

Dipl.-Ing. Helga Halfmeier, Heddesheim

**Reinigung lösungsmittelhaltiger
Abluft in einem Rieselfilm-Bio-
reaktor unter Einsatz eines aktiv-
kohlehaltigen Trägermaterials**

Reihe **15**: Umwelttechnik

Nr. **150**

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	1
2. Stand der Technik	5
2.1 Mikrobiologische Aspekte der biologischen Abgasreinigung	5
2.1.1 Voraussetzungen und Milieubedingungen	5
2.1.2 Grundlagen des mikrobiellen Stoffwechsels	7
2.1.3 Kinetik biologischer Reaktionen	8
2.1.4 Abbauege der Lösungsmittel.....	11
2.2 Verfahrenskonzepte der biologischen Abluftreinigung.....	16
2.2.1 Biofilter.....	16
2.2.2 Biowäscher	20
2.2.3 Tropfkörper bzw. Rieselbettreaktoren	24
2.2.4 Berechnungsgrundlagen	26
2.3 Trägermaterialien	29
2.3.1 Einsatzmöglichkeiten und Anforderungen	29
2.3.2 Grundlagen der Adsorption	31
2.3.2.1 Aktivkohle in wäßrigen Lösungen.....	31
2.3.2.2 Beschreibung von Adsorptionsgleichgewichten.....	33
2.4 Aufgabenstellung, Ziel der Arbeit	37
3. Material und Methoden	39
3.1 Eingesetzte Materialien	39
3.1.1 Inoculum.....	39
3.1.2 Nährmedium	39
3.1.3 Substratlösungen: Zusammensetzung der Lösungsmittelgemische.....	39
3.1.4 Sonstige Betriebsstoffe.....	40
3.1.5 Trägermaterial.....	41
3.2 Versuchsanlagen und -bedingungen	41
3.2.1 Abluftreinigung im Rieselmembranreaktor.....	41
3.2.1.1 Versuchsaufbau	41
3.2.1.2 Versuchsdurchführung.....	48
3.2.2 Sorptionsexperimente mit aktivkohlehaltigem Trägermaterial.....	52
3.2.2.1 Titrationskurve.....	52
3.2.2.2 Ammonium-Sorption.....	53
3.2.2.3 Lösungsmittel-Sorption	53

3.2.3	Abbauversuche im Schüttelkolben	54
3.2.3.1	Biomasse	54
3.2.3.2	Kultivierung	55
3.2.3.3	Probenahme	56
3.2.4	Die Bestimmung von Verteilungskoeffizienten bzw. Henry-Konstanten	56
3.2.4.1	Statische Methoden	56
3.2.4.2	Dynamische Methoden	57
3.3	Analysenmethoden	59
3.3.1	Off line Analytik	59
3.3.2	Die Headspace-Gaschromatographie (HSGC)	59
3.3.3	Ammonium- und Phosphatkonzentration	61
3.3.4	Die Bestimmung der Dehydrogenase-Aktivität von Belebtschlämmen	62
3.3.5	Trockengewichtsbestimmung	62
3.3.6	Protein	63
3.3.7	Vorbehandlung der Proben für die Rasterelektronenmikroskopie (REM)	65
3.3.8	Probenvorbereitung für die Elementaranalyse	65
3.3.9	Die Bestimmung des gelösten organischen Kohlenstoffs (DOC)	65
3.3.10	Lichtmikroskopie	66
4.	Ergebnisse und Diskussion	67
4.1	Abluftreinigung im Rieselfilmreaktor	67
4.1.1	Reaktorversuche im mittleren Maßstab I (H2 und H3)	67
4.1.2	Reaktorversuche im kleinen Maßstab II: Aufwuchskinetik im Gegen- und Gleichstrom (H4 und H5)	75
4.1.3	Optimierung der Stickstoff-Zugabe in Reaktoren kleinen Maßstabs II (H6)	83
4.1.4	Abluftreinigung im zweistufigen Prozeß. Reihenschaltung zweier Reaktoren des Maßstabs II	87
4.1.5	Maßstabsvergrößerung (Scale-up) des Rieselfilmreaktors Typ III (H8)	92
4.2	Adsorptive Einflüsse des aktivkohlehaltigen Trägermaterials	100
4.2.1	Titrationsskurve	100
4.2.2	Ammonium-Adsorption	102
4.2.2.1	Adsorptionskinetik	102
4.2.2.2	Adsorptionsisotherme	103
4.2.3	Adsorption von Lösungsmitteln	104
4.2.3.1	Mehrstoff-Isotherme	104
4.2.3.2	Einzelstoff-Isothermen	105
4.2.3.3	Sorptionsexperimente mit Waschwasser	107

4.3 Die Bilanzierung des Prozesses.....	108
4.3.1 Die Stickstoff-Bilanz.....	108
4.3.2 Die Kohlenstoff-Bilanz.....	111
4.4 Lösungsmittelabbau in Flüssigkultur.....	114
4.4.1 Abbauverhalten.....	114
4.4.1.1 Substratabbau.....	115
4.4.1.2 Wachstum der Biomasse.....	118
4.4.2 Abbaukinetik.....	120
4.4.2.1 Substratabbau.....	121
4.4.2.2 Wachstum der Biomasse.....	123
4.5 Mikroskopische Betrachtungen.....	125
4.6 Vergleichende Beurteilung der Grundparameter des Systems.....	133
4.6.1 Kinetik der biologischen Reaktion.....	133
4.6.2 Verteilungskoeffizienten der Lösungsmittel.....	135
4.6.3 Abbauleistung in den Reaktorversuchen.....	138
4.6.4 Diskussion einiger Modellansätze, Fazit.....	141
5. Zusammenfassung.....	145
6. Literatur.....	148