

Inhaltsverzeichnis

A.	BEDROHTE GEWÄSSER	1
1.	Wasserverschmutzung - Ursachen und Folgen	1
2.	Salz-Gehalte der Binnengewässer	2
2.1	Natürliche Salzkonzentrationen	3
2.2	Zivilisatorische Salz-Belastungen	5
3.	Wasserbedarf - Abwassereinleitungen - Schadstoffe im Wasser	6
4.	Giftige Schwermetalle	11
4.1	Spurenstoffe	11
4.2	Metalle - Schwermetalle	13
4.3	Schadwirkungen der Schwermetalle	15
4.4	Schädlichkeitsgrenzen für Schwermetalle im Wasser	24
4.4.1	Schädlichkeitsgrenzen für biologische Kläranlagen, für das Selbstreinigungs- vermögen von Gewässern, sowie für Fische und andere Wassertiere	25
4.4.2	Grenzwerte für Beregnungswasser	26
4.4.3	Grenz- und Richtwerte für Schwermetalle im Roh- und Trinkwasser	26
5.	Schwermetalle im Fluß- und Seewasser	29
6.	Herkunft von Schwermetallverunreinigungen in Gewässern	33
6.1	Allgemeines	33
6.2	Spezielle Beispiele: Quecksilber, Cadmium und Blei	36
6.3	Herkunft des Zinks im Rheinwasser	40
7.	Umwelt-Belastung durch Schwermetalle	41
B.	SCHWERMETALL-GEHALTE IN AQUATISCHEN SEDIMENTEN	47
8.	Sedimente als Verschmutzungs-Indikatoren	47
8.1	Allgemeines	47
8.2	Probenahme, Aufbereitung und Messungen	50
8.3	Schwermetalle im Wasser, in Schwebstoffen und in Sedimenten	51

9.	Natürliche Schwermetall-Gehalte und Bindungsarten in limnischen Sedimenten	56
9.1	Natürliche Gehalte - zivilisatorische Belastung	56
9.2	Geochemischer Tongestein-Standard	57
9.3	Fossile Flußsedimente	57
9.4	Hochwassersedimente	60
9.5	Sedimente aus Gewässern in industriearmen Regionen	61
9.6	Natürliche Bindungsarten von Schwermetallen in limnischen Sedimenten	63
C.	SCHWERMETALLANREICHERUNGEN IN BINNENGEWÄSSERN DER BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND	67
10.	Flüsse in der Bundesrepublik Deutschland: Hydrologie, Hydrochemie und Sedimente	67
10.1	Hydrologie	67
10.2	Hydrochemie	71
10.3	Sedimente (Allgemeine Daten)	76
11.	Schwermetallanreicherungen in den Sedimenten von Binnengewässern der Bundesrepublik Deutschland	80
11.1	Schwermetalle in den Sedimenten des Bodensees und seiner wichtigsten Zuflüsse	82
11.2	Schwermetalle in den Sedimenten des Rheins	84
11.3	Schwermetalle in den Sedimenten deutscher Flüsse - Überblick	87
11.4	Mittelwerte - Reihenfolge der Schwermetall- Belastung	100
11.5	Konzentrationsschwankungen der einzelnen Schwermetalle	102
11.6	Anreicherungs-faktoren	103
11.7	Schwermetalltransport in Flüssen der BRD	105
12.	Schwermetalle im Elbe- und Rhein-Ästuar sowie in küstennahen Gebieten von Nord- und Ostsee	110
12.1	Mündungsgebiete von Elbe und Rhein; Deutsche Bucht	110
12.2	Ostsee	116
13.	Lokale Schwermetallanreicherung	117
13.1	Cadmium in Sedimenten - Beispiel Neckar	117
13.1.1	Cadmium in Sedimenten - Allgemeines	117
13.1.2	Cadmium und andere Schwermetalle im Neckar	118
13.2	Quecksilberanreicherungen in Sedimenten - Beispiel Wupper	125
13.3	Chromanreicherungen in der Weschnitz	133

14.	Korrelationen	136
14.1	Korrelationen zwischen den einzelnen Schwermetallen	137
14.2	Beziehungen zwischen den Metallkonzentrationen im Sediment: Schwermetall-Gehalt im Wasser	137
14.3	Korrelation Schwermetalle: Organischer Kohlenstoff bzw. Sulfid-Schwefel	138
D.	PROZESSE DER SCHWERMETALLANREICHERUNG IN SEDIMENTEN: SEDIMENT-WASSER-WECHSELWIRKUNGEN	141
15.	Bindungsarten der Schwermetalle im Schwebgut und Sediment umweltbelasteter Gewässer	141
16.	Schwermetallanreicherungen	142
16.1	Schwermetallanreicherung durch Kationenaustausch und Adsorption	142
16.2	Schwermetallanreicherung durch Fällung und Mitfällung; Stabilitätsbeziehungen	147
16.2.1	Fällung	147
16.2.2	Mitfällung	147
16.2.3	Stabilitätsbeziehungen	149
16.3	Metallanreicherung durch wasserunlösliche Huminsäuren (Chelatisierung)	152
16.4	Relative Anteile der einzelnen Bindungsarten	153
17.	Immobilisierung - Remobilisierung von Schwermetallen; Verhalten synthetischer Komplexbildner	155
E.	AUSWIRKUNGEN VON SCHWERMETALLANREICHERUNGEN IN BINNENGEWÄSSERN	159
18.	Schwermetallanreicherungen in Fischen	159
18.1	Cadmium in Fischen von Neckar und Enz	159
18.2	Quecksilber in Fischen des Rheins	161
19.	Eliminierung von Schwermetallen bei der Wasser-Reinigung	164
19.1	Künstliche Grundwasseranreicherung durch Uferfiltration	164
19.2	Schwermetalle bei der Trinkwasseraufbereitung	180
19.3	Schwermetalle im Abwasser	181
F.	ZUSAMMENFASSUNG - SCHLUSSFOLGERUNGEN - AUSBLICK	185
20.	Schwermetallanreicherungen	185
21.	Auswirkungen der erhöhten Schwermetallkonzentrationen	185

22. Maßnahmen	187
Anhang: G. UNTERSUCHUNGSMETHODEN	191
23. Entnahme von Wasser- und Sedimentproben	191
23.1 Entnahme von Wasserproben für die Bestimmung der Haupt- und Spurenelemente	191
23.1.1 Geräte und Reagenzien	191
23.1.2 Vorbereitung der Flaschen und Geräte	191
23.1.3 Probenahme	191
23.2 Entnahme von Sedimentproben	192
23.3 Entnahme von Schwebstoffproben	192
24. Analysenverfahren	193
24.1 Die mechanische Sedimentanalyse	193
24.2 Die mineralogische Analyse	194
24.3 Chemische Analyse der Haupt-Anionen im Wasser	195
24.4 Atomabsorptionsspektrometrische Bestimmung der Spurenmetalle	195
LITERATURVERZEICHNIS	205
SACHVERZEICHNIS	221