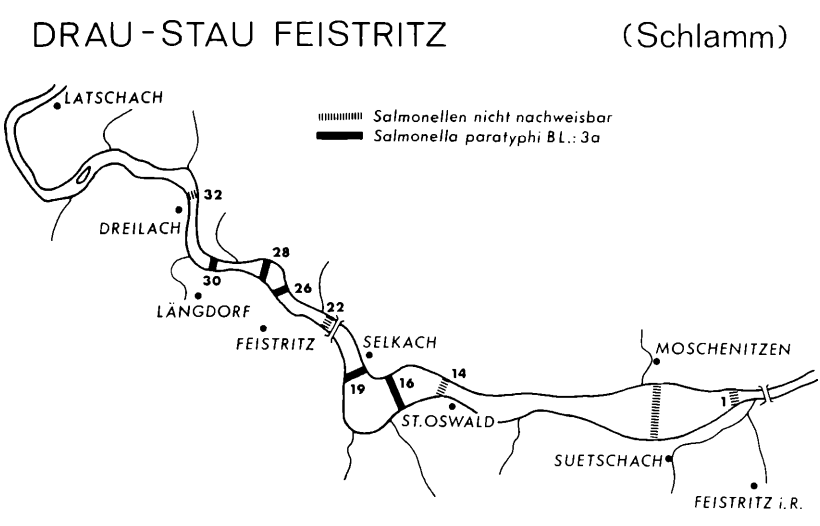

Abb. 2

31. März 1971 10 Sedimentproben entnommen. Fünf dieser Proben, also 50%, enthielten Salmonellen, und zwar *S. paratyphi B* Lysotop 3 a. Die Sedimentuntersuchung hat gezeigt, daß auch in diesem Flußabschnitt immer wieder mit einer Salmonellen-Kontamination zu rechnen ist.

Aus dem Salzach-Stauraum Urstein gelangten ebenfalls Sedimentproben zur Untersuchung auf Salmonellen. Die Sedimententnahmen in diesem 4,7 km langen Flußabschnitt fanden am 3. August 1972 statt. Es wurden sechs Sedimentproben entnommen, die alle Salmonellen enthielten. Dieses hundertprozentige Ergebnis dürfte darin zu suchen sein, daß die Salzach nicht nur fäkal, sondern auch mit Zellulosefasern verunreinigt ist. Den Zellulosefasern kommt in diesem Flußabschnitt die doppelte Funktion als Nährboden und Fällungsmittel zu, wie es RENN, C. E., (1937), zit. n. MEVIUS, W. (1952/52), beschrieben hat. Auch ROTTMANN W., (1973) meint, daß Salmonellen in sehr großen Mengen an Schwebepartikeln haften können. Aus den am 30. August 1972 gebaggerten Sedimenten wurden sieben verschiedene Serotypen isoliert, die sich wie folgt verteilten:

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

S. orion *S. manhattan*	*S. orion*	*S. anatum* *S. derby*	*S. orion* *S. montevideo*	*S. agona* *S. london* *S. orion*	*Stauanlage*
Strom-km 79,8	77,0	76,4	75,5		75,1

Im Jahre 1973 gelangten von einer erweiterten Salzach-Untersuchung zehn Sedimentproben zur Überprüfung auf Salmonellen. Die Entnahmen erstreckten sich auf das Salzachteilstück zwischen Flußkilometer 6 und 188. Auch bei dieser Untersuchung konnten aus allen Proben Salmonellen isoliert werden. Zur Prüfung der Frage, inwieweit aus bakteriologischen Sedimentuntersuchungen ein Rückschluß auf eine stromaufwärts gelegene Einleitung von Siedlungsabwässern gezogen werden kann, sollen die Ergebnisse von zwei Donaustauräumen herangezogen werden. Es sind dies die Stauräume Aschach und Wallsee. In den Stauraum Aschach münden keine wesentlichen Abwassereinleitungen, hingegen liegt der Stauraum Wallsee unterhalb der Abwassereinleitungen des großen Linzer Siedlungsraumes. Die Probenentnahme erfolgte in beiden Stauräumen in Querprofilen zu je vier Proben, wobei die ersten Entnahmestellen zirka 300 m oberhalb der Stauanlage lagen. In Abständen von jeweils 0,5 km stromaufwärts erfolgte die Entnahme der nächsten vier Proben. Im Anschluß an vier Querprofile zu je vier Proben wurden entsprechend der für die Probenentnahme zur Verfügung stehenden Zeit in einigen Querprofilen nur mehr je eine Probe entnommen. Im Rahmen dieser Arbeit ist aus Vergleichbarkeits- und Darstellungsgründen außer den vier Profilen immer nur die 18. Probe angeführt (siehe Tab. 1). Dabei war festzustellen, daß das schlammige Sediment zu den verschiedenen Entnahmezeitpunkten nicht immer an denselben Stellen aufzufinden war. Die unterschiedliche Wasserführung, die auch eine unterschiedliche Fließgeschwindigkeit mit sich bringt, ist die Ursache dafür, daß es einmal zu einer stärkeren Sedimentation und einmal zur Abtragung der Sedimente kommt. Auf diese Erscheinung haben schon SCHMUTTERER, J. (1961) und WEBER, E. (1963), hingewiesen. SCHMUTTERER konnte durch Anwendung von Schwebstoffmessungen, welche im Stauraum Ybbs an der Stauwurzel und im Unterwasser von Ybbs durchgeführt wurden, erkennen, daß es bei mittlerer Wasserführung und kleinem Hochwasser zu einem Abtragen der Schwebstoffablagerungen kommt.

Tabelle 1: *Stauraum Wallsee*

Sedimentuntersuchung auf psychrophile Keime

Strom-km 2098	2097,5	2097	2096,5	2096
	13. 21,100.000	9. 20,500.000	5. 23,900.000	1. 4,650.000
18. 28,000.000	14. K. S.	10. 26,900.000	6. 9,750.000	2. 22,200.000
	15. K. S.	11. K. S.	7. K. S.	3. K. S.
Entnahmetag **16. 4. 1973**	16. K. S.	12. 11,150.000	8. K. S.	4. K. S.
	13. 54.000	9. 39.000	5. 156.000	1. 103.000
18. 2.000	14. 1.000	10. K. S.	6. 40.000	2. 13.000
	15. K. S.	11. K. S.	7. K. S.	3. K. S.
Entnahmetag **4. 7. 1973**	16. K. S.	12. K. S.	8. 960.000	4. K. S.
Profil 5	Profil 4	Profil 3	Profil 2	Profil 1

Die Entnahmestellen sind fortlaufend numeriert.

In Profil 5 wurde nur der Punkt 18 untersucht.

K. S. = Kein feines Sediment.

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

Es kann aber auch aus den Ergebnissen der bakteriologischen Untersuchung auf die unterschiedliche Sedimentzusammensetzung rückgeschlossen werden. Als Beispiel seien Sedimentuntersuchungen im Stauraum Wallsee am 16. April und 4. Juli 1973 angeführt. Die Gegenüberstellung zeigt die an den zwei Entnahmepunkten ermittelten Koloniezahlen saprophytischer Keime (Tab. 1). Bei der April-Untersuchung war schlammiges Sediment zu finden. Vor der Probenentnahme im Juli kam es kurzzeitig zu einer höheren Wasserführung und einem Abspülen des schlammigen Sedimentes. Im Juli war das Sediment sandig, wies eine größere Korngröße auf und enthielt Pflanzenteile.

In der schematischen Darstellung der zwei Untersuchungen ist an jenen Punkten, an welchen der Bodengreifer Sedimentproben an die Oberfläche brachte, die Zahl der saprophytischen Keime eingesetzt.

Die Koloniezahl der Kolikeime betrug im Sediment am 16. April 1973 das Hundert- bis Tausendfache der Kolizahl des Wassers. Am 4. April 1973 hingegen erreichte die Koloniezahl der Kolikeime aus dem Sediment zum Teil nur ein Hundertstel jener des Wassers und lag maximal beim Zehnfachen. Im selben Stauraum durchgeführte Sedimentuntersuchungen aus dem Jahre 1972 zeigten, daß die Kolikeime am 3. Mai 1972 hundert- bis tausendmal häufiger im Sediment zu finden waren als im Wasser. Von Ergebnissen in derselben Größenordnung berichten auch DOUSEL, v., D. J. u. GELDREICH, E. E. (1973). Bei der Untersuchung am 10. Oktober 1972 waren hingegen im Sediment zehn- bis tausendmal mehr Kolikeime als im Wasser.

Im Stauraum Aschach erfolgte die Probenbaggerung am 4. Oktober 1972 und am 4. April 1973, wobei die Sedimentuntersuchung im Oktober einheitlich die hundertfache Kolizahl des Wassers erbrachte, während am 4. April 1973 die Koloniezahl der Kolikeime das Hundert- bis Tausendfache des Wassers ausmachte. Die stärkeren Schwankungen in der Relation der Kolikeime des Wassers zu der des Sediments im Stauraum Wallsee müssen darauf zurückgeführt werden, daß die im Linzer Raum eingeleiteten Abwässer noch nicht gleichmäßig in die Donau eingemischt sind. Die das Sediment bildenden Sinkstoffe stammen aus unterschiedlich fäkal belasteten Abwasserfahnen.

Proben aus den Stauräumen Aschach und Wallsee wurden auch auf das Vorkommen von Salmonellen überprüft. In den folgenden schematischen Darstellungen der Donaustauräume sind an den Entnahmestellen die festgestellten Sero- und Lysotypen eingetragen. An jenen Punkten, an welchen Sediment gebaggert, aber keine Salmonellen nachgewiesen werden konnten, ist eine durchgestrichene Ø eingetragen.

Tabelle 2: *Stauraum Aschach*

Sedimentuntersuchung auf Salmonellen

Strom-km 2165,1	2164,6	2164,1	2163,6	2163,1
	13. S. paratyphi B L. 1	9. S. münchen	5. ϕ	1. ϕ
18. ϕ	14. ϕ	10. ϕ	6. ϕ	2. ϕ
	15. S. meleagridis	11. S. infantis	7. S. typhi murium: L 1 b	3. ϕ
Entnahmetag **4. 10. 1972**	16. ϕ	12. ϕ	8. ϕ	4. ϕ
	13. S. paratyphi B: L. 3 a 1	9. S. kapemba	5. S. newport	1. ϕ
18. ϕ	14. ϕ	10. S. orion	6. ϕ	2. ϕ
	15. S. infantis	11. ϕ	7. S. stanley	3. S. typhi murium
Entnahmetag **9. 11. 1972**	16. S. orion	12. ϕ	8. ϕ	4. ϕ
Profil 5	Profil 4	Profil 3	Profil 2	Profil 1

Die Entnahmestellen sind fortlaufend numeriert.

In Profil 5 wurde nur der Punkt 18 untersucht.

K. S. = Kein feines Sediment.

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

Tabelle 3: *Stauraum Aschach*

Sedimentuntersuchung auf Salmonellen

Strom-km 2165,1	2164,6	2164,1	2163,6	2163,1
	13. S. paratyphi B: L. 1	9. S. bredeney	5. S. orion	1. S. derby
18. ϕ	14. ϕ	**10. ϕ**	6. ϕ	**2. ϕ**
Entnahmetag	15. ϕ	11. S. agona	7. S. paratyphi B: L. T.	3. S. infantis
4. 4. 1973	16. ϕ	12. ϕ	8. S. infantis	4. S. infantis
	13. S. bareilly	9. S. agona	5. S. brandenburg	1. S. anatum
18. ϕ	14. ϕ	10. S. orion	6. ϕ	2. S. derby
Entnahmetag	15. ϕ	11. ϕ	7. S. orion	3. ϕ
11. 7. 1973	16. ϕ	12. S. orion	8. S. stanleyville	4. S. panama
	13. ϕ	9. S. orion	5. ϕ	1. ϕ
18. ϕ	14. ϕ	10. ϕ	6. ϕ	2. S. agona
Entnahmetag	15. K. S.	11. K. S.	7. S. orion	3. ϕ
3. 10. 1973	16. ϕ	12. K. S.	8. ϕ	4. ϕ
Profil 5	Profil 4	Profil 3	Profil 2	Profil 1

Die Entnahmestellen sind fortlaufend numeriert.

In Profil 5 wurde nur der Punkt 18 untersucht.

K. S. = Kein feines Sediment.

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

Tabelle 4: *Stauraum Wallsee*

Sedimentuntersuchung auf Salmonellen

Strom-km 2098	2097,5	2097	2096,5	2096
	13. S. typhi murium L. 3 a, S. panama	9. S. orion	5. ϕ	1. S. panama
18. ϕ	14. ϕ	10. ϕ	6. ϕ	2. ϕ
Entnahmetag	15. S. newport	11. K. S.	7. K. S.	3. K. S.
3. 5. 1972	16. K. S.	12. K. S.	8. K. S.	4. K. S.
	13. S. orion, S. newport	9. K. S.	5. S. bredeney	1. S. agona
18. ϕ	14. S. panama	10. K. S.	6. K. S.	2. S. panama
Entnahmetag	15. K. S.	11. K. S.	7. K. S.	3. K. S.
26. 7. 1972	16. K. S.	12. K. S.	8. K. S.	4. K. S.
	13. S. infantis	9. S. infantis S. typhi murium L. 2	5. S. derby S. bredeney	1. S. anatum
18. S. infantis	14. K. S.	10. K. S.	6. S. heidelberg S. infantis	2. S. anatum
Entnahmetag	15. K. S.	11. K. S.	7. K. S.	3. K. S.
10. 10. 1972	16. K. S.	12. K. S.	8. K. S.	4. K. S.
Profil 5	Profil 4	Profil 3	Profil 2	Profil 1

Die Entnahmestellen sind fortlaufend numeriert.

In Profil 5 wurde nur der Punkt 18 untersucht.

K. S. = Kein feines Sediment.

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

Tabelle 5: *Stauraum Wallsee*

Sedimentuntersuchung auf Salmonellen

Strom-km 2098	2097,5	2097	2096,5	2096
	13. S. panama S. derby	9. S. orion S. panama	5. S. infantis S. orion S. enteritidis	1. S. newport S. panama S. enteritidis
18. S. orion S. paratyphi B L. D	14. K. S.	10. ϕ	6. ϕ	2. S. infantis
S. london	15. K. S.	11. K. S.	7. K. S.	3. K. S.
Entnahmetag	16. S. panama S. enteritidis	12. K. S.	8. K. S.	4. K. S.
16. 4. 1973				
	13. S. stanley	9. ϕ	5. S. newport	1. S. derby
18. ϕ	14. ϕ	10. ϕ	6. ϕ	2. S. enteritidis
	15. ϕ	11. K. S.	7. K. S.	3. K. S.
Entnahmetag	16.	12. S. newport	8. S. braenderup S. panama	4. K. S.
3. 7. 1973				
	13. S. orion	9. S. stanleyville	5. S. orion	1. S. orion S. infantis
18. S. typhi murium L. 1 a				
S. orion	14. K. S.	10. S. derby	6. S. orion	2. S. newport
Entnahmetag	15. K. S.	11. S. infantis	7. K. S.	3. ϕ
10. 10. 1973	16. K. S.	12. ϕ	8. K. S.	4. K. S.
Profil 5	Profil 4	Profil 3	Profil 2	Profil 1

Die Entnahmestellen sind fortlaufend numeriert.

In Profil 5 wurde nur der Punkt 18 untersucht.

K. S. = Kein feines Sediment.

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

Entsprechend diesem Entnahmeschema gelangten im Jahre 1972 (Tab. 2) im Stauraum Aschach 34 Proben zur Untersuchung, von welchen 13 Salmonellen enthielten (KOHL, W., 1973). Es waren 11 verschiedene Sero- und Lysotypen nachweisbar. 1973 (Tab. 3) enthielten 22 von 48 Proben Salmonellen, die 12 verschiedenen Sero- und Lysotypen angehörten. Von den insgesamt 82 im Stauraum Aschach entnommenen Proben wiesen 35 Salmonellen auf. Die Sedimentproben waren also zu 42,68% salmonellenhältig. Unterhalb von Linz im Stauraum Wallsee wurden 1972 (Tab. 4) 23 Sedimentproben gebaggert, von welchen 16 Salmonellen enthielten. Es waren 10 verschiedene Sero- und Lysotypen vorhanden. Die Untersuchungen von 1973 (Tab. 5) zeigten, daß 22 von 33 Proben salmonellenhältig waren. Es ließen sich 12 verschiedene Sero- und Lysotypen nachweisen. Somit gelangten 1972 und 1973 56 Sedimentproben zur Untersuchung, wovon 38 Salmonellen aufwiesen. Das entspricht einem Prozentsatz von 67,86%.

Tabelle 6: *Zellersee, Sedimentuntersuchungen*

Ort	*Psychroph. Sporenb.*	*Mesoph.*	*Endot. Coli*	*Strept.*	*Salmonellen*	*Proteus*
P. A 66,1 m	420,000.000 55.000	Φ	Φ	Φ	n. n.	n. n.
P. B 50,6 m	16,400.000 22.000	Φ	Φ	Φ	n. n.	n. n.
P. C 60,0 m	112,000.000 32.000	Φ	Φ	Φ	n. n.	n. n.
P. D 61,0 m	200,000.000 30.000	Φ	Φ	Φ	n. n.	n. n.
P. E 59,0 m	476,000.000 16.000	Φ	Φ	Φ	n. n.	n. n.
Boje Profil	100,000.000 34.000	Φ	Φ	Φ	n. n.	n. n.

Der Einfluß aus dem Linzer Raum ist daran zu erkennen, daß die Häufigkeit des Salmonellennachweises gegenüber Aschach um zirka 25% höher liegt. Zur Beurteilung der dritten Frage schließlich, ob die Sedimente aus einem See einen Rückschluß auf fäkale Verunreinigung zulassen, mögen Untersuchungen aus dem Zellersee dienen.

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

ZELLERSEE

Lageskizze der Entnahmestellen

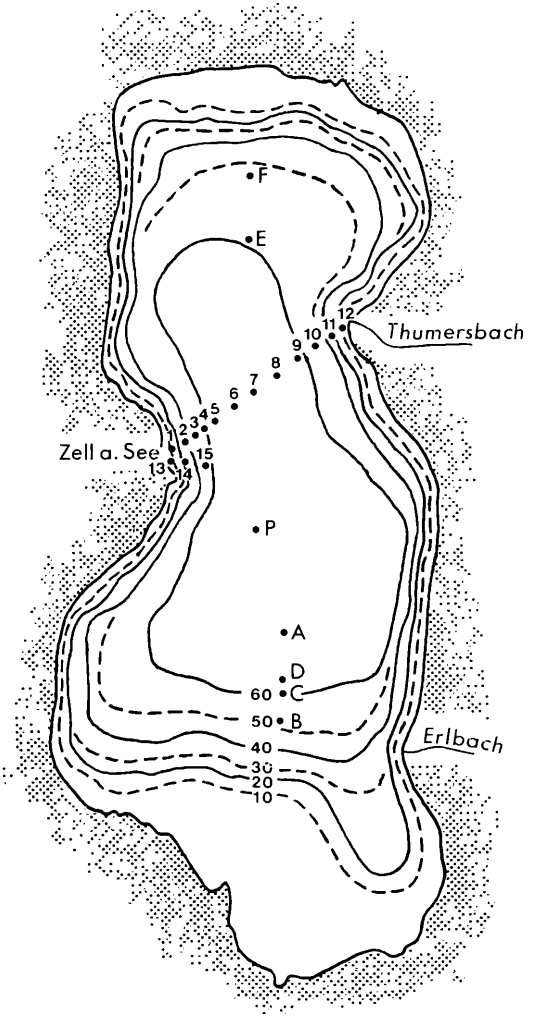

Abb. 3

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

Aus diesem See gelangten erstmals im Jahre 1972 Sedimente von den Punkten A, B, C, D und E sowie eine Sedimentprobe von der Tiefenprofilmeßstelle bei der Boje (siehe Abb. 3) zur bakteriologischen Untersuchung. Diese Punkte wurden ausgewählt, um festzustellen, in welcher Tiefe das Sediment von höheren Organismen besiedelt ist, insbesondere wo die besiedelte Zone am Übergang des mehr als 60 m tiefen Beckens zum Ufer hin beginnt. Für die bakteriologische Untersuchung, die damals nur nebenbei erfolgte, erscheint die Entnahme daher zu wenig systematisch. Trotzdem war aus den Ergebnissen, die in nachfolgender Tab. 6 angeführt sind, einiges zu entnehmen. An keinem Punkt ließen sich Fäkalkeime, nicht einmal Mesophile, feststellen. Die Koloniezahl der psychrophilen, heterotrophen, saprophytischen Keime betrug 16 bis 476 Millionen. Demgegenüber waren in den gleichzeitig aus dem Tiefenprofil entnommenen Wasserproben in acht verschiedenen Tiefen nie mehr als 140 Keime festzustellen. Dieser große Unterschied zwischen den Bakterienzahlen des Wassers und jener des Sediments haben KLEIN, G. und STEINER, M., bereits 1929, zit. bei LIEBMANN, H. (1950/51), dazu veranlaßt zu sagen, daß das Wasser gegenüber den hohen Bakterienzahlen im Schlamm fast keimfrei ist. Auch LIEBMANN, H. (1950/51), weist darauf hin, daß die oberste Schlammzone die bakterienreichste überhaupt in einem Gewässer ist und folgert, daß die organisch-fäulnisfähigen Stoffe am Boden von tiefen, stehenden Gewässern nur langsam abgebaut werden. UHLMANN, D. (1964), meint, daß der Schlamm, besonders die Schlammoberfläche, in stehenden Gewässern meist das Wirkungszentrum der Bakterien darstellt. Die hohen Zahlen saprophytischer Keime sind auch im Sediment nur so lange feststellbar, als genügend Nährstoffe vorhanden sind. Wenn ein Mangel an Nährstoffen eintritt, kommt es von selbst zu einer Verminderung der Keimzahlen. Auch werden die sporenbildenden Bakterien bei Eintritt von ungünstigen Lebensbedingungen versporen. Bei der April-Untersuchung 1972 betrug der Prozentsatz der sporenbildenden Keime aber nur weniger als 1 Prozent.

Ein völlig anderes Bild zeigten die Ergebnisse der 1973 durchgeführten Sedimentuntersuchung. Im März 1973 wurden Sedimentproben in den Profillinien I und II und eine Probe bei der Boje entnommen (siehe Abb. 3).

Die Profillinie I erstreckte sich von der Schmittenbachmündung zur Thumersbachmündung. Die kurze Profillinie II sollte die Sedimente südlich der Schmittenbachmündung erfassen. Betrachtet man die in der Tab. 7 angeführten Ergebnisse, so fällt als erstes auf, daß in der Nähe der Schmittenbachmündung an den Punkten I 1 sowie II 13 und II 14

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

Tabelle 7: *Sedimentuntersuchungen, Querprofil Schmittenbach—Thumersbach*

Ort	*Psychroph. Sporenb.*	*Mesoph.*	*Endot. Coli*	*Strept.*	*Salmonellen*	*Proteus*
I 1 38 m v. Schm.	230.000 6.650	320	100	Φ	zahlr. orion	n. n.
I 2 80 m	20.000 1.200	50	10	Φ	n. n.	n. n.
I 3 115 m	10.000 6.400	40	Φ	Φ	n. n.	n. n.
I 4 130 m	70.000 8.350	40	10	Φ	n. n.	n. n.
I 5 200 m	60.000 5.100	Φ	Φ	Φ	n. n.	n. n.
I 6 320 m	40.000 7.600	30	Φ	Φ	n. n.	n. n.
I 7 450 m	10.000 1.700	10	Φ	Φ	n. n.	n. n.
I 8 350 m Thum.	30.000 8.550	20	Φ	Φ	n. n.	n. n.
I 9 250 m	30.000 8.200	Φ	Φ	Φ	n. n.	n. n.
I 10 170 m	50.000 13.750	10	Φ	Φ	n. n.	n. n.
I 11 100 m	90.000 17.600	60	Φ	Φ	n. n.	n. n.
I 12 50 m	9.000 6.400	30	Φ	Φ	n. n.	n. n.
II 13 30 m v. Schm.	40.000 7.450	75	Φ	Φ	zahlr. orion *	n. n. n. n.
II 14 60 m	130.000 20.500	110	Φ	Φ	zahlr. orion *	n. n.
II 15 120 m	20.000 14.250	120	Φ	Φ	n. n.	n. n.
Profil Sed.	70.000 7.300	40	Φ	Φ	n. n.	n. n.

Die Meterangabe bei den Punkten I 1 bis I 7 sowie II 13 bis II 15 geben an, wieviel Meter vor der Mündung des Schmittenbaches die Probe entnommen wurde. Die Meterangabe bei den Punkten I 8 bis I 12 geben die Entfernung von der Thumersbachmündung an.

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

Salmonellen zahlreich nachweisbar waren. Im selben Untersuchungszeitraum konnten nur aus einer Wasserprobe des Schmittenbaches vereinzelt Salmonellen nachgewiesen werden. In beiden Fällen lag der Serotyp *S. orion* vor. Außerdem waren im See in 38, 80 und 130 m Entfernung vor der Mündung des Schmittenbaches Kolikeime festzustellen. Diese Befunde lassen den Einfluß des fäkal belasteten Schmittenbaches erkennen. Bei den Ergebnissen der März-Untersuchung 1973 sind auch die vergleichsweise niedrigen Zahlen von saprophytischen Keimen auffällig. Mit Ausnahme jener zwei Sedimentproben (I 1 und II 14), die in einer Entfernung von 38 und 60 m vor der Mündung des Schmittenbaches entnommen wurden, hat die Koloniezahl der saprophytischen Keime 100.000 nie überschritten. Der Prozentsatz der sporenbildenden Bakterien an der Gesamtzahl überschritt bei den meisten Proben 10. Dieses Ergebnis zeigt, daß die für Bakterien ausnützbaren Nährstoffe gering waren. Ob dies nun darauf zurückzuführen ist, daß die organischen Stoffe abgebaut sind, oder darauf, daß eine vorwiegend mineralische Schichte von der Oberfläche des Sediments entnommen wurde, kann durch die bakteriologische Untersuchung nicht geklärt werden.

Da diese Querprofiluntersuchung gezeigt hat, daß das Sediment in der Nähe der Schmittenbachmündung den Einfluß des fäkal belasteten Schmittenbaches erkennen läßt, erfolgte am 24. April 1973 eine weitere Probenentnahme im Mündungsgebiet dieses Baches. Von den dabei gezogenen 16 Sedimentproben enthielten acht Salmonellen. Im August 1974 wurde die Untersuchung wiederholt. Zu diesem Zeitpunkt waren nur mehr zwei von 15 Sedimentproben salmonellenhältig. Dies kann auf die inzwischen eingeleiteten Sanierungsarbeiten im zugehörigen Gemeindegebiet zurückzuführen sein.

Die bakteriologische Untersuchung von Sedimenten kann, wie die angeführten Beispiele zeigen, insbesondere im Zusammenhang mit der zugehörigen Wasseruntersuchung, wertvolle Hinweise auf den Gewässerzustand erbringen. Dies auch deshalb, weil aus den Ergebnissen der Wasseruntersuchung nur der augenblickliche Zustand zu erkennen ist, während die Sedimentuntersuchung einen Rückschluß auf die Wasserbeschaffenheit eines längeren Zeitraumes erlaubt.

Literatur

BELING, A., THON, D., LOOS, K. (1956): Verwendung der Membranfilter-Methode für die Überprüfung der Wirkungsweise biologischer Abwasserreinigungsanlagen. — Vom Wasser, XXIII. Bd., 241—264.

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

DOUSEL, v. D. J., GELDREICH, E. E. (1973): Die Beziehungen von Salmonellen zu Fäkalkoli im Sediment. — Zit. n. GWF (Wasser/Abwasser), 14. Jg., H. 12, 593.

EINSELE, W. (1960): Die Strömungsgeschwindigkeit als beherrschender Faktor bei der limnologischen Gestalung der Gewässer. — Österreichs Fischerei, Suppl. Bd. 1, H. 2.

KOHL, W., ZIBUSCHKA, F. (1966): Eine Nachweismethode für Salmonellen in der hydrobakteriologischen Routineuntersuchung. — Wasser und Abwasser, Bd. 1966, 9-17.

— (1968): Die bakterielle Belastung des Donaukanals. — Wasser und Abwasser, Bd. 1968, 9—23.

KOHL, W. (1973): Salmonellen im Schlamm von Donaustauräumen. — Bericht von der 16. Arbeitstagung der Internationalen Arbeitsgemeinschaft Donauforschung, Bratislava.

LEOPOLDSEDER, F. (1954): Biologische Untersuchungen in Flußstauen des Donaugebietes. — Münchner Beiträge zur Abwasser-, Fischerei- und Flußbiologie, Bd. 2, 280—309.

LIEBMANN, H. (1950/51): Mikrobiologische Untersuchungen der Bodenablagerungen in Teichen, Seen und Flußstauen. — Vom Wasser, XVIII. Bd., 178—196.

— (1954): Biologie der Donau und des Mains. — Münchner Beiträge zur Abwasser-, Fischerei- und Flußbiologie, Bd. 2, 111—209.

MEVIUS, W. (1952/53): Der Stand der hydrobakteriologischen Forschung im Hinblick auf die Möglichkeit ihrer Anwendung zur Reinerhaltung der Fließgewässer. — Mitteilungen der Wasser- und Schiffahrtsdirektion Hamburg.

POPP, L. (1966): Die Hygiene der Abwasserbeseitigung, vor allem auch im Hinblick auf die landwirtschaftliche Abwasserverwertung. — Berichte der Abwassertechnischen Vereinigung, e. V., Nr. 18, 165—186.

ROTTMANN, W. (1973): Salmonellenvorkommen im Flußwasser von Mosel und Sauer. — Städtehygiene, Jg. 24, H. 9, 201—208.

SCHMUTTERER, J. (1961): Methoden der Hydrobiologie (Süßwasserbiologie). — Kosmos-Verlag, Stuttgart.

SCHWOERBEL, J. (1966): Methoden der Hydrobiologie (Süßwasserbiologie). — Kosmos-Verlag, Stuttgart.

TAYLOR, E. W. (1949): The examination of waters and water supplies, 6th Ed. — The Blakiston Comp., Philadelphia.

UHLMANN, D. (1964): Die biologische Selbstreinigung in stehenden Gewässern. — Wissenschaftliche Zeitschrift der Karl-Marx-Universität Leipzig, Jg. 13, Mathematisch-Naturwissenschaftliche Reihe, H. 1.

WEBER, E. (1961): Biologie des Donaustaues Ybbs-Persenbeug. — Wasser und Abwasser, Bd. 1961, 52—60.

— (1963): Schlammablagerungen in den Donaustauräumen und deren biologische Auswirkungen. — Wasser und Abwasser, Bd. 1963, 73—79.

Anschrift der Verfasser: Rat Tzt. Dr. Werner KOHL, Leiter der Abteilung Bakterologie, Techn. Insp. Friedrich ZIBUSCHKA, beide Bundesanstalt für Wasserbiologie und Abwasserforschung, Schiffmühlenstraße 120 (Postfach 7), A-1223 Wien.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Wasser und Abwasser

Jahr/Year: 1974

Band/Volume: 1974

Autor(en)/Author(s): Kohl Werner, Zibuschka Franziska

Artikel/Article: Bakteriologische Untersuchuugen von Sedimenten verschiedener Gewässer 29-47