

Aus der Bundesanstalt für Wassergüte, Wien-Kaisermühlen

**LANGZEITANALYSE DER WASSERGÜTE DER ÖSTERREICHISCHEN DONAU
AN DEN GRENZÜBERTRITTSSTELLEN**

G. KAVKA

1. Einleitung und Problemstellung

Zu den Aufgaben der Bundesanstalt für Wassergüte in Wien zählt die Erfassung und Analyse der Wassergüte der österreichischen Donau. Der Vergleich der Entwicklung der Wassergüte der Donau an den Grenzübertrittsprofilen Deutschland-Österreich (Strom-km 2209,8) und Österreich-Slowakei (Strom-km 1873) schien von besonderem Interesse, da deren Erfassung eine Abschätzung des "österreichischen Einflusses" auf die Wasserqualität des Flusses ermöglicht. Aus dem vorliegenden Datenmaterial wurden die Parameter heterotrophe Keime (Kolonienzahl bei 22°C) (HE₂₂), Fäkalcoliforme (FC), Kaliumpermanganat-Verbrauch (KMnO₄), Biochemischer Sauerstoffbedarf in 5 Tagen (BSB₅), Ammoniumstickstoff (NH₄-N) und Phosphatphosphor (PO₄-P) ausgewählt und ihre Entwicklung im Zeitraum 1978-1990 analysiert.

Die Datenanalyse hatte zum Ziel, die Güteentwicklung an den beiden Grenzprofilen hinsichtlich signifikanter Überschrei-

tungen der Grenzwerte für die Güteklasse II zu erfassen, signifikante Unterschiede zwischen den Grenzüberschreitungsprofilen aufzuzeigen sowie Langzeittrends hinsichtlich Verbesserung oder Verschlechterung der Wassergüte zu bestimmen.

2. Ergebnisse und Diskussion

Seit 1978 wurden chemisch-physikalische und seit 1982 auch bakteriologische Güteuntersuchungen an den Grenzüberschreitungsstellen des österreichischen Donauabschnittes monatlich durchgeführt. Der kleinere jährliche Umfang an bakteriologischen Proben zwischen 1978 und 1982 (n=2) ergänzt aus Vergleichsgründen den bakteriologischen Datensatz. An den Grenzüberschreitungsstellen stehen die Daten von je zwei Probenstellen zur Verfügung; an der deutsch-österreichischen Grenze vom linken Ufer (Oberzell, Strom-km 2209,8) und vom rechten Ufer (Kasten, Strom-km 2209,8) sowie von der österreichisch-slowakischen Grenze vom linken Ufer (Karlova Ves, Strom-km 1873,5) und vom rechten Ufer (Wolfsthal, Strom-km 1873,0).

2.1. Signifikante Überschreitungen der Grenzwerte für die Güteklasse II im Beobachtungszeitraum 1978-1990 durch die Jahresmittelwerte

In den Abb. 1-2 sind die Jahresmittelwerte mit Standardfehlern der Variablen heterotrophe Keime bei 22°C, Fäkalcoliforme, Kaliumpermanganat-Verbrauch ($KMNO_4$), Biochemischer Sauerstoffbedarf in 5 Tagen (BSB_5), Ammoniumstickstoff (NH_4-N) und Phosphatphosphor (PO_4-P) von 1978-1990 für die deutsch-österreichischen Grenzstellen Kasten und Oberzell sowie für die österreichisch-slowakischen Grenzstellen Wolfsthal und Karlova Ves dargestellt.

Das Grenzwertniveau (G) für die Güteklasse II ist strichliert eingezeichnet. Die Grenzwerte bzw. Richtwerte (Immissionswerte) für die Güteklasse II sind in Tab. 1 angeführt.

Tab.1: Grenzwerte (Immissionswerte) für die Güteklasse II (mäßige Verunreinigung) von Fließgewässern

Parameter		Grenzwert
Heterotrophe Keime (22°C)	KBE/ml ⁽³⁾	10.000
Fäkalcoliforme	KBE/ml	20
KMnO ₄ -Verbrauch ⁽¹⁾	mg/l	20
BSB ₅ ohne Nitrifikationshemmung ⁽²⁾	mg/l	6,0
NH ₄ -N ⁽²⁾	mg/l	0,5
PO ₄ -P ⁽²⁾	mg/l	0,15

(1) BMLF 1989

(2) ImVF-Entwurf 1992 (Anlage B)

(3) KBE Kolonienbildende Einheiten

Gemäß Immissionsverordnung für Fließgewässer (Entwurf 1992) ist die Güteklasse II gewährleistet, wenn 85% der physikalisch-chemischen Werte, die aus einem Zeitraum von mindestens zwei Jahren stammen, größer sind als die in Tabelle 1 angeführten Grenzwerte (Immissionswerte). Die KMnO₄-Werte können analog betrachtet werden. Für die bakteriologischen Parameter gilt, daß 80% der Analysenergebnisse den Grenzwert unterschreiten müssen (analog der EG-Richtlinie über die Qualität der Badegewässer, 1975).

Da die Überschreitung der Grenzwerte durch einzelne Daten zufällig sein kann und nicht signifikant sein muß, ist die Festsetzung eines fixen Prozentsatzes von 15% bzw. 20% problematisch. In dieser Arbeit wurde deshalb der Versuch

unternommen, aus den vorhandenen Daten ein kritisches Niveau (K) zu errechnen, bei dessen Überschreitung durch den Jahresmittelwert eine signifikante Überschreitung des Grenzwertniveaus für die Güteklasse II mit 95% Wahrscheinlichkeit vorliegt.

Das kritische Niveau (K) wurde aus der mittleren Streuung aller Beobachtungsjahre nach folgenden Formeln berechnet:

$$K = t_{f,1-\alpha} \frac{s'}{\sqrt{12}} \quad (s^2)' = \frac{11 \sum_{i=1}^{13} S_i^2}{13 \cdot 11}$$

$(s^2)'$	mittlere Varianz	
s'	mittlere Standardabweichung	mittlere Streuung
$t_{f,1-\alpha}$	1,65	95% Quantil der t-Verteilung

Im Anhang 1-2 sind die statistischen Kenngrößen Jahresmittelwerte, Standardfehler, Minima, Maxima und der Probenumfang probenstellenweise für den Zeitraum 1978-1990 aufgelistet (Einzeldaten beim Autor).

2.1.1. Grenzprofil Deutschland-österreich

Bei den bakteriologischen Parametern waren am Grenzprofil Deutschland/österreich (Abb.1) nur in zwei Fällen Grenzwertüberschreitungen feststellbar (Parameter Fäkalcoliforme, Kasten und Oberzelle 1979). Das heißt, daß im Beobachtungszeitraum 1978-1990 nur im Jahre 1979 bei nur einer Variablen (Fäkalcoliforme) eine signifikante Überschreitung des Grenzwertes feststellbar war. Die Zahl der Fäkalcoliformen indiziert den Grad der fäkalen Belastung eines Gewässers. Mit Ausnahme des Jahres 1979 war die fäkale

Belastung im Zeitraum 1978-1990 maximal mäßig, 1979 hingegen signifikant höher.

Bei den chemischen Parametern traten ebenfalls mit nur zwei Ausnahmen (KMnO_4 , Kasten und Obernzell 1979) keine Grenzwertüberschreitungen für die Güteklasse II im Zeitraum 1978-1990 auf.

2.1.2. Grenzprofil Österreich-Slowakei

Im Grenzprofil Österreich-Slowakei (Abb.2) traten bei den bakteriologischen Parametern signifikant häufiger Grenzwertüberschreitungen auf als im Profil Deutschland-Österreich (Vierfelder- χ^2 -Test), bei den heterotrophen Keimen (22°C) vier (im Profil Deutschland-Österreich keine) und bei den Fäkalcoliformen sogar neun (im Profil Deutschland-Österreich nur zwei) Überschreitungen.

Bei den chemischen Parametern KMnO_4 und $\text{PO}_4\text{-P}$ waren im Zeitraum 1978-1990 im Profil Österreich-Slowakei ebenfalls signifikant mehr Grenzwertüberschreitungen für die Güteklasse II nachweisbar (zusammen dreizehn) als im Profil Deutschland-Österreich (zusammen zwei). Jedoch konnten davon elf Überschreitungen alleine beim Parameter KMnO_4 und dagegen nur zwei beim Parameter $\text{PO}_4\text{-P}$ festgestellt werden.

In der Tabelle 2 sind die signifikanten Überschreitungen der Grenzwerte für die Güteklasse II in der Donau an den Grenzprofilen Deutschland-Österreich und Österreich-Slowakei durch die Jahresmittelwerte zusammengefaßt, in der Tabelle 2a für den Zeitraum 1978-1990 und in der Tabelle 2b für 1988-1990.

Tab.2: Anzahl der signifikanten Überschreitungen der Grenzwerte für die Güteklasse II in der Donau an den Grenzprofilen Deutschland-Österreich und Österreich-Slowakei im Zeitraum 1978-1990 (a) und 1988-1990 (b)

a) Grenzprofil	HE22 ¹	FC ²	KMnO ₄	BSB ₅	NH ₄ -N	PO ₄ -P	Summe ₃ GWÜ
Deutschland/Österreich	0	2	2	0	0	0	4
Österreich/Slowakei	4	9	11	0	0	2	26

b) Grenzprofil	HE22 ¹	FC ²	KMnO ₄	BSB ₅	NH ₄ -N	PO ₄ -P	Summe ₃ GWÜ
Deutschland/Österreich	0	0	0	0	0	0	0
Österreich/Slowakei	0	2	0	0	0	0	2

- 1) HE22 Heterotrophe Bakterien bei 22°C
- 2) FC Fäkalcoliforme
- 3) GWÜ Grenzwertüberschreitungen

Die Summe der signifikanten Grenzwertüberschreitungen ist mit vier im Profil Deutschland-Österreich deutlich vom Profil Österreich-Slowakei mit 26 Überschreitungen abgrenzbar. Das heißt, daß die Donau im österreichischen Abschnitt im Zeitraum 1978-1990 zusätzlich belastet wurde, und zwar mit heterotrophen Keimen, Fäkalcoliformen, schwer abbaubarem organischen Material (gemessen am KMnO₄-Verbrauch) und gelöstem Phosphat. Hingegen ist beim Sauerstoffhaushalt (gemessen am BSB₅) und Ammoniumstickstoff kein Unterschied zwischen den Profilen hinsichtlich signifikanter Grenzwertüberschreitungen feststellbar.

Im Grenzprofil Deutschland-Österreich entsprechen die gewonnenen Daten im Zeitraum 1978 bis 1990 mit Ausnahme des Jahres 1979 immer der Güteklasse II, wobei bei den Variablen KMnO_4 und $\text{PO}_4\text{-P}$ eine Tendenz zur Verbesserung feststellbar ist.

Im Grenzprofil Österreich-Slowakei indizieren die Analyseergebnisse im Zeitraum 1978 bis 1990 in acht der dreizehn beobachteten Jahre (1978, 1979, 1980, 1984, 1985, 1986, 1989, 1990) Grenzüberschreitungen für die Güteklasse II. Auffallend dabei ist, daß in den letzten vier Jahren (1987 bis 1990) nur beim Parameter Fäkalcoliforme eine signifikante Überschreitung der Grenzwerte auftritt. Wie im Profil Deutschland-Österreich zeigt sich bei den Variablen KMnO_4 ein deutlicher, bei $\text{PO}_4\text{-P}$ jedoch nur ein leichter Abwärtstrend.

2.2. Signifikante Unterschiede zwischen den Grenzprofilen an der österreichischen Donau

Vergleicht man alle Einzeldaten unabhängig von Grenzwertüberschreitungen, so kann man im Zeitraum 1978 bis 1990 für alle Variablen signifikante Unterschiede zwischen dem Grenzprofil Deutschland-Österreich und Österreich-Slowakei feststellen (Tab.3a). Greift man das letzte Jahr (1990) heraus, so ist ersichtlich, daß nur bei den Variablen Fäkalcoliformen und $\text{PO}_4\text{-P}$ signifikante Unterschiede aufgetreten sind (Tab.3b). Als Signifikanztests wurden der einseitige Differenzen-t-Test für verbundene Stichproben und auch der nichtparametrische Test nach WILCOXON für verbundene Stichproben verwendet.

Tab. 3: Signifikante Unterschiede zwischen den Grenzprofilen an der österreichischen Donau; Variable heterotrophe Keime (HE22), Fäkalcoliforme (FC), KMnO_4 -Verbrauch, BSB_5 , $\text{NH}_4\text{-N}$; Differenzen-t-Test für verbundene Stichproben; a) Untersuchungszeitraum 1978-1990; b) Untersuchungszeitraum 1990. xxx $P < 0,001$, xx $0,001 > P < 0,01$, x = $0,01 > P < 0,05$; n.s. = nicht signifikant $P > 0,05$

a)

Strom-km Entnahmeprofil	HE22	FC	KMnO_4	BSB_5	$\text{NH}_4\text{-N}$	$\text{PO}_4\text{-P}$
2209,8 Deuschl./Österr.						
1873 Österr./Slowakei						

b)

Strom-km Entnahmeprofil	HE22	FC	KMnO_4	BSB_5	$\text{NH}_4\text{-N}$	$\text{PO}_4\text{-P}$
2209,8 Deuschl./Österr.						
1873 Österr./Slowakei			n.s.			

Aus den Ergebnissen der Signifikanztests läßt sich im Zeitraum 1978-1990 eine Entwicklung in Richtung teilweiser Verbesserung der Wassergüte der Donau an der Grenzstelle Österreich-Slowakei ablesen.

2.3. Trendanalyse

Im oberen Grenzprofil (Deutschland-Österreich) sind Trends hinsichtlich Verringerung des KMnO_4 -Verbrauches und des Phosphat-Gehaltes im Zeitraum 1978-1990 feststellbar. Die Analyseergebnisse aller Variablen liegen hier fast ausschließlich unterhalb des kritischen Niveaus für signifikante Grenzwertüberschreitungen. Die Einhaltung des Güteziels Güteklasse II ist bereits gegeben.

Im Grenzprofil Österreich-Slowakei sind im Beobachtungszeitraum 1978-1990 zahlreiche signifikante Grenzwertüberschreitungen für die Güteklasse II (mäßige Belastung) feststellbar (heterotrophe Keime, Fäkalcoliforme, KMnO_4 , $\text{PO}_4\text{-P}$). In diesem Profil sind daher etwaige Trends hinsichtlich Verbesserung oder Verschlechterung der Wassergüte von großem Interesse.

In der Abb.3 ist beispielhaft eine Trendanalyse der Variablen KMnO_4 -Verbrauch (Grenzprofil Österreich-Deutschland, Probestelle Wolfsthal) im Zeitraum 1978 bis 1990 dargestellt.

Durch die Meßpunkte wurden Polynome 2. Ordnung nach der Methode der kleinsten Quadrate angepaßt. Die Daten wurden saisonbereinigt, so daß ein relativ geringer Einfluß durch die Parameter Wassertemperatur und Durchfluß besteht.

Ähnlich wie bei der Variablen $\text{PO}_4\text{-P}$ ist bei der Variablen KMnO_4 -Verbrauch ein deutlicher Trend Richtung Konzentrationsabnahme erkennbar. Bei den Variablen heterotrophe Keime, Fäkalcoliforme und $\text{NH}_4\text{-N}$ ist kein eindeutiger Trend erkennbar, die Konzentrationen der Variablen BSB₅ zeigen einen leichten Aufwärtstrend.

3. Zusammenfassung und Ausblick

Der Vergleich der Entwicklung der Wassergüte der Donau an den Grenzübertrittsstellen Deutschland-Österreich (Strom-km 2209,8) und Österreich-Slowakei (Strom-km 1873) läßt für den Zeitraum 1978-1990 einen negativen Einfluß Österreichs auf die Wassergüte des Flusses erkennen, der jedoch am Ende des Beobachtungszeitraumes abnimmt.

Im Profil Österreich-Slowakei traten einerseits deutlich häufiger signifikante Überschreitungen der Grenzwerte für

die Güteklasse II durch die Jahresmittelwerte auf als im Profil Deutschland-Österreich. Signifikante Unterschiede zwischen den Grenzprofilen waren auch anhand der Einzeldaten feststellbar. Dieses Ergebnis spiegelt sich in den biologischen Güteklassen wider (Grenzprofil Deutschland-Österreich II, Grenzprofil Österreich-Slowakei II-III). Die Bestimmung der biologischen Güteklasse reicht jedoch nicht aus, da damit die Art der Verunreinigung bzw. für die Nutzansprüche wichtigen Belastungsspitzen nicht erfaßt werden können.

Als Ursache für die Gewässergüteüberschreitungen im Profil Österreich-Slowakei sind Belastungen aus dem Großraum Wien und durch die March hervorzuheben. Im Verlauf der österreichischen Fließstrecke nehmen Einwohner, Einzugsgebiet und Durchfluß deutlich zu (KAVKA et al. 1990, Tab.4).

Tab. 4: Einwohner und mittlere Abflüsse im Einzugsgebiet der österreichischen Donau bei Strom-km 2210,0 (Grenzprofil Deutschland-Österreich), Strom-km 1934,0 (Wien-Nußdorf-Floridsdorf) und Strom-km 1873,0 (Grenzprofil Österreich-Slowakei)

Strom-km	Einwohner (in Mio.)	Einzugsgebiet Fläche in km ²	Mittlerer Durchfluß (MQ in m ³ /s)
2210,0	10,0	76 000	1410
1934,0	12,5	101 700	1920
1873,8	16,0	131 100	2050

Die getroffenen Sanierungsmaßnahmen (z.B. Ausbau des Kanalnetzes und Errichtung von Kläranlagen; in Wien waren 1980 40% und 1990 70% der Einwohner an eine Kläranlage angeschlossen) haben zum Teil gegriffen, wie am Abwärtstrend einiger Parameter abzulesen ist, zum Teil wurden sie durch

den gestiegenen Konsum der Bevölkerung und die Steigerung der Industrieproduktion kompensiert (KAVKA et al. 1990). Weitere Sanierungsmaßnahmen im Einzugsgebiet der Donau sind für die Erreichung des Gütezieles Güteklasse II im Grenzprofil Österreich-Slowakei notwendig. Für die Abschätzung der Güteentwicklung, die sehr langsam, bzw. verdeckt ablaufen kann, sind weiterführende Langzeituntersuchungen unerlässlich.

Abb. 1:
Wassergüte der Donau 1978-1990, Grenzprofil Deutschland-österreich, Strom-km 2209,8; Variable 1. Heterotrophe Keime bei 22°C und 2. Fäkalcoliforme in KBE/ml, 3. KMnO_4 -Verbrauch, 4. BSB_5 , 5. $\text{NH}_4\text{-N}$ und 6. $\text{PO}_4\text{-P}$ in mg/l; arithmetische Jahresmittel mit Standardfehler, G = Grenzwertniveau für die Güteklasse II (mäßige Verunreinigung), K = Kritisches Niveau für signifikante Grenzwertüberschreitungen durch die Jahresmittelwerte. a) Rechtes Ufer, Kasten, Variable 1-2 (n=116), 3 (n=154). b) Rechtes Ufer, Kasten, Variable 4-6 (n=154). c) Linkes Ufer, Obernzell, Variable 1-2 (n=116), 3 (n=152). d) Linkes Ufer, Obernzell, Variable 4-6 (n=152).

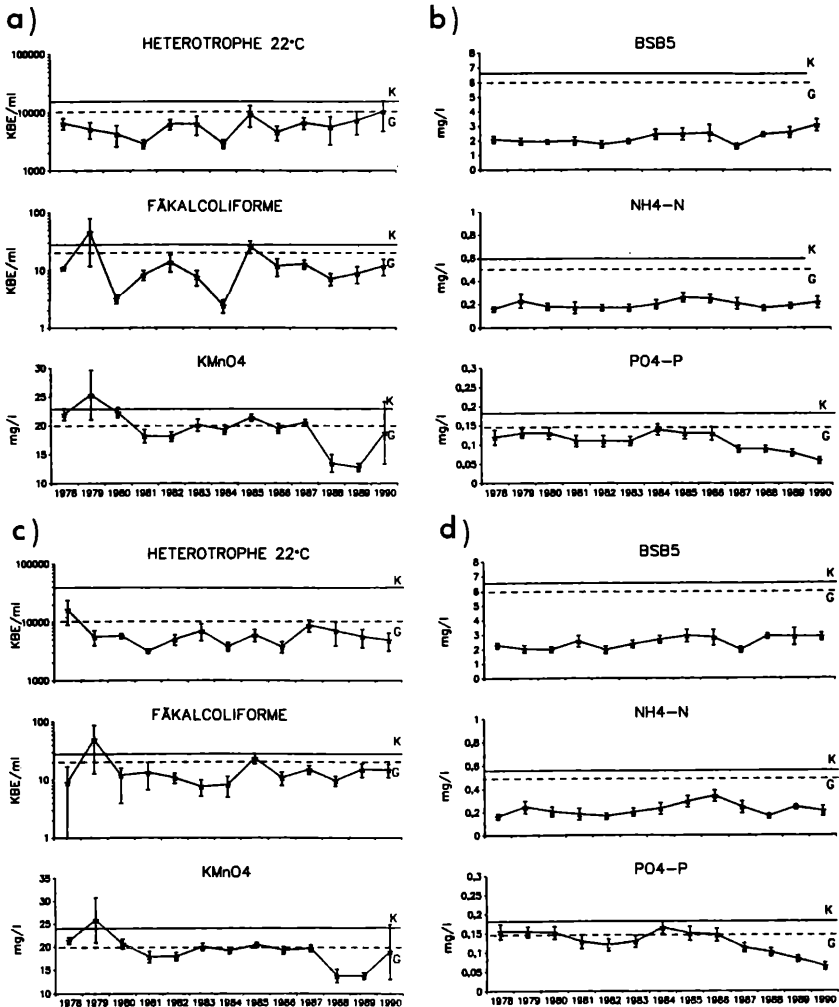


Abb. 2:

Wassergüte der Donau 1978-1990, Grenzprofil Österreich-Slowakei, Strom-km 1873; Variable 1. Heterotrophe Keime bei 22°C und 2. Fäkalcoliforme in KBE/ml, 3. KMnO_4 -Verbrauch, 4. BSB₅, 5. $\text{NH}_4\text{-N}$ und 6. $\text{PO}_4\text{-P}$ in mg/l; arithmetische Jahresmittel mit Standardfehler, G Grenzwertniveau für die Güteklasse II (mäßige Verunreinigung), K Kritisches Niveau für signifikante Grenzwertüberschreitungen durch die Jahresmittelwerte. a) Rechtes Ufer, Wolfsthal, Variable 1-2 (n=128),3 (n=153). b) Rechtes Ufer, Wolfsthal, Variable 4-6 (n=153). c) Linkes Ufer, Karlova Ves, Variable 1-2 (n=128),3 (n=144). d) Linkes Ufer, Karlova Ves, Variable 4-6 (n=144).

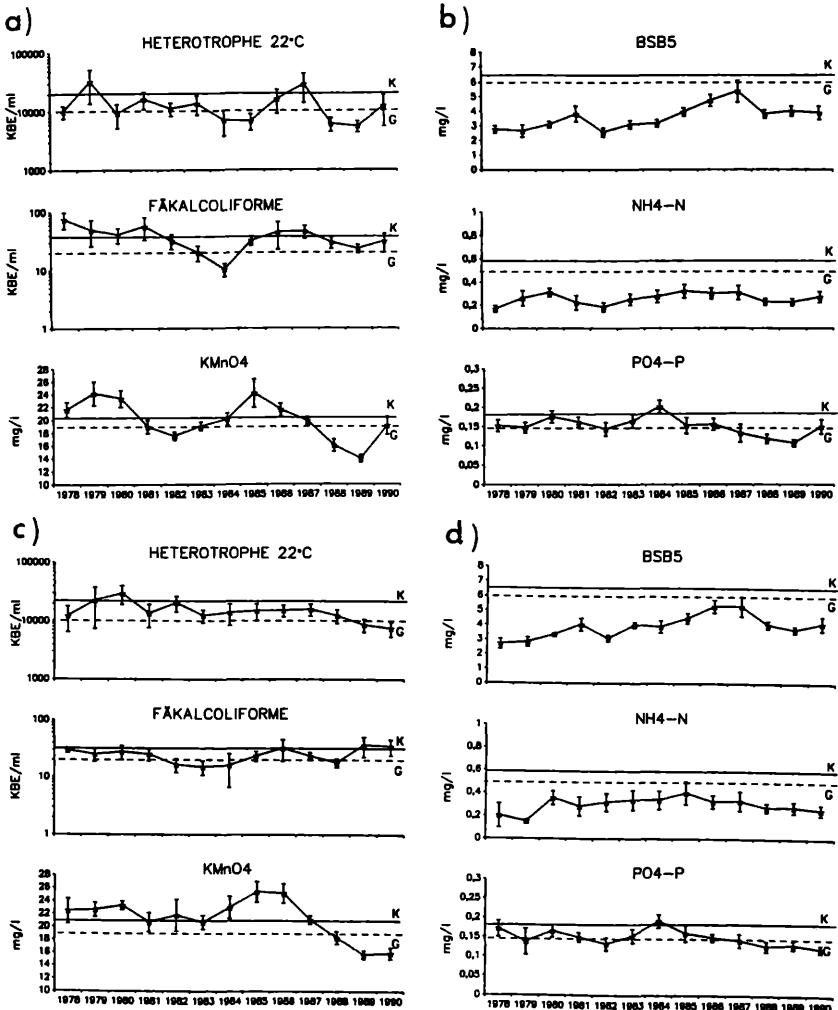
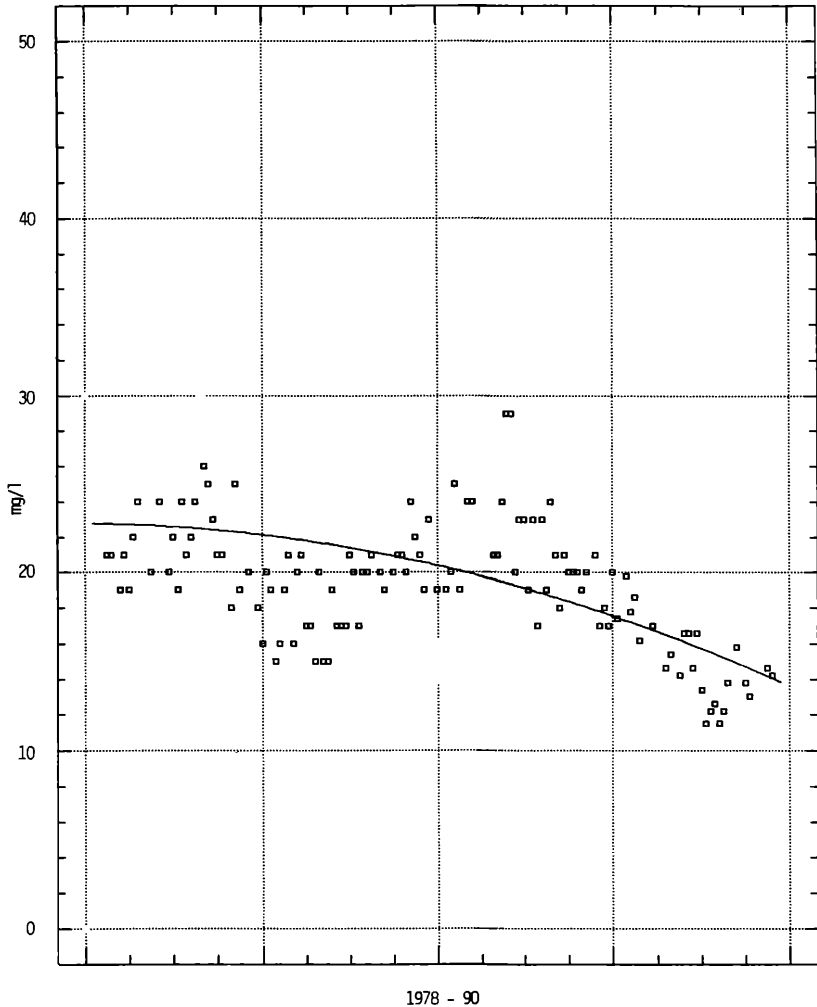


Abb. 3: Wassergüte der Donau, Trendanalyse, Variable KMnO_4 -
Verbrauch, Grenzprofil Österreich-Slowakei, rechtes
Ufer, Strom-km 1873,5, Wolfsthal



Anhang 1:

Statistische Kenngrößen Jahresmittelwerte (Mittel), Standardfehler (s), Minima (min), Maxima (max), Probenumfang (n) für die Probenstellen Oberrnzell (Oberrnz) und Kasten; Variable heterotrophe Keime (HE22), Fäkalcoliforme (FC), KMnO_4 -Verbrauch, BSB_5 , $\text{NH}_4\text{-N}$, $\text{PO}_4\text{-P}$; Untersuchungszeitraum 1978-1990.

OBERNZ						KASTEN								
Jahr	HE22	FC	KMnO_4	BSB_5	$\text{NH}_4\text{-N}$	$\text{PO}_4\text{-P}$	Jahr	HE22	FC	KMnO_4	BSB_5	$\text{NH}_4\text{-N}$	$\text{PO}_4\text{-P}$	
n	2	2	10	10	10	10	n	2	2	10	10	10	10	
Mittel	16500	13,5	21,4	2,27	0,164	0,155	Mittel	6600	10,5	22	2,08	0,165	0,125	
s	10606,6	4,95	2,221	0,6	0,077	0,061	s	1980	0,707	3,127	0,736	0,074	0,055	
min	9000	10	18	1,4	0,062	0,083	min	5200	10	16	1,4	0,054	0,064	
max	24000	17	24	3,4	0,311	0,248	max	8000	11	25	3,9	0,28	0,205	
n	2	2	11	12	12	12	n	2	2	11	12	12	12	
Mittel	5600	15,5	21	2,017	0,246	0,154	Mittel	5200	46	21,2	1,95	0,251	0,129	
s	2262,742	3,536	1,949	0,923	0,181	0,046	s	2263	48,08	2,82	0,795	0,197	0,045	
min	4000	13	17	1	0,078	0,074	min	3600	12	15	1,2	0,07	0,064	
max	7200	18	24	4,2	0,559	0,248	max	6800	80	72	4,1	0,644	0,21	
n	2	2	10	10	10	10	n	2	2	12	12	12	12	
Mittel	5800	12	20,7	1,97	0,207	0,152	Mittel	4300	3,2	22,25	1,933	0,179	0,127	
s	848,528	5,657	3,302	0,609	0,128	0,051	s	2404	0,849	2,958	0,474	0,103	0,047	
min	5200	8	15	3,2	0,078	0,079	min	2600	2,6	15	1,3	0,085	0,054	
max	6400	16	26	3,1	0,443	0,224	max	6000	3,8	27	2,8	0,396	0,195	
n	2	2	12	12	12	12	n	2	2	12	12	12	12	
Mittel	3150	13,4	17,83	2,55	0,184	0,129	Mittel	2900	8,4	18,17	1,975	0,166	0,112	
s	353,5534	9,334	4,239	1,346	0,172	0,061	s	1801	2,263	3,996	0,959	0,172	0,052	
min	2900	6,8	13	0,9	0,016	0,064	min	2400	6,8	12	0,7	0,008	0,052	
max	3400	20	28	5,9	0,606	0,262	max	3400	10	29	3,8	0,629	0,227	
n	12	12	12	12	12	12	n	12	12	12	12	12	12	
Mittel	4993,333	10,87	17,92	1,95	0,166	0,12	Mittel	6318	14	102	18,08	1,733	0,169	0,106
s	3479,732	7,392	3,059	0,887	0,098	0,053	s	4368	16,21	2,843	0,815	0,091	0,051	
min	620	3	14	0,9	0,062	0,054	min	460	2	15	0,7	0,062	0,045	
max	12000	26	24	3,9	0,318	0,236	max	16000	58	24	3,8	0,318	0,218	
n	12	12	12	12	12	12	n	12	12	12	12	12	12	
Mittel	7066,667	7,642	20,08	2,35	0,201	0,129	Mittel	6325	7,658	20,08	1,958	0,165	0,114	
s	7840,029	8,203	2,811	0,929	0,121	0,052	s	7786	7,885	3,605	0,59	0,103	0,045	
min	1100	0,9	16	1,5	0,085	0,05	min	1000	0,5	15	1,2	0,039	0,052	
max	29000	25	25	4,6	0,45	0,207	max	29000	23	28	3,1	0,334	0,181	
n	12	12	12	12	12	12	n	12	12	12	12	12	12	
Mittel	3787,5	8,242	19,25	2,667	0,233	0,165	Mittel	2901	2,417	19,33	2,425	0,202	0,141	
s	2155,767	11,05	2,417	0,919	0,171	0,054	s	1682	2,15	2,807	1,186	0,125	0,05	
min	1200	2	15	1,7	0,07	0,103	min	820	0,2	15	1,1	0,062	0,08	
max	8500	39	24	4,4	0,637	0,262	max	5800	8	24	5,5	0,466	0,233	
n	12	12	12	12	12	12	n	12	12	12	12	12	12	
Mittel	6083,333	23,42	20,5	2,925	0,294	0,15	Mittel	9367	26,43	21,42	2,458	0,261	0,129	
s	4993,602	16,11	1,883	1,496	0,169	0,062	s	12927	21,46	2,021	1,405	0,134	0,054	
min	700	4	18	1,3	0,14	0,076	min	570	2,8	18	0,8	0,078	0,05	
max	19000	54	24	6	0,59	0,248	max	46000	70	24	5,6	0,512	0,221	
n	12	12	12	12	12	12	n	12	12	12	12	12	12	
Mittel	3810	10,8	19,33	2,792	0,342	0,146	Mittel	4580	11,81	19,5	2,533	0,247	0,131	
s	2865,868	9,556	2,807	1,842	0,173	0,058	s	4348	13,85	2,939	1,998	0,117	0,055	
min	720	2,6	13	1,3	0,078	0,052	min	860	1,4	14	1,1	0,07	0,052	
max	9800	33	24	7,5	0,59	0,236	max	17000	46	22	8,1	0,458	0,224	
n	12	12	12	12	12	12	n	12	12	12	12	12	12	
Mittel	8931,667	15,07	19,75	1,942	0,245	0,113	Mittel	6703	12,67	20,5	1,625	0,21	0,093	
s	7203,082	8,885	2,598	0,735	0,176	0,04	s	5249	7,943	1,931	0,684	0,165	0,035	
min	880	1,3	15	0,9	0,116	0,06	min	740	0,9	17	0,8	0,078	0,05	
max	22000	27	24	3,1	0,676	0,18	max	19000	25	23	3,1	0,637	0,15	
n	12	12	12	12	12	12	n	12	12	12	12	12	12	
Mittel	7108,333	9,667	13,77	2,875	0,165	0,101	Mittel	5642	7,158	13,52	2,442	0,17	0,09	
s	10675,78	6,255	4,828	0,624	0,074	0,036	s	9630	5,875	5,267	0,547	0,084	0,027	
min	1500	1,7	7,9	1,8	0,101	0,03	min	1400	1,7	7,9	1,5	0,07	0,03	
max	41000	23	25,7	4,4	0,342	0,16	max	36000	24	26	3,3	0,303	0,12	
n	12	12	12	12	12	12	n	12	12	12	12	12	12	
Mittel	5650	15,08	13,75	2,842	0,244	0,083	Mittel	7367	8,908	12,83	2,567	0,192	0,076	
s	6815,557	13,45	2,34	2,037	0,074	0,03	s	10994	9,888	2,48	1,249	0,058	0,025	
min	1400	2,4	9	0,7	0,16	0,04	min	1100	0,4	8	0,9	0,116	0,03	
max	22000	46	17	7,3	0,38	0,13	max	37000	34	16	4,5	0,272	0,12	
n	12	12	11	12	12	12	n	12	12	12	12	12	12	
Mittel	4865	14,78	13,18	2,825	0,21	0,064	Mittel	10417	12,24	13,55	3,075	0,225	0,056	
s	5735,422	13,07	3,79	0,932	0,148	0,034	s	19461	13,05	3,41	1,418	0,165	0,03	
min	880	1,9	6	0,9	0,101	0,009	min	1100	0,3	10	0,6	0,085	0,009	
max	19000	49	20	4,2	0,629	0,106	max	70000	48	21	5,8	0,652	0,1	

Anhang 2: Statistische Kenngrößen Jahresmittelwerte (Mittel), Standardfehler (s), Minima (min), Maxima (max), Probenumfang (n) für die Probenstellen Karlova Ves (Karlov) und Wolfsthal (Wolfst); Variable heterotrophe Keime (HE22), Fäkalcoliforme (FC), KMnO₄-Verbrauch, BSB₅, NH₄-N, PO₄-P; Untersuchungszeitraum 1978-1990.

KARLOV	Jahr	HE22	FC	KMnO ₄	BSB ₅	NH ₄ -N	PO ₄ -P	WOLFST	Jahr	HE22	FC	KMnO ₄	BSB ₅	NH ₄ -N	PO ₄ -P
	1978	3	3	6	6	3	3		1978	3	3	10	10	10	10
Mittel	1978	12400	30	22,5	2,717	0,204	0,172	Mittel	1978	10233,33	76,67	22,5	2,92	0,177	0,154
s	1978	10050,37	5	4,637	0,842	0,18	0,036	s	1978	4202,777	41,2	4,673	0,99	0,095	0,054
min	1978	6300	25	18	2	0,085	0,146	min	1978	5700	38	17	1,9	0,078	0,082
max	1978	24000	35	31	4	0,412	0,214	max	1978	14000	120	32	4,9	0,342	0,225
n	1979	3	3	6	6	3	3	n	1979	3	3	11	11	11	11
Mittel	1979	23066,67	25,33	22,67	2,85	0,153	0,139	Mittel	1979	32833,33	50	25,64	2,545	0,303	0,148
s	1979	27003,95	10,79	2,582	0,784	0,018	0,058	s	1979	32696,84	41,07	8,709	0,674	0,265	0,053
min	1979	4200	13	18	2,1	0,132	0,092	min	1979	8500	17	19	1,8	0,093	0,07
max	1979	54000	33	25	4,1	0,163	0,203	max	1979	70000	96	49	3,5	1,009	0,249
n	1980	8	8	12	12	12	12	n	1980	8	8	12	12	12	12
Mittel	1980	30312,5	28,21	23,33	3,358	0,357	0,167	Mittel	1980	9412,5	41,63	23,42	3,15	0,309	0,169
s	1980	64739,36	21,87	2,309	0,294	0,201	0,051	s	1980	11635,34	33,79	4,889	0,772	0,134	0,053
min	1980	2700	6,7	19	2,8	0,14	0,104	min	1980	3400	4	16	1,7	0,109	0,102
max	1980	190000	76	27	3,9	0,839	0,242	max	1980	38000	110	33	4,6	0,598	0,25
n	1981	6	6	12	12	12	12	n	1981	6	6	12	12	12	12
Mittel	1981	13800	25,5	20,75	4,042	0,284	0,15	Mittel	1981	16433,33	57,58	19	3,817	0,223	0,162
s	1981	14435,51	14,79	4,975	1,447	0,283	0,041	s	1981	12866,49	58,5	3,464	1,822	0,214	0,046
min	1981	2400	2	16	2,5	0,016	0,094	min	1981	1500	1,5	15	1,6	0,016	0,105
max	1981	41000	46	35	6,5	0,792	0,241	max	1981	35000	140	28	6,5	0,59	0,263
n	1982	12	12	12	12	12	12	n	1982	12	12	12	12	12	12
Mittel	1982	21041,67	16,63	21,83	3,1	0,32	0,133	Mittel	1982	11341,67	32,52	17,58	2,542	0,184	0,144
s	1982	21633,92	15,68	8,451	0,726	0,262	0,057	s	1982	9886,029	31,96	2,193	1,041	0,127	0,061
min	1982	2300	2,2	17	2,4	0,054	0,052	min	1982	3400	4,2	15	0,9	0,062	0,041
max	1982	64000	48	48	4,9	0,784	0,233	max	1982	34000	110	21	4,8	0,466	0,25
n	1983	12	12	12	12	12	12	n	1983	12	12	12	12	12	12
Mittel	1983	12725	15,21	20,75	4,017	0,339	0,154	Mittel	1983	13700	20,37	19,08	3,075	0,25	0,165
s	1983	10988,6	14,62	3,671	0,675	0,291	0,062	s	1983	17058,72	20,53	2,193	0,954	0,166	0,06
min	1983	1800	0,5	16	2,9	0,054	0,093	min	1983	3300	1,5	15	1,8	0,078	0,09
max	1983	35000	42	30	5	0,885	0,274	max	1983	58000	72	21	4,9	0,582	0,299
n	1984	12	12	12	12	12	12	n	1984	12	12	12	12	12	12
Mittel	1984	14400	16,39	23,08	3,917	0,342	0,193	Mittel	1984	7083,333	10,48	20,17	3,15	0,276	0,202
s	1984	20062,54	33,43	5,9	1,406	0,273	0,058	s	1984	11395,2	9,126	3,157	0,864	0,183	0,057
min	1984	2000	0,7	17	2,1	0,07	0,124	min	1984	1700	1,3	14	1,9	0,085	0,122
max	1984	70000	120	39	6,4	0,738	0,293	max	1984	43000	25	25	4,5	0,621	0,299
n	1985	12	12	12	12	12	12	n	1985	12	12	12	12	12	12
Mittel	1985	15475	24,13	25,5	4,492	0,402	0,161	Mittel	1985	6925	32,68	24,17	3,933	0,321	0,153
s	1985	16795,3	16,88	5,452	1,189	0,336	0,072	s	1985	7543,826	20,2	7,638	0,959	0,199	0,072
min	1985	1500	8	18	2,9	0,078	0,082	min	1985	2200	1,7	16	2,6	0,07	0,076
max	1985	52000	60	36	6,6	0,885	0,322	max	1985	30000	68	45	5,3	0,621	0,299
n	1986	12	12	12	12	12	12	n	1986	12	12	12	12	12	12
Mittel	1986	15591,67	33,01	25,25	5,317	0,327	0,15	Mittel	1986	16391,67	45,33	21,58	4,725	0,301	0,156
s	1986	11937,6	46,59	5,101	1,509	0,188	0,034	s	1986	24701,91	77,72	3,288	1,375	0,161	0,052
min	1986	1200	2,4	18	3	0,148	0,086	min	1986	2200	11	17	2,7	0,109	0,086
max	1986	38000	160	33	8	0,73	0,196	max	1986	90000	290	29	7,9	0,637	0,246
n	1987	12	12	12	12	12	12	n	1987	12	12	12	12	12	12
Mittel	1987	16333,33	23,92	21,7	5,317	0,333	0,143	Mittel	1987	29250	46,88	19,83	5,367	0,309	0,133
s	1987	13123,49	12,59	2,25	2,291	0,284	0,059	s	1987	52186,79	40,67	2,125	2,584	0,208	0,079
min	1987	2600	3,4	19	1,6	0,016	0,08	min	1987	2400	7,4	23	1,3	0,116	0,04
max	1987	40000	42	27	9,4	0,846	0,29	max	1987	180000	140	25	9,7	0,676	0,34
n	1988	12	12	12	12	12	12	n	1988	12	12	12	12	12	12
Mittel	1988	12750	18,23	18,41	4,067	0,277	0,128	Mittel	1988	6108,333	30,21	15,98	3,783	0,228	0,118
s	1988	11517,54	11	3,4	0,863	0,133	0,046	s	1988	5584,794	22,76	3,33	0,943	0,097	0,042
min	1988	2100	3,2	13,8	2,5	0,078	0,06	min	1988	1100	5	11,5	2,6	0,07	0,04
max	1988	36000	38	25	5	0,544	0,18	max	1988	9000	68	21,7	5,1	0,404	0,18
n	1989	12	12	12	12	12	12	n	1989	12	12	12	12	12	12
Mittel	1989	8825	37,25	15,73	3,717	0,279	0,132	Mittel	1989	5566,667	23,43	13,93	3,983	0,226	0,107
s	1989	7697,358	49,35	2,306	0,793	0,165	0,04	s	1989	4240,569	13,22	2,024	1,159	0,103	0,03
min	1989	1600	7	12,6	2,4	0,116	0,06	min	1989	1200	1,1	11,5	2,3	0,116	0,05
max	1989	21000	160	19,8	5	0,652	0,19	max	1989	14000	53	16,6	5,9	0,404	0,15
n	1990	12	12	12	12	12	12	n	1990	12	12	12	12	12	12
Mittel	1990	7658,333	35,53	15,95	4,133	0,256	0,122	Mittel	1990	5975	35,29	13,99	3,817	0,201	0,093
s	1990	7447,447	37,54	3,025	1,62	0,159	0,035	s	1990	4330,048	19,06	3,944	2,28	0,125	0,044
min	1990	1400	3,4	11	2,7	0,085	0,07	min	1990	1500	8,5	9	1,3	0,07	0,01
max	1990	25000	130	21,3	8,4	0,598	0,18	max	1990	13000	70	23,3	9,4	0,419	0,15

LITERATUR

- BUNDESMINISTERIUM FÜR LAND- UND FORSTWIRTSCHAFT: Detaildarstellung der Gewässergüte der Fließgewässer des Burgenlandes, Stand 1989.- Wasserwirtschaftskataster, Wien, S.12.
- ImVF, IMMISSIONSVERORDNUNG FÜR FLIEßGEWÄSSER (Entwurf 1992): Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, unpubl., 1992.
- KAVKA et al. (1990): Langzeitänderungen der Güte der Donau im Raum Wien (Strom-km 1934-1902).- Österr. Wasserwirtschaft.- Jg.42, H.1/2, 26-36.
- RICHTLINIE des Rates vom 8. Dezember 1975 über die Qualität der Badegewässer (76/160/EWG). Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften, 5. Februar 1976, Nr. L/1-7.

Danksagung: Herrn Univ.-Prof.DIng.Dr.W. TIMISCHL, Institut für Algebra und Diskrete Mathematik der Technischen Universität Wien, sei an dieser Stelle für seine unentbehrlichen Ratschläge betreffend die statistische Auswertung sehr herzlich gedankt.

Anschrift des Verfassers: O.Rat Dr. Gerhard KAVKA, Bundesanstalt für Wassergüte, Schiffmühlenstr. 120, A-1223 Wien.

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): Kavka G.

Artikel/Article: [Langzeitanalyse der Wassergüte der österreichischen Donau an den Grenzübertrittsstellen 207-223](#)