

Dr.-Ing. Wolfgang Calmano

Schwermetalle in kontaminierten Feststoffen

**Chemische Reaktionen, Bewertung
der Umweltverträglichkeit,
Behandlungsmethoden am Beispiel
von Baggerschlämmen**

Verlag TÜV Rheinland

INHALTSVERZEICHNIS

Seite

EINFÜHRUNG.....	5
ZUSAMMENFASSUNG.....	6
I. HERKUNFT, VERWENDUNG UND EINTRAG KRITISCHER SCHWER-METALLSPEZIES.....	8
II. THEORETISCHE GRUNDLAGEN: CHEMISCHE REAKTIONSMCHANIS-MEN UND WECHSELWIRKUNGEN ZWISCHEN FESTSTOFFEN UND LÖSUNG	
2.1. SPEZIATION UND CHEMISCHE BINDUNG.....	19
2.1.1. Metalle in Lösung.....	20
2.1.1.1. Aquatische Systeme.....	20
2.1.1.2. Porenwasser.....	27
2.1.1.3. Bodenlösung.....	28
2.1.2. Metalle in Feststoffen.....	30
2.1.2.1. Gewässersedimente.....	30
2.1.2.2. Böden.....	31
2.1.2.3. Abfallstoffe.....	33
2.1.3. Phasenspezifische Metallbestimmung.....	40
2.1.3.1. Instrumentelle physikalische Verfahren.....	40
2.1.3.2. Chemische Extraktionsverfahren.....	44
2.2. FESTSTOFF/LÖSUNGS-WECHSELWIRKUNGEN.....	55
2.2.1. Fällung.....	55
2.2.2. Mitfällung.....	57
2.2.3. Sorption.....	60
2.2.3.1. Sorptionsmodelle.....	60
2.2.3.2. Konkurrenzreaktionen.....	77
2.2.3.3. Sorption an organischen Oberflächen.....	82
2.3. UMWANDLUNGS- UND MOBILISIERUNGSPROZESSE.....	87
2.3.1. Einfluß der Ionenstärke.....	88
2.3.2. Einfluß des pH-Wertes.....	89
2.3.3. Einfluß der Redoxverhältnisse.....	93
2.3.4. Einfluß von Komplexbildnern.....	101
2.3.5. Mikrobielle Aktivitäten.....	108

III. METHODISCHE ANSÄTZE ZUR BEWERTUNG DER UMWELTVERTRÄGLICHKEIT

3.1. ENTWICKLUNG VON SEDIMENTQUALITÄTSKRITERIEN.....	110
3.1.1. Background-Ansatz.....	112
3.1.2. Wasserqualitäts-/Porenwasseransatz.....	112
3.1.3. Wasser/Sediment-Gleichgewichtsansatz.....	113
3.1.4. Sediment/Organismen-Gleichgewichtsansatz.....	114
3.1.5. Bioassay-Ansatz.....	115
3.1.6. Desorptions-/Elutions-Ansatz.....	116
3.2. AUSLAUGTESTVERFAHREN.....	117
3.2.1. Auslaugung von Flugaschen.....	123
3.2.2. Auslaugung von Müll und Industrierückständen.....	130
3.2.3. Auslaugung von Klärschlämmen auf Böden.....	137
3.2.4. Auslaugung stabilisierter Abfallstoffe.....	139
3.3. ENTWICKLUNG EINES MEHRKAMMERSYSTEMS ZUR UNTERSUCHUNG DES METALLTRANSFERS BEI ÄNDERUNG DER CHEMISCHEN BEDINGUNGEN.....	148

IV. BEHANDLUNGSVERFAHREN FÜR SCHWERMETALLKONTAMINIERTER MASSENABFÄLLE (UNTER BESONDERER BERÜCKSICHTIGUNG DER BAGGERGUTPROBLEMATIK)

4.1. DEPONIEKONZEPTE FÜR MASSENABFÄLLE.....	159
4.2. BAGGERGUTPROBLEMATIK.....	163
4.2.1. Umlagerung im Gewässer.....	163
4.2.2. Deponierung an Land.....	171
4.2.3. Deponierung unter Wasser.....	176
4.3. PROBLEMLÖSUNGEN ZUR BEHANDLUNG VON BAGGER-SCHLÄMMEN.....	180
4.3.1. Mechanische Aufbereitung.....	180
4.3.2. Chemische Laugung.....	185
4.3.3. Bakterielle Laugung.....	189
4.3.4. Immobilisierung der Metalle.....	199

V. AUSBLICK.....

210

VI. LITERATUR.....

212