

Schwermetalle in Flußsedimenten Klassifizierung und Bewertung mit Methoden der multivariaten Statistik

Wolfgang Thomas

In July 1976 sediment-samples of 31 small rivers in the northern Eifel-mountains and the adjoining loess-zones were taken. The samples were analysed for Zn, Fe, Mn, Cu, Pb, Cd, Ni, Cr and Co by AAS.

By means of an intercorrelation-analysis and a cluster-analysis the catchment areas were classified into several groups in order to find out, whether the heavy metal content was caused by subsoil or by settlement and industry.

1. Problemstellung

Neben den bislang häufig untersuchten großen Fließgewässern weisen auch kleine und mittelgroße Flüsse zum Teil erhebliche Schwermetallanreicherungen im Flußsediment auf. Bei der geringen Größe der Flußeinzugsgebiete ist eher eine Analyse zur Herkunft der Schwermetalle möglich.

Für diese Arbeit wurden unter dem Gesichtspunkt einer möglichst großen räumlichen Varianz 31 Einzugsgebiete im Bereich von Niederrheinischer Bucht und Rheinischem Schiefergebirge zur Bestimmung der Schwermetallgehalte im Flußsediment ausgewählt. Die räumliche Verteilung und Gruppierung der Einzugsgebiete ist Abb. 1 und Tab. 1 zu entnehmen.

Neun Einzugsgebiete liegen vollständig auf den quartären Lockersedimenten der Niederrheinischen Bucht. Es handelt sich um vornehmlich ackerbaulich genutzte Gebiete, wobei der Umfang der Besiedlung abgestuft ist von nur kleinen ländlichen Orten bis hin zu Städten im Einzugsgebiet. Im Bereich von Oberlauf im Rheinischen Schiefergebirge und Unterlauf in der Niederrheinischen Bucht liegen 11 Untersuchungsräume. In diesen Übergangseinzugsgebieten geht der Ackerlandanteil zurück, und die Flächen mit Wald- und Grünland nehmen zu. Die übrigen Flüsse liegen vollständig im Bereich des Rheinischen Schiefergebirges, wo devonische Grauwacken und Schiefergesteine vorherrschen und im Bereich der Mechnicher Triasbucht auch Sandsteine und Kalkgestein anstehen. Die Waldanteile nehmen in diesen Gebieten zu; Besiedlung sowie Gewerbeaktivitäten sind nur an wenigen Orten bedeutend. Eine ausführlichere Beschreibung des Raumes findet sich bei SYMADER (1976).

2. Ergebnisse

Im Sommer 1976 wurden in diesen Einzugsgebieten Sedimentproben an den amtlichen Pegelstellen entnommen. Zur eingehenden Analyse der Herkunft der Schwermetalle sind weitere Proben hinter großen Einleitern gezogen worden.

Das Material wurde mit Königswasser nach FÖRSTNER u. MÜLLER (1974) aufgeschlossen und mittels Atomabsorptionsspektroskopie auf die Gehalte von Zn, Fe, Mn, Cu, Pb, Cd, Ni, Cr und Co untersucht.

Die Interkorrelationsanalyse beschreibt die Beziehungen der Variablen untereinander. Die höchsten Korrelationskoeffizienten treten bei Fe/Mn mit $r = 0.90$ und bei Zn/Co mit $r = 0.85$ auf. Um zu gewährleisten, daß nur unabhängige Variable in die Klassifizierung eingehen, werden Zn und Fe im weiteren nicht verwendet. Die Klassifizierung der Einzugsgebiete hinsichtlich der Schwermetallgehalte wird mit einer synthetischen Clusteranalyse vorgenommen, ein Verfahren, welches schon mehrfach zur ökologischen Raumgliederung verwandt worden ist (HERRMANN 1976).

Bei der synthetischen Clusteranalyse handelt es sich um ein hierarchisches Ranggruppierungsverfahren, bei dem zu Beginn jede Meßstelle als "Gruppe" erfaßt wird. Nach den geringsten Abständen der Variablenwerte werden dann die Gebiete schrittweise zusammengelegt, bis die optimale Kombination von Gruppenanzahl und Zusammenlegungsfehler erreicht ist. Weitere Hinweise zur Clusteranalyse sowie das benutzte Rechenprogramm finden sich bei VELDMAN (1967).

Es ergeben sich nach den geringsten Streuungen der Metallanalysen vier Gruppen sowie fünf einzelne Einzugsgebiete, die auf Grund von extrem hohen Werten einzelner Schwermetallgehalte mit einem vertretbaren Zusammenlegungsfehler nicht zu gruppieren sind. Die Mittelwerte und Standardabweichungen der Gruppen sind Tab. 2 zu entnehmen.

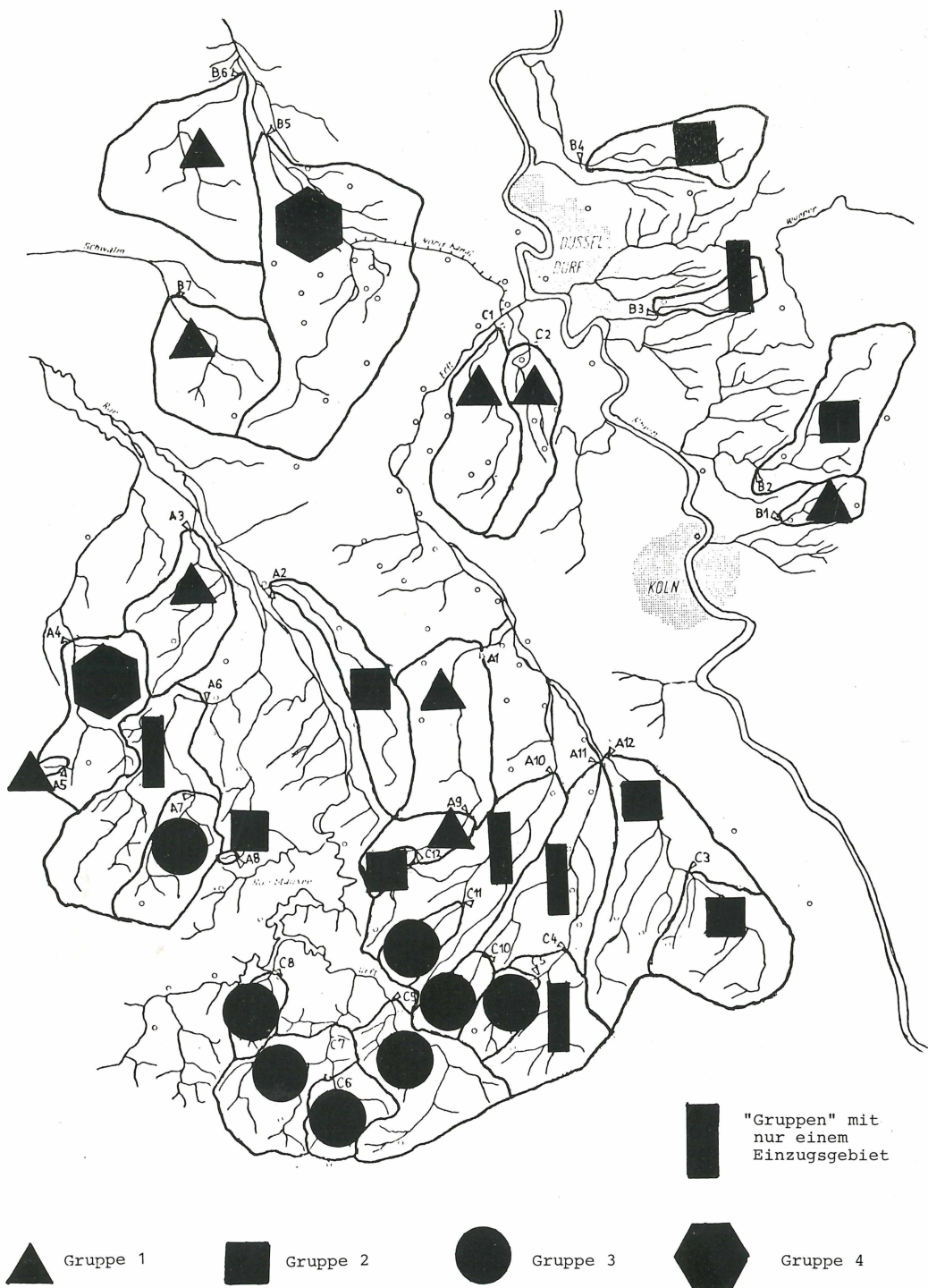


Abb. 1: Gruppierung der Einzugsgebiete nach den Gehalten von Mn, Cu, Pb, Cd, Ni, Cr und Co im Flußsediment

Tab. 1: Die Meßstellen des Untersuchungsraumes

Code	Zuordnung		Pegelstelle	Fluß
A 01	LANG	I	Langenich	Neffel-Bach
A 02	JUEL	II	Jülich	Ellebach
A 03	MERZ	I	Welz	Merzbach
A 04	HERZ	IV	Herzogenrath	Wurm
A 05	WILD	I	Kläranlage Aachen	Wildbach
A 06	ESCH	-	Eschweiler	Inde
A 07	PLAT	III	Platenhammer	Vicht-Bach
A 08	GERM	II	Germeter	Wehebach
A 09	BESS	I	Bessenich	Neffel-Bach
A 10	FRIE	-	Friesheim	Rot-Bach
A 11	KUEH	-	Kühlseggen	Erft
A 12	WEIL	II	Weilerswist	Swist-Bach
B 01	GIER	I	Gierath	Strunde-Bach
B 02	HUMM	II	Gut Hummelsheim	Dhünn
B 03	HILD	-	Hilden	Itter
B 04	RATI	II	Ratingen	Angerbach
B 05	OEDT	IV	Oedt	Niers
B 06	HSLA	I	Haus Langenfeld	Nette
B 07	SCHW	I	Schwalmtal	Schwalm
C 01	WECK	I	Weckhoven	Gillbach
C 02	ALLE	I	Allerheiligen	Norf
C 03	MORE	II	Morenhoven	Swist-Bach
C 04	ARLO	-	Arloff	Erft
C 05	MOES	III	Möschermühle	Eschweilerbach
C 06	REIF	III	Reifferscheid	Reifferscheiderbach
C 07	SLEI	III	Schleiden	Olef
C 08	ERKE	III	Erkensruhr	Erkensruhr
C 09	KALL	III	Kall	Urft
C 10	MECH	III	Mechernich	Vey-Bach
C 11	SWER	III	Schwerfen	Rot-Bach
C 12	EMBK	II	Embken	Neffel-Bach

Tab. 2: Gruppeneinteilung der Einzugsgebiete nach der Clusteranalyse

	n		Mn	Cu	Pb	Cd	Ni	Cr	Co
I	9	\bar{x} s	38 14	28 20	86 54	1.9 1.4	47 40	47 37	22 13
II	7	\bar{x} s	139 44	50 34	125 71	4.1 3.5	56 36	63 40	65 64
III	8	\bar{x} s	1274 1047	88 62	684 518	9.5 12.7	157 206	117 68	109 90
IV	2	\bar{x} s	79 47	334 283	513 56	20.1 8.6	109 93	492 114	56 42
A 06	1		213	1462	6199	188.2	416	763	185
A 10	1		232	56	9752	3.7	110	49	123
A 11	1		562	440	452	47.1	1694	144	3842
B 03	1		421	457	430	40.0	1319	685	90
C 04	1		418	54	153	142.4	172	92	67

Unter allen in die Klassifizierung eingegangenen Schwermetallen weist die erste Gruppe die geringsten Werte auf. Diese liegen zum Teil unter denen des Standards für "Geochem. Tongestein" nach TUREKIAN u. WEDEPOHL (1961). Es handelt sich vornehmlich um Einzugsgebiete in der Niederrheinischen Bucht, aus deren mächtigen Schotterpaketen wenig an Schwermetallen in die Vorfluter gelangt und die nur schwach besiedelt sind.

Davon setzt sich die zweite Gruppe ab mit Einzugsgebieten, die eine höhere Bevölkerungsdichte sowie mehr Gewerbebetriebe aufweisen: Alle sieben Schwermetalle zeigen erhöhte Werte.

Deutlich höhere Gehalte an Mn, Pb und Co kennzeichnet die folgende Gruppe, die aus Eifel-einzugsgebieten besteht. Die Räume besitzen geringe Bevölkerungszahlen und große Waldflächen; die Schwermetallbelastung stammt überwiegend aus dem Gestein und erreicht über Oberflächenabspülung und Grundwasser die Vorfluter.

Relativ niedrige Mn- und Co-Werte, bei den anderen Metallen jedoch hohe Konzentrationen lassen sich in den Sedimenten der Niers und der Wurm finden. Es handelt sich hier um die beiden Einzugsgebiete mit der höchsten Bevölkerungsdichte, in die unter anderem Abwässer von Städten wie Mönchengladbach bzw. Aachen eingeleitet werden. Die hohen Cr-Gehalte stammen vor allem aus der Textilindustrie, bei der dieses Metall Verwendung findet.

Die nicht zu gruppierenden Einzugsgebiete haben bei einem oder mehreren Schwermetallen sehr hohe Konzentrationen, die durch Einleitung von Abwässern bestimmter Branchen bewirkt sind. Nur bei der Probe Friesheim am Rot-Bach ist noch unklar, ob der hohe Pb-Gehalt von 9752 mg/kg im Flußsediment nur durch die Entwässerung des alten Erzbergbau-gebietes Mechernich bewirkt wird, oder ob zusätzlich anthropogene Einleitung vorliegt.

3. Zusammenfassung

Zusammenfassend kann man sagen, daß bei einer einmaligen Bestimmung der Schwermetallgehalte in Sedimentproben unter Verwendung von Ranggruppierungsverfahren eine Raumgliederung vorgenommen werden kann, die gesteinsbedingte Spurenmetallbelastung von der anthropogenen abzusetzen vermag.

Darüber hinaus lassen sich Einzugsgebiete mit unterschiedlich intensiver Besiedlung sowie verschiedenen Industrie- und Gewerbeaktivitäten an Hand der Schwermetallwerte differenzieren.

Weiterreichende Hinweise auf Chemismus und Transportmechanismen der Schwermetalle im Flußsystem sind nur durch die gleichzeitige Untersuchung von Lösung, Schwebstoff und Sediment über einen längeren Zeitraum hinweg zu erlangen.

Literatur

- FÖRSTNER U., MÜLLER G., 1974: Schwermetalle in Flüssen und Seen als Ausdruck der Umweltverschmutzung. Berlin (Springer).
- HERRMANN R., 1976: Modellvorstellungen zur räumlichen Verteilung von Spurenmetallverunreinigungen in der Bundesrepublik Deutschland, angezeigt durch den Metallgehalt in epiphytischen Moosen. Erdkunde 30: 241-253.
- KULMS M., FRIEDRICH G., 1970: Geochemische Untersuchungen der Flußwässer und Flußsedimente im Trias-dreieck von Maubach-Mechernich-Kall Nordeifel. Geol. Mitt. 10: 1-40.
- SYMADER W., 1976: Multivariate Nährstoffuntersuchungen zu Vorhersagezwecken in Fließgewässern am Nord-rand der Eifel. Diss. Köln.
- TUREKIAN K.K., WEDEPOHL K.H., 1961: Distribution of the elements in some major units of the earth's crust. Bull. Geol. Soc. Am. 72: 175-192.
- VELDMAN D., 1967: Fortran programming for the behavioral sciences. New York (Holt, Rinehart a. Winston).

Adresse

Wolfgang Thomas
Geograph. Institut
Albertus-Magnus-Platz
D-5000 Köln 41

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1978

Band/Volume: [7_1978](#)

Autor(en)/Author(s): Thomas Wolfgang

Artikel/Article: [Schwermetalle in Flußsedimenten Klassifizierung und Bewertung mit Methoden der multivariaten Statistik 331-334](#)