

W. A. R. — Bibliothek  
Bernd Albrecht Inv.-Nr. D 19330  
10 SBA 80

**Großlysimeter-Langzeit-Untersuchungen  
zur Rückführung von Umkehrosmose-  
Sickerwasserkonzentrat auf den Deponie-  
körper von Haushmülldeponien unter  
„Flushing-Bedingungen“**

**INSTITUT WAR — Bibliothek —**  
Wasserversorgung, Abwassertechnik  
Abfalltechnik und Raumplanung  
Technische Universität Darmstadt  
Petersenstraße 13, 64287 Darmstadt  
TEL. 0 61 51/16 36 59 + 16 27 48  
FAX 0 61 51/16 37 58

## Inhaltsverzeichnis

I	Theoretischer Teil .....	1
I.1	Einleitung und Aufgabenstellung.....	1
I.2	Übersicht über die rechtlichen Grundlagen betreffend Mindestanforderungen an Abwassereinleitungen [Reinhard (1998)] .....	2
I.3	Wasserhaushalt einer Deponie .....	4
I.3.1	Niederschlag ( $Zu_N$ ) .....	5
I.3.2	Oberirdischer Wasserzufluß ( $Zu_O$ ) .....	5
I.3.3	Unterirdischer Wasserzufluß ( $Zu_U$ ).....	5
I.3.4	Wasserfreisetzung durch Konsolidation ( $Zu_{Kon}$ ) .....	5
I.3.5	Wasserentstehung bzw. Wasserverbrauch durch mikro- biologische Prozesse ( $Zu_{Bio}$ bzw. $Ab_{Bio}$ ) .....	6
I.3.6	Oberflächenabfluß ( $Ab_O$ ) .....	8
I.3.7	Verdunstung ( $Ab_V$ ) .....	9
I.3.8	Gefäßtes Sickerwasser ( $Ab_{SiWa}$ ) .....	9
I.3.9	Wasserverlust über den Gaspfad ( $Ab_{Gas}$ ).....	11
I.3.10	Wasserspeicherung ( $Sp$ ).....	11
I.3.11	Sickerwasserleckage in den Untergrund ( $Ab_{Leck}$ ) .....	13
I.4	Wasserhaushaltsmodelle für Deponien.....	14
I.4.1	Das empirische Modell.....	15
I.4.2	Das stochastiche Modell .....	16
I.4.3	Das physikalisch–mathematische Modell.....	16
I.5	Emissionspfad Deponiesickerwasser .....	20
I.5.1	Inhaltsstoffe im Sickerwasser aus Siedlungsabfalldeponien .....	20
I.5.2	Inhaltsstoffe im Sickerwasser einer Deponie aus MVA-Schlacke .....	30
I.5.3	Entwicklung der Sickerwasserqualität einer Schlackedeponie.....	32
I.6	Übersicht über die biologisch-chemisch-physikalische Behandlung von Deponiesickerwasser .....	33
I.6.1	Übersicht über die Sickerwasseraufbereitungstechnik in Deutschland	33
I.6.2	Verfahrenskombinationen zur Deponiesickerwasserbehandlung.....	34
I.7	Übersicht über die Sickerwasserentsorgung durch Rückführung von Deponiesickerwasser in die Deponie .....	35
I.7.1	Rückführung von Rohsickerwasser.....	35
I.7.2	Rückführung von Sickerwasser-Konzentrat .....	39
I.7.3	Infiltration von Deponiesickerwasser unterhalb einer be- stehenden Oberflächenabdichtung .....	45
I.7.4	Infiltration von Wasser nach dem Prinzip des „Flushing Reactor“ .....	48
I.8	Gasentwicklung in Deponien.....	52
I.8.1	Deponiegas-Prognosemodelle .....	56
I.8.1.1	Empirische Gasprognosemodelle.....	57
I.8.1.2	Deterministische Gasprognosemodelle.....	59
I.8.1.3	Stochastische Gasprognosemodelle.....	59
I.8.1.4	LandGEM (Landfill Gas Emissions Model).....	60
II	Experimenteller Teil .....	61
II.1	Ziel der Arbeiten .....	61
II.2	Technische Spezifikationen der Großlysimeter .....	63
II.3	Charakterisierung der Lysimeterinhalte .....	69
II.4	Festlegung des Wasserinputs in die Lysimeter .....	73
II.4.1	Technische Realisierung des Wasserinputs in die Lysimeter mit UO-Konzentrat-Rückführung .....	75

II.5	Arbeitsprogramm für die Lysimeteruntersuchungen.....	77
II.6	Kommentar zu den Ganglinien der Sickerwasserinhaltsstoffe der Lysimeterpaare 1 (Hausmüll 1985), 2 (Restmüll 2000) und 3 (MVA-Schlacke) .....	88
II.6.1	Schwefelsäurezugabe zum Sickerwasser.....	93
II.7	Einfluß des Wasser-Stop gegen Versuchsende.....	96
II.8	Differenzmengen zwischen Wasserinput und Wasseroutput .....	99
II.8.1	Kommentar zu den Differenzmengen zwischen Wasserinput und Wasseroutput.....	102
II.9	Wasserhaushaltsberechnung.....	103
II.9.1	Interpretation der Ergebnisse.....	104
II.9.1.1	Lysimeter 1a, Hausmüll 1985 ohne UO-Konzentrat-Rückführung .....	104
II.9.1.2	Lysimeter 1b, Hausmüll 1985 mit UO-Konzentrat-Rückführung .....	104
II.9.1.3	Lysimeter 2a, Restmüll 2000 ohne UO-Konzentrat-Rückführung .....	104
II.9.1.4	Lysimeter 2b, Restmüll 2000 mit UO-Konzentrat-Rückführung .....	105
II.9.2	Schlußfolgerungen.....	105
II.9.3	Wasserhaushalt der Lysimeter 3a und 3b, MVA-Schlacke ohne und mit UO-Konzentrat-Rückführung .....	109
II.10	Gasproduktion der Lysimeter.....	112
II.10.1	Gasproduktion zum Zeitpunkt t .....	118
II.10.1.1	Kommentar zur wöchentlichen Gasproduktion der Lysimeterpaare 1, 2 und 3 .....	119
II.10.2	Eigener Ansatz zur Gasprognoseberechnung .....	119
II.10.2.1	Integration der errechneten Funktionen .....	123
II.10.2.2	Vorteile der errechneten Funktion des Falles a (p # 1) .....	125
II.10.2.3	Nachteile der errechneten Funktion des Falles a (p # 1).....	125
II.10.2.4	Fazit .....	125
II.10.3	Untersuchung der Deponiegaszusammensetzung der Lysimeterpaare 1, 2 und 3 .....	126
II.10.4	Einfluß des erhöhten Wasserinputs auf die Gasproduktion der Lysimeterpaare 1 und 2 (Hausmüll) .....	127
II.11	Kohlenstoffbilanzierung für die Lysimeterinhalte 1 und 2 .....	129
II.11.1	C-Austrag mit dem Gas.....	129
II.11.2	TOC-Austrag mit dem Sickerwasser .....	130
II.11.3	Ergebnisse .....	136
II.11.4	Schlußfolgerungen .....	139
II.12	Chlorid-Austrag mit dem Sickerwasser .....	143
II.13	Auswirkungen der UO-Konzentrat-Rückführung .....	145
II.13.1	Leuchtbakterien-Toxizitätstest .....	145
II.13.2	Charakterisierung des Leuchtbakterien-Toxizitätstests.....	145
II.13.3	Anwendbarkeit des Leuchtbakterien-Toxizitätstests für Deponiesickerwasser .....	146
II.13.4	Kommentar zu den Meßergebnissen der Leuchtbakterien-Toxizitätstests der Lysimeterpaare 1, 2 und 3 .....	150
II.13.5	Schlußfolgerungen .....	151
II.14	Vergleich der Kosten der Rückführung von UO-Konzentrat mit anderen gebräuchlichen Verfahrenskombinationen .....	152
II.15	Empfehlungen für eine optimale Betriebsweise von Umkehrsmose-Anlagen zur Sickerwasserkonztrierung .....	154
II.16	Rezirkulierte UO-Konzentratmenge in den Deponiekörper .....	154
II.17	Bestimmung des Wasserinputs für Deponien .....	156

II.18	Möglichkeiten der praktischen Umsetzung einer UO-Konzentrat-Rückführung .....	159
II.18.1	Offene, noch nicht abgedeckte bzw. abgedichtete Deponien .....	159
II.18.2	Deponien mit Oberflächenabdichtungssystem .....	161
II.19	Mögliche Probleme bei der Rückführung von UO-Konzentrat .....	161
II.20	Kosten des Infiltrationssystems .....	163
II.21	Zusammenfassung der Ergebnisse und Empfehlungen für die Praxis .....	164

**Anhang**

Verzeichnis aus der Schriftenreihe

**Stuttgarter Berichte zur Abfallwirtschaft**

205