

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

W. A. R. — Bibliothek
Inv.-Nr. D. 20663

10 HBA 25

Abbau von Methan in aktiv durchströmten Biofiltern

Vom Promotionsausschuss der
Technischen Universität Hamburg-Harburg
zur Erlangung des akademischen Grades
Doktor-Ingenieur
genehmigte Dissertation

von

Jan Streese

aus Hamburg

2005

WAR TU Darmstadt



57500530

Verlag Abfall *aktuell*

INHALTSVERZEICHNIS

	Abstract	1
	Zusammenfassung.....	2
1	Einleitung und Aufgabenstellung	3
2	Grundlagen.....	5
2.1	Deponiegas.....	5
2.1.1	Entstehung und Zusammensetzung.....	5
2.1.2	Umweltauswirkungen von Deponiegasemissionen	9
2.1.3	Erfassung und Behandlung von Deponiegas	10
2.1.4	Politische Ziele und rechtliche Vorgaben	11
2.2	Treibhauseffekt	13
2.3	Mikrobielle Methanoxidation	15
2.3.1	Methanotrophe Mikroorganismen.....	15
2.3.2	Biochemie der Methanoxidation.....	18
2.3.3	Bildung exopolymerer Substanzen (EPS).....	21
2.4	Biofilter	22
2.4.1	Verfahrenstechnische Grundlagen	22
2.4.2	Biofilter zur Methanoxidation.....	25
2.4.3	Bestehende Vorstellungen zur Kinetik und Dimensionierung von Biofiltern ..	28
2.4.4	Herleitung eines makrokinetischen Berechnungsmodells für Biofilter	36
3	Material und Methoden	41
3.1	Versuchsanlagen	41
3.1.1	Technikumsanlage	41
3.1.2	Pilotanlage.....	44
3.1.3	Explosionsschutzkonzept für die Pilotanlage	46
3.1.4	Messtechnik	50
3.2	Laboruntersuchungen.....	51
3.2.1	Methanoxidationspotenzial	51
3.2.2	Analytik exopolymerer Substanzen (EPS).....	52
3.3	Mikrobiologische Methoden.....	53
3.3.1	Methanotrophe Mikroorganismen.....	53
3.3.2	Bestimmung der Lebendzellzahl.....	54

4	Untersuchung verschiedener Filtermaterialien zur Methanoxidation.....	57
4.1	Einleitende Untersuchungen an der Technikumsanlage	57
4.1.1	Versuchsdurchführung.....	57
4.1.2	Konzentrations- und Temperaturabhängigkeit des Methanabbaus.....	58
4.1.3	Animpfung mit Mikroorganismen	60
4.1.4	Einfluss von Spurenstoffen auf die Methanoxidation.....	61
4.2	Grob strukturiertes Filtermaterial	62
4.2.1	Untersuchungen im Technikum.....	62
4.2.2	Untersuchungen an der Pilotanlage.....	63
4.2.3	Kontrolluntersuchungen zum Einfluss der Korngröße	65
4.3	Keramische Biofiltermaterialien.....	67
4.3.1	Untersuchungen an der Pilotanlage.....	67
4.3.2	Weitergehende Untersuchungen an der Technikumsanlage	68
4.4	Entwicklung optimierter Biofiltermaterialien.....	69
4.4.1	Untersuchungen im Technikum.....	70
4.4.2	Untersuchung des Methanoxidationspotenzials.....	73
4.4.3	Untersuchungen an der Pilotanlage.....	75
4.5	Temperaturabhängigkeit des mikrobiellen Methanabbaus	79
4.6	Feuchtehaushalt von Biofiltern zur Methanoxidation.....	83
4.6.1	Feuchtegleichgewicht	83
4.6.2	Selbsterwärmung des Filtermaterials.....	85
4.6.3	Feuchterege lung mit Tensiometern.....	89
5	Bildung exopolymerer Substanzen	93
5.1	Verminderung der Langzeitstabilität durch Verklumpungen	93
5.2	Analytik expolymerer Substanzen (EPS).....	95
6	Schlussfolgerungen.....	101
6.1	Dimensionierung von Biofiltern zur Methanoxidation.....	101
6.2	Klimabilanz.....	102
6.3	Kostenabschätzung für eine großtechnische Biofilteranlage zur Methanoxidation	107
6.4	Bewertung der Ergebnisse	111
7	Ausblick	115
8	Zusammenfassung.....	117
9	Literatur.....	119
10	Eigene Veröffentlichungen	135
11	Anhang.....	137

11.1	Methanbestimmung mittels GC-FID	137
11.2	EPS-Analytik	137
11.2.1	Gesamtzuckerbestimmung nach DUBOIS et al. (1956).....	137
11.2.2	Bestimmung von Uronsäuren nach BLUMENKRANTZ und ASBOE-HANSEN (1973).....	138
11.2.3	Proteinbestimmung nach BRADFORD (1976)	138
11.2.4	Probenextraktion	139
11.2.5	Kalibriergeraden und Verfahrenskenndaten	140
11.3	Mikrobiologische Methoden	142
11.4	Feststoffparameter der verwendeten Biofiltermaterialien.....	144