© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

Wasser und Abwasser Band 35 (1991) 31 51

*Aus dem Institut für Ökobiologie der SAdW, Bratislava*

# MIKROBIOLOGISCHE LANGZEITUNTERSUCHUNGEN (1954-1989) DER DONAU AUS LIMNOLOGISCHER UND HYGIENISCHER SICHT

I. DAUBNER, B. TRŽILOVÁ

Die ČSFR befindet sich als Industrieland mit hohen Ansprüchen an Wasser in einer relativ ungünstigen wasserwirtschaftlichen Situation. Während im Weltmaßstab die durchschnittliche Wassermenge pro Kopf und Tag etwa 12.000 $m^3$ beträgt, sind es in der ČSFR (ohne Donau) nur 5,75 $m^3$. Auch die Flüsse, die in der Tschechoslowakei entspringen, fließen alle aus dem Land ab. Die einzige Wasserquelle, die auf unser Gebiet eine größere Wassermenge (durchschnittlich 2.000 $m^3/s$) einführt, ist die Donau. Dieses Volumen (63,8$km^3$) verdreifacht die Wasservorräte der ČSFR.

Im Hinblick auf diese Tatsache hat die Donau in der ČSFR schon lange Zeit eine besondere Stellung und Bedeutung. Es ist daher nicht überraschend, daß schon ein Jahr nach der Gründung der Slowakischen Akademie der Wissenschaften Bratislava, 1954 das Laboratorium für Hygiene, unter Leitung von Herrn Prof.Dr. V. MUCHA, errichtet wurde, das sich heute als selbständiges Institut, mit besonderer Berücksichtigung der Mikrobiologie, den Donauuntersuchungen und -forschungen, widmet.

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at



## Material und Methodik

Der relevante Donauabschnitt beträgt rund 172 km. Auf dieser Strecke wurden mehrere Entnahmestellen bestimmt, die verschiedenen Untersuchungszwecken dienten. Im langjährigen Durchschnitt wurden jedoch drei Punkte systematisch, kontinuierlich verfolgt, wodurch eine Langzeitbeurteilung, bzw. Verallgemeinerung möglich wurde. Es waren dies:

A Das Grenzprofil Österreich/ČSFR (Strom-km 1880,0, seit 1975 bei Str.km 1869,1)

B Das Profil in Gabcikovo (Str.km 1819) etwa in der Hälfte des untersuchten Abschnittes.

C Das Grenzprofil ČSFR/Ungarn (Str,km 1708,2, seit 1980 bei Str.km 1717,8), das die abfließende Wassergüte charakterisiert.

Die Wasserproben wurden in Intervallen von 1-3 Monaten entnommen und binnen 2-6 Stunden im Laboratorium bearbeitet. Aus dem breiten Spektrum der mikrobiellen Parameter wurden jene ausgewählt, die eine komplexe Beurteilung des Wassers aus limnologischer, bzw. wasserwirtschaftlicher und hygienischer Sicht ermöglichen. In der vorliegenden Arbeit wurden berücksichtigt:

- Gesamtzahl der Mikroben in 1 ml mikroskopisch auf Membranfiltern.

  Bakteriomasse in mg/l.

  Koloniezahl der organotrophen Bakterien (Saprophyten) in 1 ml auf dem Standard-Fleischpepton-Agarnährboden bei 20°C/72h.

  Koloniezahl der sog. coliformen Bakterien in 1 ml auf dem Endonährboden bei 37°C/24h.

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at



Koloniezahl der Enterokokken in 1 ml auf dem SLANETZ-BARTLEY-Selektivnährboden mit TTC bei 37°C/48h.

Koloniezahl von *Clostridium perfringens* in 100 ml auf dem WILSON-BLAIR-Nährboden bei 37°C/48h.

Vorhandensein und Serotypen der Salmonellen in 500 ml auf entsprechenden Nährböden (JEŽOVÁ 1982; DAUBNER, JEŽOVÁ 1988).

Vorhandensein von *Pseudomonas aeruginosa* in 50 ml auf dem SCHUBERT-BLUM-Nährboden Cetrimidagar bei 37°C.

Vorhandensein der Bakteriophagen in 500 ml auf Zweischichtenagar (Plaque-Methode).

## Ergebnisse und Diskussion

Die mikroskopische Bestimmung der Gesamtbakterienzahl im Wasser wurde in den 60er Jahren als neuer Parameter in der Hydromikrobiologie für die Charakterisierung des Biotops und der Bakteriozönose eingeführt. So wurde die Berechnung der Bakteriomasse und einiger Koeffizienten zur Beurteilung der Wassergüte ermöglicht.

Es wurde festgestellt, daß sich die Gesamtzahl der Mikroben des untersuchten Donauabschnittes im langjährigen Durchschnitt in den Grenzen von rund 100.000 bis 2 Mio. Zellen in 1 ml bewegt. Die höchsten Werte wurden in den Jahren 1970-1974 im Grenzprofil österreich/ČSFR registriert (Abb.2).

Seither sinkt die Bakterienzahl kontinuierlich. In den letzten Jahren waren die gefundenen Werte nur unbedeutend höher als die von 1954-1959. Der gegenwärtige Durchschnitt beträgt rund 540.000 Zellen/ml. Dies ist auf die funktionierenden Kläranlagen der entscheidenden Verunreinigungsquellen (Wien, Bratislava) zurückzuführen.

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at



Der mikrobiellen Belastung entsprechen auch die Werte der Bakteriomasse. Langjährige Beobachtungen ergaben, daß sich die Werte in den Grenzen von 0,22 mg/l (1954-1959) bis 3,95 mg/l (1970-1974) bewegen. Die durchschnittliche Bakteriomasse der letzten Jahre beträgt 0,76 mg/l, wobei die höheren Zahlen am Grenzprofil ČSFR/Ungarn bestimmt wurden. Der totale, d.h. der 35jährige Durchschnitt (1954-1989), beträgt 1,20 mg/l.

Ein wichtiges mikrobiologisches Kriterium zur Beurteilung der Wassergüte ist laut Fachliteratur (vgl. DAUBNER 1984) auch das Verhältnis zwischen den einzelnen morphologischen Formen der Mikroorganismen. Es wurde bewiesen, daß verunreinigten Gewässern die Stäbchen überwiegen. Beim Vergleich der einzelnen morphologischen Gruppen wurde in unseren Untersuchungen festgestellt, daß in der Donau die Stäbchen in überwiegender Mehrzahl vorkommen. Das Verhältnis Stäbchen:Kokken war in den Jahren 1954-1965 etwa 70:1 (MUCHA et al. 1967). In den darauf folgenden Jahren erhöhte sich dieses Verhältnis bis auf 90, bzw. 99:1. Dies zeigt von einer steigenden Wasserverunreinigung, was auch die weiteren Indikatoren bestätigen.

Einer der grundlegenden mikrobiellen Parameter sind weltweit die heterotrophen saprophytischen (organotrophen) Bakterien, kultiviert bei 20°C. Auch wenn wir uns dessen bewußt sind, daß hier ein gewisser Teil der sog. mesophilen Arten erfaßt wird und für viele streng psychrophile Formen die Inkubationstemperatur zu hoch ist, erhält man so einen wichtigen Hinweis über das Vorhandensein der potentiell abbaubaren organischen Materie und dadurch auch über den Verunreinigungsgrad des Wassers.

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at


Im Vergleich zur Gesamtzahl der Mikroben bietet die zahlenmäßige Dynamik der organotrophen Bakterien in den Jahren 1954-1989 ein differentes Bild (Abb.2). Vereinfacht gesagt, zeigt sich in dieser Richtung eine zeitliche Phasenverschiebung. Die niedrigsten Zahlen (mit einem Minimum von 2700 Kolonien/ml) wurden nicht in der ersten Zeitperiode 1954-1959, sondern in den folgenden Jahren (1960-1965) beobachtet. Desgleichen kommen die Maxima der organotrophen Bakterien (durchschnittlich 16.300 Kolonien/ml) in den Jahren 1975-1979 vor.

Ab diesem Zeitpunkt tritt eine eindeutige Verminderung der Koloniezahl an allen drei Entnahmeprofilen ein; hier sind die Auswirkungen der schon erwähnten Kläranlagen wiederum sichtbar. Die Koloniezahl der organotrophen Bakterien in den letzten Jahren bewegt sich zwischen 3400-7000 in 1 ml. Nach den bestehenden Kriterien (ČSN 75 7221, 1989) zeigt dies ein mittelmäßig bis stark verunreinigtes Wasser an.

Die Nutzung der Donau zu mannigfaltigen Zwecken erfordert auch das Infektionspotential des Wassers zu kennen. Die Indikatoren der fäkalen Verunreinigung, vor allem die gesamtcoliformen und fäkalcoliformen Bakterien bieten, wie bekannt, einen indirekten Hinweis an. In der Donau sind diese Anzeiger ständig und massiv präsent; ihre Zahl weist auf dem CSFR-Gebiet eine steigende Tendenz auf (Abb. 2). Die niedrigsten Werte (durchschnittlich 253 Kolonien der Gesamtcoliformen/ml) wurden in den Jahren 1954-1959 gefunden.

Das absolute Maximum (1000 Kolonien/ml) wurde in der Zeitperiode 1965-1969 an der österreichisch-tschechoslowakischen Grenze registriert. Die Durchschnittszahl für die 35 Jahre beträgt 423 Kolonien/ml. Wenn wir die existieren-

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at


den Vorschläge bzw. Anforderungen an die Qualität der Gewässer (10 Kolonien der Coliformen/1 ml; MUCHA, DAUBNER 1977), die zu wasserwirtschaftlichen bzw. hygienischen Zwecken (z.B. als Badegewässer und als Lieferant von Trink- und Brauchwasser) benutzt werden sollen, in Betracht ziehen, so übersteigt die Zahl der genannten Bakterien diesen Grenzwert fünfundzwanzig- bis hundertmal. Aus diesem Grunde gilt auf dem ganzen CSFR-Donauabschnitt ein ständiges Badeverbot.

Als Ergänzungsindikatoren für fäkale Verunreinigung wurden auch die Enterokokken und Clostriden bestimmt, die in allen Profilen in bedeutend kleinerer Anzahl vorhanden sind. Durchschnittlich wurden 26 Kolonien der Enterokokken mit einem Maximum von 59 Kolonien/ml in den Jahren 1970-1974 festgestellt. Die Clostridien, die auf ältere fäkale Verunreinigungen hindeuten, verlieren immer mehr an Bedeutung. Die Zahl dieser Bakterien in der Donau bewegte sich in den Grenzen von 6 bis 127 in 100 ml, mit einer Durchschnittszahl von rund 20 Kolonien in 100 ml der Wasserprobe. Besondere Aufmerksamkeit widmen wir schon längere Zeit der direkten Bestimmung von pathogenen und bedingt pathogenen Bakterien im Donauwasser. Es sind dies an erster Stelle die Salmonellen, die als Gesundheitsrisiko für Mensch und Tier auch in den anderen Donauländern von größtem Interesse sind. Die ersten Angaben aus den Jahren 1953-1954 stammen von Mitarbeitern der Staatl. Untersuchungsanstalt in Regensburg (MUCHA et al. 1967), später aus Österreich (MEGAY 1962; KOHL 1969, 1972), aus der ČSFR (KADLECOVÁ 1970,1977) und aus Rumänien (DAUBNER, ZAMFIR 1983).

Unsere regelmäßigen Salmonella-Untersuchungen begannen im Jahr 1981. Die gewonnenen Ergebnisse bestätigen, daß die

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at



Donau ständig und massiv mit diesen Bakterien kontaminiert ist. Die Lage änderte sich auch in den letzten Jahren praktisch nur unbedeutend. Während der Untersuchungsperiode isolierten wir über 600 Stämme von Salmonellen, die zu 18 Serotypen gehörten (Tab.1). Am häufigsten waren *S. london, S. derby, S. bovis-morbifacans, S. infantis, S. panama, S. anatum* vertreten (mit breitestem Spektrum im Grenzprofil Österreich/ČSFR, wo auch die Befunde ihr Maximum erreichten). Laut Salmonellen-Nachweis kategorisiert POPP (1957, 1974) die Gewässer in fünf Güteklassen. In diesem Sinne gehört die Donau auf dem ČSFR-Gebiet in die III. (stark verunreinigt, Str.km 1717,0) bis V. Stufe (äußerst verunreinigt, Str.km 1869,1).

Die wichtige Art *P. aeruginosa,* die auch als potentieller Indikator für fäkale Verunreinigung des Wassers in Erwägung gezogen wird, wird seit 1976 systematisch untersucht. Die Bestimmung erfolgt nach den amerikanischen Standardmethoden (1972) in 100 ml als sog. most probable number. *P. aeruginosa* war in allen drei Entnahmeprofilen in den Grenzen von 2,2 16/100 ml vertreten. Die Schwankungen in den einzelnen Jahren waren nur unbedeutend. Unsere Ergebnisse stimmen mit denen von MUCHA und BOBKOVÁ (1977) überein. Diese Autoren untersuchten 53 Wasserproben (Str.km 1868,0) in den Jahren 1975-1976, wobei fast 80% der Proben positiv ausfielen. Im Bereich des Hafens war die Art *P. aerugino-* in 100% der Proben vertreten.

Die Enteroviren, als wichtige Indikatoren des Infektionspotentials der Donau, werden ebenfalls seit 1981 bestimmt. Aus materiell-technischen Gründen wurde 1987 diese Untersuchung durch die Bestimmung der Bakteriophagen (Coliphagen) als Indikator für das potentielle Vorkommen von

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at



Enteroviren (ŠIMKOVÁ, ČERVENKA 1981) ersetzt. Es wurde bewiesen, daß die Bakteriophagen auf dem ČSFR-Gebiet systematisch vertreten sind, und zwar von 598-4380 PFU in 1 Liter der Wasserprobe. Die höchsten Zahlen wurden 1987 in Gabcikovo, in den zwei nachfolgenden Jahren im Grenzprofil Österreich/ČSFR registriert. Etwas höhere Werte (1000-13.800 PFU/l) fand KOHL (1984) bei Wien, bzw. 100-5900 PFU/l bei Hainburg in einem Tag/Nacht-Rhythmus. Die sowjetischen Kollegen BEJ und SCHMARGUN (persönliche Mitteilung) stellten auf dem fast 1500 km langen Donauabschnitt Vilkovo-Visegrad (Str.km 20-1478) 1000-3000 PFU/l fest. Diese Problematik erfordert sicherlich weitere Untersuchungen, um entsprechende Schlußfolgerungen zu ziehen.

Im Zusammenhang mit der Erforschung des Infektionspotentials des Donauwassers wurde in den letzten Jahren auch das Vorkommen von antibiotikaresistenten Intestinalbakterien untersucht. Das Phänomen der Resistenz und ihrer Transferabilität wurde bisher praktisch nur an pathogenen Stämmen, die in den Kliniken als Kausalagens bei verschiedenen Infektionserkrankungen isoliert wurden, studiert. Forschungsergebnisse in mehreren Ländern haben jedoch bewiesen, daß die massive Anwendung von Antibiotika in der Human- und Veterinärmedizin zur Bildung von Reservoiren von resistenten Stämmen in der Natur, mit realer Möglichkeit eines längeren Überlebens dieser Bakterien mit den R-Plasmiden, führen kann.

Die Bakterienzellen können diese Marker unter verschiedenen Umweltbedingungen gegenseitig austauschen, wobei sehr wahrscheinlich Faktoren existieren, die die Transferabilität der Plasmide intensivieren (AMSTRONG u. Mitarb. 1982; O'BRIEN u. Mitarb. 1986). Im Hinblick auf diese Erkennt-

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at



nisse ist heute die Erforschung der mikrobiellen Resistenz in verschiedenen Umweltbereichen eine aktuelle Aufgabe. Dies erleichtert unter anderem auch die sehr wichtige Interpretation der Zirkulation und Entwicklung der Resistenzdeterminanten in der Umwelt des Menschen.

In diesem Sinne isolierten wir in den Jahren 1987-1988 aus der Donau und der Kleinen Donau insgesamt 686 Stämme, davon 524 Stämme von *E. coli* und 162 Stämme der Gattung *Salmonella*. Die resistenten Stämme waren in jeder entnommenen Wasserprobe reichlich präsent (Tab.2). Insgesamt wurden 8-10 Resistenzdeterminanten in verschiedenen Kombinationen bestimmt. Bei *E. coli* wurde außer bei Betalaktam-Antibiotika am häufigsten die Resistenz gegen Tetracyklin (28,2%) und Aminoglykosid-Antibiotika, besonders Streptomycin (23,3%) sowie gegen Kanamycin (20,6%) festgestellt. Die bei Salmonella-Stämmen erreichten Resultate bestätigten die in der Fachliteratur beschriebene hohe Resistenz gegenüber Tetracyklin, weniger gegen Ampicilin. Im Gegensatz dazu wurden keine gentamycin- und kanamycinresistenten Stämme gefunden. Eine allgemein gültige Gesetzmäßigkeit konnte nicht festgestellt werden. Die Ergebnisse spiegeln eher die Dynamik, den Verbrauch und den Selektionsdruck der Antibiotika im gegebenen Milieu wider (DAUBNER, KRÁLIKOVÁ 1990).

Außer den regelmäßigen Untersuchungen der Wasserproben wurden systematisch Laborversuche über die physiologische, bzw. enzymatische Aktivität der isolierten Bakterien durchgeführt. Es wurde festgestellt, daß die heterotrophen Bakterien im Donauwasser über ein sehr breites enzymatisches Spektrum verfügen und mannigfaltige Substrate in verschiedenen Konzentrationen zersetzen können. Es sind

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at


dies Aminosäuren, Saccharide, die Intermediate des Krebszyklus und weitere organische Verbindungen. In einer experimentellen Serie verwerteten die heterotrophen Bakterien 23 von 29 überprüften Substraten in allen verwendeten Konzentrationen (DAUBNER, TRŽILOVÁ 1978; TRŽILOVÁ 1980). Besonders interessant in dieser Richtung sind die Bakterien der Gattung *Pseudomonas*, die pigmentierten Stämme der Gattung *Flavobacterium* und weitere.

Spezielle Aufmerksamkeit wurde der mikrobiellen Abbaubarkeit des Erdöls und seiner Produkte gewidmet. Es hat sich gezeigt, daß besonders die Vertreter der Gattungen *Pseudomonas*, *Flavobacterium* und *Chromobacterium* fähig sind, die Kohlenwasserstoffe bis zu einer Konzentration von 500 mg/l zu zersetzen, wobei nicht nur aliphatische, sondern auch aromatische Verbindungen zersetzt werden können (TRŽILOVÁ, MIKLOŠOVIČOVÁ 1987,1990). Diese Aktivität wird durch den Zusatz von N- und P-Nährstoffen stimuliert. Diese experimentellen Forschungen werden derzeit fortgesetzt.

Anschließend wollen wir auch auf die von uns beobachtete vorherrschende Verunreinigung auf dem CSFR-Abschnitt der Donau kurz hinweisen.

In den ersten Jahren (1954-1959) wurden die höchsten Werte von Mikroorganismen im Grenzprofil Österreich/ČSFR, die niedrigsten am Grenzprofil ČSFR/Ungarn registriert (Abb.3 5). Im weiteren Verlauf und besonders nach 1980, als die komplexe Kläranlage für die Stadt Wien in Betrieb genommen wurde, reduzierte sich diese Zahl allmählich, sowohl bei der Gesamtbakterienzahl, wie auch bei den heterotrophen und coliformen Bakterien, so daß wir heute ein völlig gegensätzliches Bild bekommen (eine gewisse Ausnahme bilden die Salmonellen). Auch dies bestätigt die Wich-

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at



tigkeit der Mikroorganismen als empfindliche Indikatoren der Wasserqualität und bestärkt uns, die Untersuchungs- und Forschungstätigkeit fortzusetzen.

Tab.1: Serotypen der Salmonella-Bakterien auf dem ČSFR-Donauabschnitt

| | Entnahmestelle - Strom km | | |
|---|---|---|---|
| | 1869,1 | 1819,0 | 1717,8 |
| 1981 1984 | S. anatum<br>S. typhimurium<br>S. bredeney<br>S. panama<br>S. derby<br>S. infantis | S. london<br>S. panama<br>S. bovis-morbificans | S. infantis<br>S. tennessee |
| 1987 1989 | S. stanleyville<br>S. enteritidis<br>S. panama<br>S. typhimurium<br>S. derby<br>S. infantis<br>S. braenderup | S. bredeney<br>S. london<br>S. infantis<br>S. braenderup<br>S. enteritidis | S. agona<br>S. typhimurium<br>S. stanleyville<br>S. tennessee<br>S. montevideo |

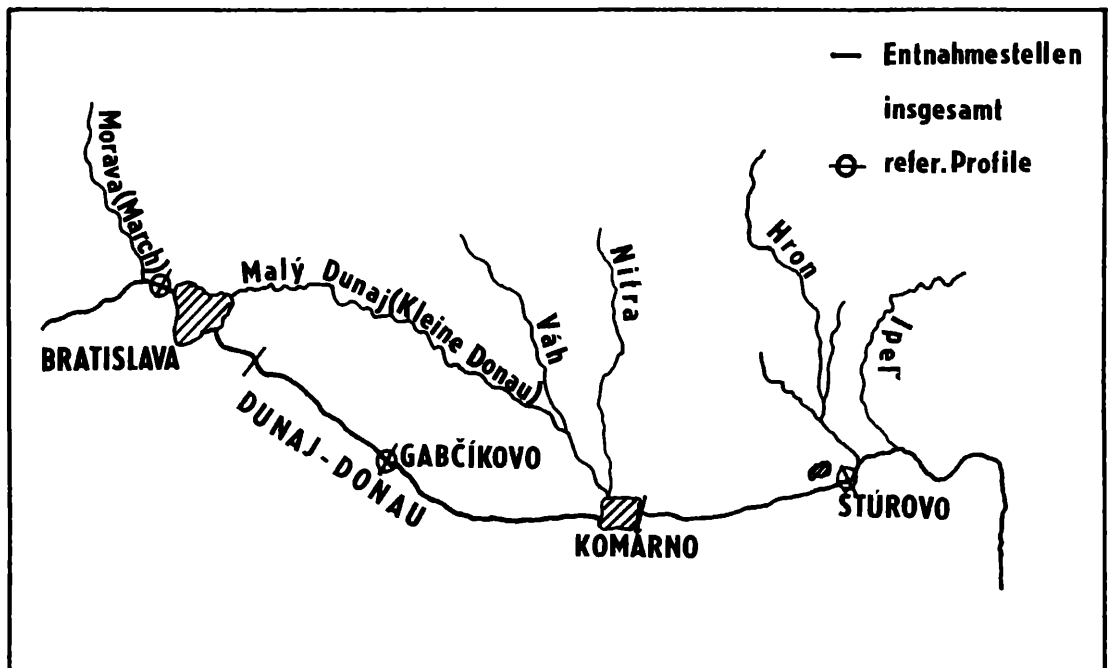
© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

Tab.2: Zahl und prozentuale Vertretung der resistenten Stämme von E. coli (A) und der Salmonellen (B) in den Wasserproben

| Antibiot. | µg | Donau A Zahl | | Donau B Zahl | | Kleine Donau A Zahl | | Kleine Donau B Zahl | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Ampicilin | 20 | 364 | 92,6 | 55 | 35,7 | 119 | 90,8 | 1 | 6,6 |
| Gentamycin | 20 | 3 | 0,76 | 0 | 0 | 4 | 3,8 | | |
| Carbenicilin | 100 | 328 | 83,4 | 25 | 16,2 | 101 | 83,1 | 1 | 6,6 |
| Tetracyklin | 30 | 111 | 28,4 | 23 | 14,9 | 47 | 35,8 | 8 | 53,3 |
| Chloramphe-nicol | 30 | 49 | 12,4 | 1 | 0,65 | 14 | 10,6 | | |
| Streptomycin | 30 | 131 | 33,3 | 8 | 5,1 | 53 | 40,4 | | |
| Kanamycin | 30 | 81 | 20,6 | 1 | 0,65 | 14 | 10,6 | | |
| Sulfametho-xidin | 300 | 304 | 77,3 | | | 104 | 79,3 | | |

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

Abb. 1: Entnahmestellen der Wasserproben auf dem untersuchten Donauabschnitt (1954-1989)



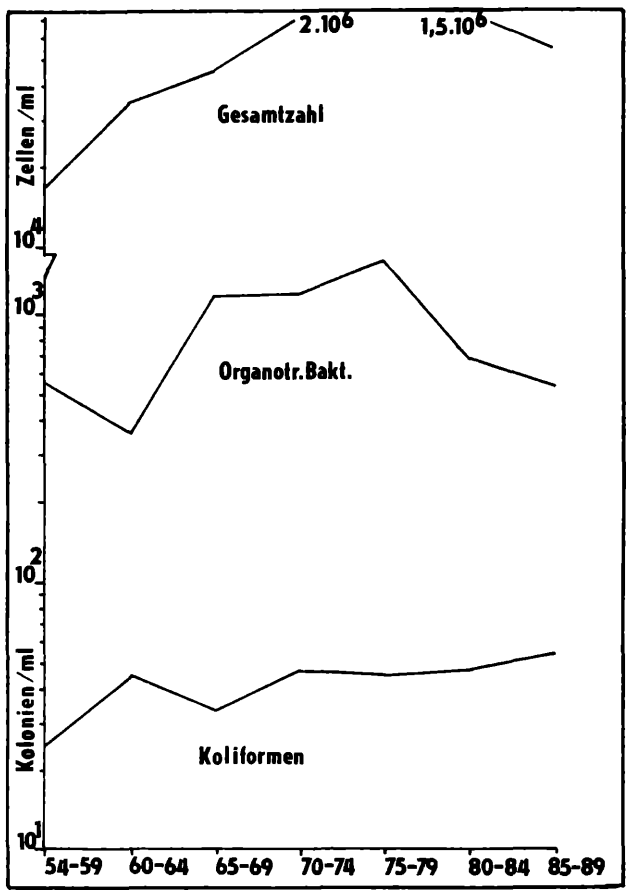



© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at



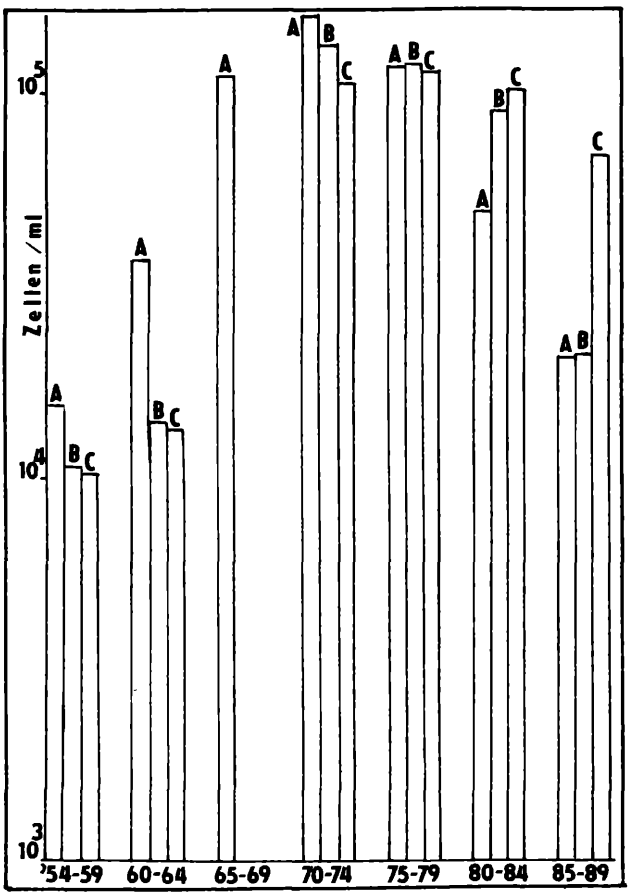
Abb. 2: Mikrobiologische Charakteristik des Donauwassers auf dem ČSFR-Gebiet im Zeitverlauf (Durchschnittswerte)



© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at



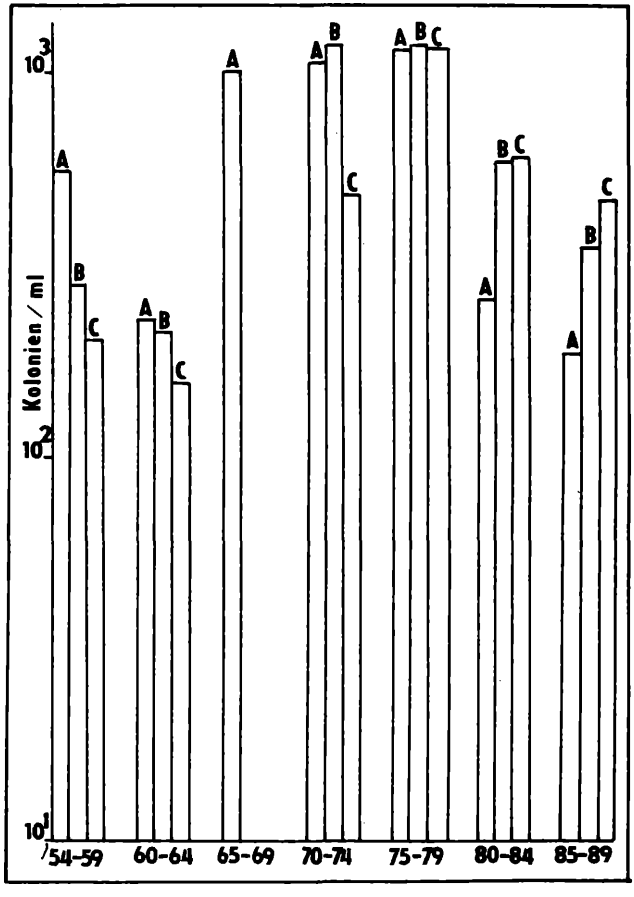
Abb. 3: Änderungen der mikrobiellen Belastung des Donauwassers auf dem ČSFR-Gebiet im Zeitverlauf (Gesamtzahl der Mikroben-Durchschnittswerte). A= Strom-km 1880/1869,1 B= Strom-km 1819 C= Strom-km 1708,2/1717,8



© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at



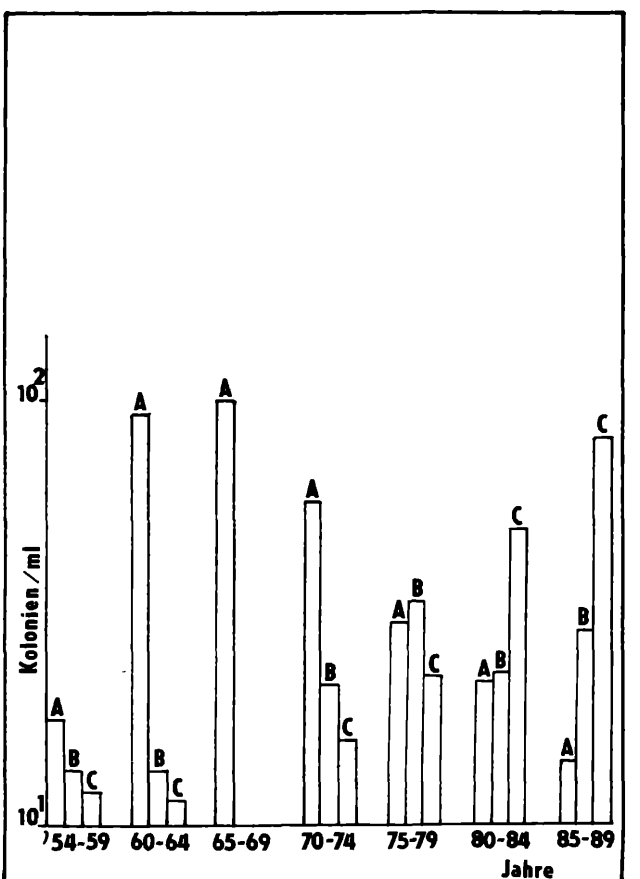
Abb. 4: Änderungen der mikrobiellen Belastung des Donauwassers auf dem ČSFR-Gebiet im Zeitverlauf (Koloniezahl der organotrophen Bakterien-Durchschnittswerte). A,B,C = s. Abb.3



© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at



Abb. 5: Änderungen der mikrobiellen Belastung des Donauwassers auf dem ČSFR-Gebiet im Zeitverlauf (Koloniezahl der koliformen Bakterien-Durchschnittswerte). Bei allen drei Indikatoren ist eine Prävalenz markant. A,B,C s. Abb.3



© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at



Zusammenfassung

Die mikrobielle Belastung des Donauwassers auf dem CSFR-Abschnitt ist im Vergleich mit den physikalischen und chemischen Werten relativ hoch. Durchschnittlich beträgt die Gesamtzahl der Mikroben 540.000 Zellen/ml, mit einer Bakteriomasse von rund 1,20 mg/l. Die Koloniezahl liegt in den Grenzen von 3400 bis 7000/ml. Ständig und massiv ist das Vorkommen der Intestinalbakterien (423 Kolonien/ml in den Jahren 1954-1989), darunter auch pathogenen und bedingt pathogenen Arten, einschl. Enteroviren, wie dies die Bakteriophagen indizieren. In den letzten Jahren wurde eine Prävalenz der Verunreinigung beobachtet. Die niedrigsten Bakterienzahlen wurden im Grenzprofil Österreich/ČSFR, die höchsten im Strom beim des Staatsgebietes registriert. Die heterotrophen Bakterien aus der Donau zeigen dabei eine breite enzymatische Aktivität, die ihre Rolle im Selbstreinigungsprozeß des Wassers bestätigt. Die Untersuchungen werden fortgesetzt.

SUMMARY

Microbiological long-term investigations (1954-1989) of the Danube from limnological and hygienical points of view

The microbial contamination of the Danube on the Czechoslovak territory is, in comparison to its physical and chemical values, relatively high. The total microbial count is on average 540.000 cells/ml,with a bacteriabiomass of 1,20 mg/l. The number of colonies of organotrophic bacteria is in the range of 3400-7000 colonies/ml. There is a permanent and huge presence of intestinal bacteria (423 colonies/ml in the years between 1954-1989), including pathogenic and potentially pathogenic species as well as enteroviruses as indicated by bacteriophages. In the lat-

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at



ter, changes in the degree of pollution have been observed, with minimum microbial values on the Austria/ČSFR border and maximum values on the ČSFR/Hungarian border. The heterotrophic bacteria the Danube show a very wide enzymatic activity confirming their role for the selfpurification processes in water.

Literatur

ARMSTRONG,J., CALOMIRIS,J., SEIDLER (19787): Selection of antibiotic resistentance standard plate count bacteria during water treatment.- Appl.Env.Microbiol. 44, 308-316.

BRIEN,O.T.F., PILAR PLA,M., MAYER,K.H. KISHI,H., GILLEECE, E., SYVANEN, M. HOPKINS,J.D. (1986): Intercontinental spread of a new antibiotic resistance gene on an epidemic plasmid.- MA 2, 70-1438.

ČESKOSLOVENSKÁ STÁTNÍ NORMA 75 7221 (1989): Die Klassifikation der Gewässergüte (in czech.).

DAUBNER,I. (1984(: Mikrobiologie des Wassers.- 2. Aufl., Akademie Verlag, Berlin.

DAUBNER,I., KRÁLIKOVÁ,K. (1990): Anwesenheit von antibiotikaresistenten Bakterien in den Gewässern.- V. Internat.Hydromikrobiol. Symposium, Smolenice, 187-200.

DAUBNER,I., TRŽILOVÁ,B. (1978) Metabolic activity of bacteria in the river Danube in a year cycle.- Verh. Internat.Verein. Limnol. 20, 2245-2248.

DAUBNER,I., ZAMFIR,G. (1983): Belastung der Donau durch spezifische Verunreinigung in biologischer Sicht.- Hidrobiologia 17, 67-73.

JEŽOVÁ,E. (1982): Neue Methoden der Bestimmung einiger mikrobieller Indikatoren aus Wasser (in slow.).- Zb. predn. Komisie mikrobiol. vody pri ČSAV, Olomouc 108-113.

JEŽOVÁ,E., DAUBNER,I., (1988): Unsere methodischen Verfahren der Bestimmung der Salmonellen und Bakteriophagen aus Wasser (in slow.).- Zb. predn. Komisie mikrobiol. vody pri ČSAV, Žilina 120-128.

KADLECOVÁ,O. (1970): Die Salmonellen-Verunreinigung der Donau durch Abwässer in Bratislava.- Arch. Hydrobiol.,Suppl.XXXVI, 255-262.

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at



(1977) Verunreinigung der Donau durch Salmonellen auf dem tschechoslowakischen Staatsgebiet.- Zbl. Bakt. Hyg. I. Abt.Orig. B 165, 309-322.

KOHL,W. (1969) Vorkommen und Nachweis von Salmonellen in Oberflächengewässern Österreichs.- Wiener Tierärztliche Monatsschrift 9, 379-381.

(1972): Salmonellen in österreichischen Gewässern.- Österr. Ärztezeitung 27, 241-246.

(1984): Coliphagen in der Donau im Raum Wien.- Ref. a. d. 24. IAD SIL, Szentendre 53-56.

MEGAY,K. (1962): Bakteriologische Befunde bei Untersuchungen der Donau im Raume von Linz, Oberösterreich.- Ref. a.d. VII. Konf.d. Arbeitsgemeinschaft Donauforschung SIL, Bratislava-Smolenice.

MUCHA,V., BOBKOVÁ,M. (1977): Pseudomonas aeruginosa in den Abwässern und Oberflächenwässern (in slow.)- Bratisl. Lek. listy 68, 2, 132-138.

MUCHA,V., DAUBNER,I. (1977): Ergebnisse der limnomikrobiologischen Donauforschung als Grundlage für hygienische Maßnahmen.- Arch. Hydrobiol., Suppl. 52, 16-22.

MUCHA,V. und Mitarb. (1967) Limnologie des tschechoslowakischen Donauabschnittes (in slow.). Vyd. SAV, Bratislava, s. 323.

POPP, L. (1957): Der Salmonella-Kataster eines Flußgebietes.- Gesundh. Ing. 78, 333-335.

(1974) Salmonellen und natürliche Selbstreinigung der Gewässer.- Zbl. Bakt. Hyg. I. Abt. Orig. B 156, 432-445.

STANDARD METHODS for the Examination of Water and Wastewater, 13. Aufl.- AWWA-APHA-WPCF, New York 1972.

ŠIMKOVÁ,A., ČERVENKA,J. (1981): Coliphages as ecological indicators of enteroviruses in various water systems.- Bull. World Hlth. Org. 39, 4, 611-618.

TRŽILOVÁ,B. (1980): Die Degradation von Kohlenwasserstoffverbindungen am Erdöl durch Bakterien der Gattung *Pseudomonas* im Wasser.- Acta ecol. VIII/22, 67-78.

TRZILOVA,B., MIKLOŠOVIČOVÁ,L. (1987): Die bakterielle Degradation von Erdölkohlenwasserstoffen im Donauwasser.- Arch. Hydrobiol., Suppl. 68, 343-350.

(1990): Microbial oxidation of crude oil hydrocarbon in Danube water.- Arch. Hydrobiol., Suppl. 84, 1-18.

Anschrift der Verfasser: Doz.Dr. Imrich DAUBNER, CSc. Dr. Bozena Tržilová, Institut für Ökobiologie der SAdW, Stefanikowa 3, CS-81434 Bratislava.

# ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Wasser und Abwasser

Jahr/Year: 1991

Band/Volume: 1991

Autor(en)/Author(s): Daubner Imrich, Trzilová B.

Artikel/Article: Mikrobiologische Langzeituntersuchungen (1954-1989) der Donau aus limnologischer und hygienischer Sicht 31-51