© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

Wasser und Abwasser Band 35 (1991) 225 235

Aus der Bundesanstalt für Wassergüte, Wien-Kaisermühlen

CHEMISCH-PHYSIKALISCHE LANGZEITUNTERSUCHUNGEN AN HAUPTMESSSTELLEN DER DONAU

P. KREITNER

Einleitung

Bereits seit dem Jahre 1957 untersuchte die Bundesanstalt für Wassergüte (vormals Bundesanstalt für Wasserbiologie und Abwasserforschung) einzelne Abschnitte der Donau. Im Rahmen der fachlichen Gewässergüteaufsicht erfolgten die ersten zusammenhängenden regelmäßigen Untersuchungen der gesamten Donau im Jahre 1968. Zu Beginn der systematischen Gewässergüteuntersuchungen wurde die Donau an etwa 60 Stellen einmal, später zweimal jährlich kontrolliert. Zuzüglich zu den zweimal jährlichen Gesamtuntersuchungen wurden seit Februar 1978 an ausgewählten Hauptmeßstellen monatliche Messungen durchgeführt, um die jahreszeitliche Dynamik der Donau besser erfassen zu können.

Die österreichische Donau in ihrem Längsschnitt:

Folgende Hauptmeßstellen im Längsprofil wurden ausgewählt:

Felsen-Hütt, Str.km 2209,8, rechtes Ufer

An dieser Meßstelle, die gegenüber der bayerischen Stadt Obernzell liegt, fließt vorwiegend Innwasser, das nur mit

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

wenig Donauwasser vermischt ist. Die Untersuchungen erfassen auch den Ablauf der Kläranlage von Passau, die ca. 13 km oberhalb dieser Meßstelle liegt.

Linz-St. Margareten, Str.km 2138,0, rechtes Ufer

Auf der rund 72 Str.km langen Strecke ab dem Grenzprofil bis zum oberen Stadtrand von Linz hat sich das Innwasser mit dem Donauwasser bereits durchmischt. Auf diesem Abschnitt erfolgen auch keine größeren Abwassereinleitungen und es münden auch keine wasserreichen, stark verunreinigten Nebenflüsse in die Donau ein.

Ybbs, Str.km 2060,3, rechtes Ufer

Diese Meßstelle liegt unmittelbar oberhalb des Kraftwerkes Ybbs-Persenbeug. Der stark verunreinigte Ybbs-Werkskanal mündet unterhalb dieses Kraftwerkes in die Donau und wurde daher bei den Messungen nicht erfaßt.

Wien-Nußdorf, Str.km 1934,7, rechtes Ufer

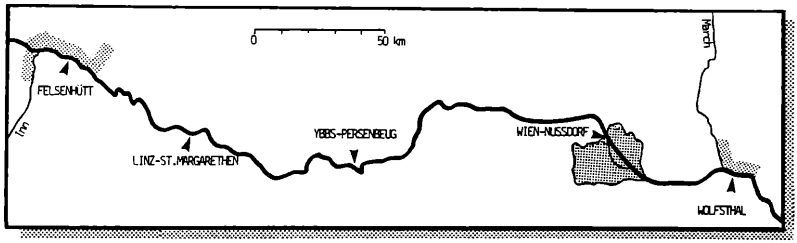
Diese Untersuchungsstelle liegt am Beginn der Wiener Donaustrecke, wird jedoch zeitweise stärker durch den stromaufwärts gelegenen Ablauf der Kläranlage von Klosterneuburg beeinflußt.

Wolfsthal, Str.km 1873,5, rechtes Ufer

Ab der Mündung der March bei Str.km 1880 ist die Donau wieder längsgeteiltes Grenzgewässer. In diesem Profil ist noch kein Wasser der March an das rechte Donauufer gelangt, so daß hier kein Einfluß der Zuckerrübenkampagne besteht. Obwohl die Wasserbeschaffenheit besser als am linken Ufer ist, lassen sich hier noch die Auswirkungen der Abwassereinleitungen der Hauptkläranlage Wien sowie von Bad Deutsch Altenburg und von Hainburg feststellen.

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

Abb.1: Hauptmeßstellen 1978-1990



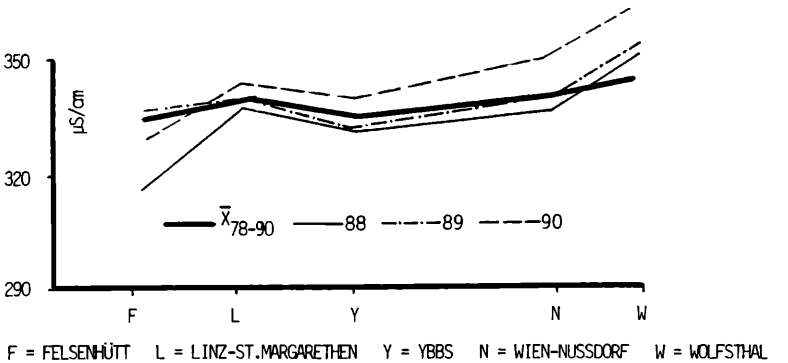
Für jede der oben angeführten Hauptmeßstellen sind im Zeitraum von 1978 bis 1990 bei jeweils rund 20 untersuchten chemisch-physikalischen Parametern mehr als 3000 Einzeldaten angefallen.

Generell gilt für die Wasserbeschaffenheit der Donau, daß aufgrund ihres großen Wasserkörpers lokale Emissionsschwankungen keinen gravierenden Einfluß auf die Wassergüte haben. Die Anionensumme in mval/l wird zusammengesetzt aus ca. 75% Hydrogenkarbonat, jeweils ca. 10% Sulfat und Chlorid, rund 3% Nitrat und etwa 0,1% o-Phosphat. Aus dem hohen Karbonatgehalt und aufgrund des Kalk-Kohlensäuregleichgewichtes ist daher die gute Pufferkapazität der Donau zu erklären.

Im Längsschnitt der Donau ist eine Zunahme der elektrischen Leitfähigkeit feststellbar, wobei aber in den letzten Jahren im Vergleich zum langjährigen Schnitt keine wesentlichen Erhöhungen auftraten, wie in Abbildung 2 ersichtlich ist.

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

Abb.2: $El_{20°}$ im Donaulängsprofil; Jahresmittelwerte

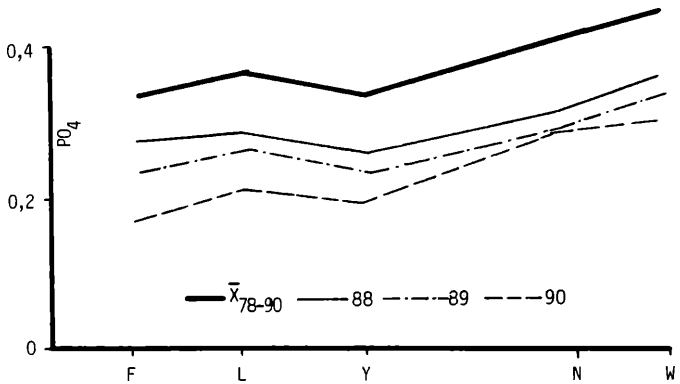


Beim Güteparameter Nitrat ist im Längsschnitt weder eine deutliche Zunahme noch im Vergleich zum Gesamtmittelwert über die Jahre 1978 bis 1990 eine signifikante Änderung erkenntlich.

Der o-Phosphatgehalt der letzten Jahre liegt jedoch deutlich unter dem langjährigen Schnitt. Durch das Inkrafttreten des deutschen Waschmittelgesetzes und der Verordnung über Höchstmengen für Phosphate in Wasch- und Reinigungsmitteln wurde die Grundlast Phosphat deutlich gesenkt (Abb.3).

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

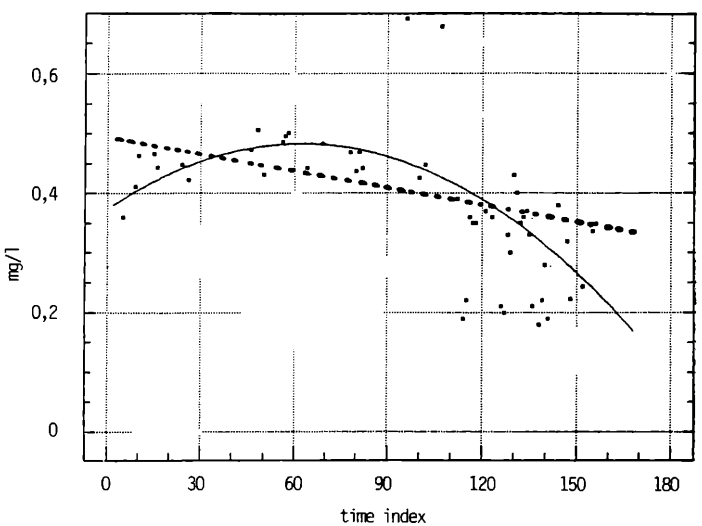
Abb.3: PO_4 im Donaulängsprofil; Jahresmittelwerte



F = FELSENHÜTT L = LINZ-ST.MARGARETHEN Y = YBBS N = WIEN-NUSSDORF W = WOLFSTHAL

Schon bei einer linearen Regression ist ein Abfallen der Phosphatwerte zu sehen, bei der quadratischen Trendanalyse ist aber der Gesamtverlauf von Anstieg und Abfallen der Phosphatkonzentrationen erkennbar (Abb.4).

Abb.4: PO_4 Wien-Nußdorf; Original Series with Forecasts



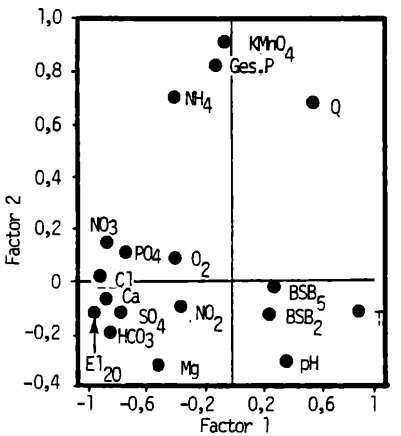
© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

Faktorenanalyse

Mittels Faktorenanalyse wird der Versuch unternommen, am Beispiel von Felsenhütt verschiedene chemisch-physikalische Parameter in Gruppen einzuteilen.

Durch Berechnung von sogenannten "Valenzladungen" und "Eigenwerten" können die Variablen einzelnen Faktoren zugeordnet werden. Die Faktorenladungen liegen zwischen 0 und +1. Im angegebenen Beispiel decken fünf Faktoren bereits 81,3% der Gesamtvarianz ab. Je näher der entsprechende Faktor liegt, desto besser läßt er sich dem entsprechenden Faktor zuordnen. Bei graphischer Umsetzung auf eine Projektionsebene mit den Faktoren 1 und 2 als Achsen ist deutlich eine Gruppierung erkenntlich (Abb.5).

Abb.5: Felsenhütt; Faktorenanalyse



Die ionischen Parameter bilden einen Cluster, Faktor 2 charakterisiert die Nährstoffe über die Parameter $KMnO_4$, Ges.P und NH_4, auch die Wasserführung (Q) ist diesem Faktor zuzuordnen.

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

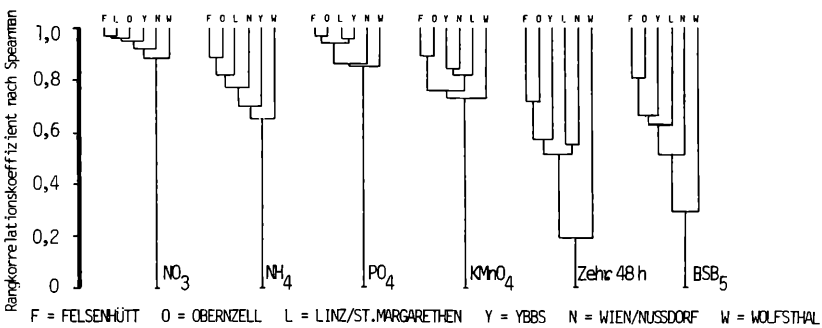
Der Faktor 3 stellt einen Abbaufaktor dar, in dessen Gruppierung die Parameter BSB_2 und BSB_5 liegen.

Weitere merkmalseigene Faktoren, wie z.B. O_2 und pH lassen sich nicht signifikant anderen Parametern zuordnen.

Vergleich der Meßstellen untereinander

Ähnlichkeiten der Wasserbeschaffenheit der Meßstellen Felsenhütt, Obernzell, Linz, Ybbs, Nußdorf und Wolfsthal sollen am Beispiel der Güteparameter Nitrat, Ammonium, ortho-Phosphat, $KMnO_4$-Verbrauch, 48-Stunden-O_2-Zehrung und BSB_5 mittels Rangkorrelation nach SPEARMAN verglichen werden. Nach Erfassung der jeweils höchsten Korrelationskoeffizienten werden die nächst höheren Korrelationskoeffizienten nach der sogenannten "Average Linkage Cluster-Methode" bestimmt, bis alle Elemente auf der letzten Stufe in einem großen Cluster vereinigt sind. Das Ergebnis dieses Prozesses läßt sich graphisch in einem zweidimensionalen Dendrogramm darstellen (Abb.6).

Abb.6: Donau 1978-1990; Dendrogramme der Entnahmestellen



© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

Bei den Parametern Nitrat und o-Phosphat herrschen an allen Entnahmestellen sehr hohe Übereinstimmungen vor, aber auch beim $KMnO_4$-Verbrauch und beim Ammonium sind gute Korrelationen feststellbar. Während beim Biochemischen Sauerstoffbedarf nach 2 bzw. 5 Tagen die SPEARMAN-Koeffizienten des Clusters von Felsen-Hütt bis Nußdorf noch auf relativ gute Übereinstimmung hinweisen, fällt hier die Verschiedenheit mit Wolfsthal besonders stark auf.

Die jahreszeitliche Dynamik

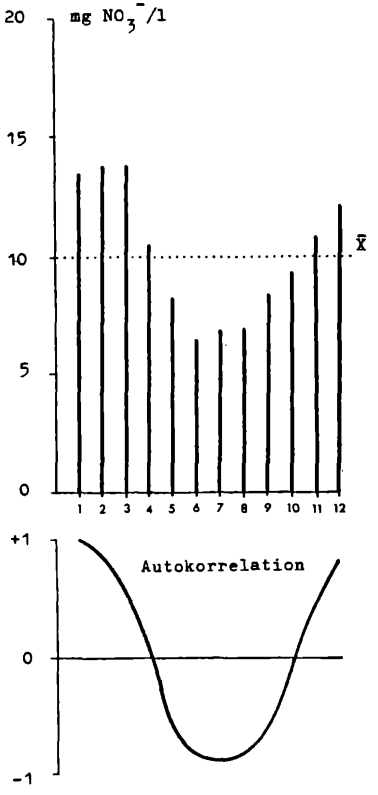
Schon Karl KNIE, Laborvorstand der seinerzeitigen Bundesanstalt für Wasserbiologie und Abwasserforschung schrieb der 1967 erschienenen monographischen Darstellung der Limnologie der Donau: "Die Nitratwerte der Donau (4 bis 16 mg/l NO_3) unterliegen sehr den jahreszeitlichen Schwankungen der Wasserführung".

Eine entsprechende statistische Auswertung der jahreszeitlichen Dynamik des Nitratgehaltes in der Donau durch die Bundesanstalt für Wassergüte erfolgte erstmalig im Jahre 1987 mittels Kovarianzanalyse.

Hiebei wurden an sieben Hauptmeßstellen der Donau im Zeitraum von 1979 bis 1986 die monatlichen Untersuchungsergebnisse zusammengefaßt, wobei der jahreszeitliche Verlauf der Nitratkonzentrationen an allen Meßpunkten ziemlich ähnlich war. Beispielhaft soll dies für die Meßstelle Wolfsthal demonstriert werden (Abb.7).

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

Abb.7: Wolfsthal 1979-1986



Es war ersichtlich, daß im jahreszeitlichen Ablauf die Nitratkonzentrationen in den Wintermonaten deutlich höher liegen als im Sommer. Diese Periodizität ist jedoch nicht nur bei den Schwankungen im Nitratgehalt feststellbar, sondern im speziellen Maße bei nahezu allen ionischen Parametern.

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

Zeitreihen

Schon beim Aufzeichnen aller 154 Nitratkonzentrationen im Zeitraum von 1978 bis 1990 sind Periodizitäten zu erkennen. Faßt man die Ergebnisse aller Jänner-, Februar- bis Dezemberuntersuchungen zusammen, so sieht man als Plateau den jeweiligen Monatsmittelwert.

Abb.8: Felsenhütt; Monatsmittelwerte

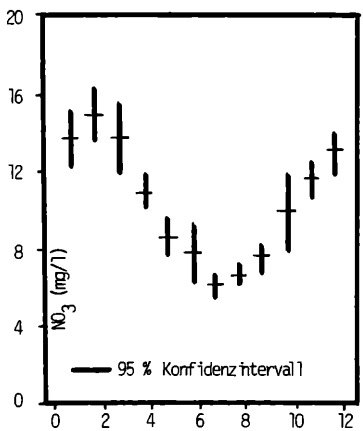
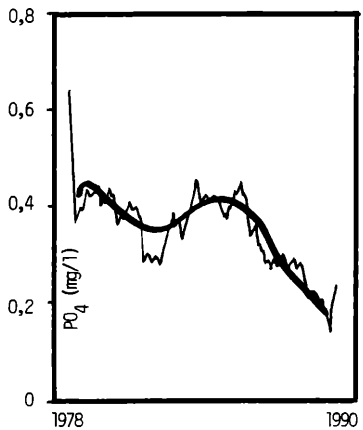


Abb.9: Felsenhütt; Moving Averages



Bivariate Stichproben wie das bei Zeitreihen der Fall ist bestehen aus einer seriellen, einer Trend- und einer Restkomponente. Die Moving Averages ergeben eine Abschätzung des Trends, wobei die Saisonalität weitgehend unterdrückt wird. Es werden hier die Anzahl der Jahresproben herangezogen und gleitende Durchschnitte gebildet. Durch sogenannte Glättungsverfahren (Polynomial Smoothing) kann eine Reihe in eine neue übergeführt werden, wie das bei Zeitreihen mit Trend und Saisonschwankungen angewandt wird.

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

Zusammenfassung

Zu einer möglichst genauen Erfassung der chemisch-physikalischen Wasserbeschaffenheit eines Gewässers sollte mit mindestens monatlicher Frequenz untersucht werden. Bei Vorliegen eines umfangreichen Datenmaterials können dann signifikante Veränderungen der Wassergüte erkannt sowie Trends erfaßt werden. Mit Hilfe neuerer statistischer Verfahren ist es dann auch möglich, entsprechend abgesicherte Aussagen zu treffen.

Danksagung

Für die wertvolle Unterstüzung in statistischen Angelegenheiten sei Herrn Prof. Dr. TIMISCHL gedankt. Besonderen Dank möchte ich auch Herrn Dr. HADL aussprechen, ohne dessen Arbeit am Personal Computer der Vortrag in dieser Form nicht zustande gekommen wäre. Darüber hinaus möchte ich mich auch bei meiner eigenen Abteilung Chemie bedanken, die in jahrelanger Arbeit, teils auch unter schwerem Personalmangel leidend, dieses Datenmaterial erstellt hat.

Literatur

CHATFIELD,C.(1982): Analysen von Zeitreihen.- Vlg.C.Hanser.

HÖTZL,H., (1982): Statistischer Methoden zur Auswertung Hydrochemischer Daten.- DVWK-Schriften 54, 3-69.

KREITNER,P. (1987): Nitrate in Oberflächenwasser unter besonderer Berücksichtigung der Donau und ihrer hauptsächlichen Nebengewässer.- Schriftenreihe "Umweltschutz" der Ges.Österr.Chemiker, Bd.7, 65-90.

(1991): Stickstoff- und Phosphorbilanzen über die Jahre 1978 bis 1990 in der Donau, Str.km 1934,7, Wien-Nußdorf.- Limnologische Berichte der 29. Tagung der IAD in Kiew 1991, Bd.I, 34-40.

SCHLITTGEN,R., STREITBERG,B.H.J. (1989): Zeitreihenanalyse.- Vlg. R. Oldenburg.

Anschrift des Verfassers: Ob.Rat Dipl.-Ing. Peter KREITNER, 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): Kreitner P.

Artikel/Article: Chemisch-physikalische Langzeituntersuchungen an Hauptmessstellen der Donau 225-235