

FORSCHUNGS- UND ENTWICKLUNGSINSTITUT FÜR INDUSTRIE- UND  
SIEDLUNGSWASSERWIRTSCHAFT SOWIE ABFALLWIRTSCHAFT E. V. STUTTGART

**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**

10 SBS 146

**Arno Detter**

# **Ein Beitrag zur Berechnung und Auslegung von Festbettadsorbern am Beispiel der Deponiesickerwasserbehandlung**

# Inhaltsverzeichnis

	Abbildungsverzeichnis.....	10
	Tabellenverzeichnis.....	15
	Nomenklatur .....	16
1	Einleitung.....	22
2	Grundlagen.....	24
2.1	Grundbegriffe der Adsorption .....	24
2.1.1	Partikeldurchmesser.....	27
2.1.2	Scheinbare Dichte .....	28
2.1.3	Adsorberschüttdichte.....	28
2.1.4	Hohlraumanteil .....	29
2.1.5	Äußere Oberfläche .....	29
2.1.6	Innere Oberfläche.....	30
2.2	Adsorptionsgleichgewicht .....	31
2.2.1	Freundlich-Isotherme.....	32
2.2.2	Langmuir-Isotherme .....	33
2.2.3	Isothermen von Vielstoffgemischen.....	34
2.3	Adsorptionskinetik .....	36
2.3.1	Filmdiffusion .....	37
2.3.2	Korndiffusion .....	40
2.4	Adsorptionsdynamik .....	45
2.4.1	Durchbruchskurve .....	45
2.4.2	Bilanzierung eines Festbettadsorbers .....	49
2.4.3	Integrale Stoffbilanz.....	50
2.4.4	Differentielle Stoffbilanz.....	52
2.5	Berechnung der Durchbruchskurve eines Festbettadsorbers .....	54
2.5.1	Numerische Lösungsverfahren.....	54
2.5.2	Berechnungsmethode nach Miura und Hashimoto .....	56
2.5.3	Berechnungsmethode nach Hand, Crittenden und Thacker .....	61
2.5.4	Biologische Vorgänge in Adsorbentien .....	63

2.6	UV-Absorptionsmessung .....	65
2.6.1	Spektraler Absorptionskoeffizient (SAK) .....	66
2.6.2	Meßprinzip des Spektralen Absorptionskoeffizienten .....	67
2.6.3	Einsatz der SAK-Messung zur Erfassung der organischen Belastung von Deponiesickerwässern .....	69
3	Entwicklung anwendungsorientierter Berechnungs- und Auslegungsmethoden .....	73
3.1	Methoden zur Berechnung der Durchbruchskurve eines Adsorbens bei dynamischen Betriebsbedingungen .....	73
3.1.1	Kumulierende Berechnungsmethode .....	75
3.1.2	Entkoppelte Berechnungsmethode .....	80
3.1.3	Zusammenfassung der neu entwickelten Berechnungsmethoden .....	86
3.2	Berechnungsmethode zur Auslegung einer Adsorberkolonne .....	89
4	Parameterbestimmung .....	97
4.1	Physikalische Kenngrößen des Adsorbens .....	98
4.1.1	Partikeldurchmesser .....	98
4.1.2	Adsorberschüttdichte .....	103
4.1.3	Hohlraumanteil .....	104
4.2	Kenngrößen des Adsorptionsgleichgewichts .....	105
4.2.1	Freundlich-Isotherme .....	112
4.2.2	Langmuir-Isotherme .....	113
4.3	Kenngrößen der Adsorptionskinetik .....	114
4.3.1	Filmdiffusion .....	114
4.3.1.1	Experimentelle Bestimmung des Filmdiffusionskoeffizienten .....	114
4.3.1.2	Berechnung des Filmdiffusionskoeffizienten mit empirischen Korrelationen .....	117
4.3.2	Korndiffusion .....	120
4.4	Einfluß der Parameter auf die Durchbruchskurve .....	126
4.5	Zusammenfassung der Parameterbestimmung .....	131

5	Verifizierung der neu entwickelten Berechnungsmethoden.....	133
5.1	Zusammensetzung des Deponiesickerwassers .....	134
5.2	Sickerwasserreinigungsanlage der Deponie A und Deponie B .....	138
5.3	Versuche mit Laboradsorbern .....	140
5.3.1	Versuch 1 .....	144
5.3.2	Versuch 2 .....	148
5.3.3	Versuch 3 .....	155
5.4	Untersuchungen an großtechnischen Adsorbern .....	165
5.5	Überprüfung der Auslegung einer Adsorberkolonne .....	172
5.6	Zusammenfassung der Versuchsergebnisse .....	177
6	Zusammenfassung .....	179
	Literaturverzeichnis .....	182
	Anhang .....	195
	Verzeichnis der in der Reihe „Stuttgarter Berichte zur Siedlungswasserwirtschaft“ bisher erschienen Veröffentlichungen	