

Dipl.-Ing. Christian Rutenfranz, Griesheim

Einfluß des Luft-Wasser-Verteilungsgleichgewichts von Schadstoffen und weiterer Parameter auf die Kinetik biologischer Abluftreinigungsverfahren

Reihe **15**: Umwelttechnik

Nr. **160**

Inhalt

	<i>Seite</i>
Inhalt	V
Symbolverzeichnis	IX
1 Einleitung.....	1
2 Stand des Wissens - Einsatz biologischer Abluftreinigungsverfahren	3
2.1 Technische Verfahren der biologischen Abluftreinigung	3
2.1.1 Verfahrensprinzipien - Biofilter	3
2.1.1.1 Geruchsstoffelimination	3
2.1.1.2 Auslegung von Biofiltrationsprozessen	6
2.1.1.3 Biofiltration industrieller Emissionen	7
2.1.2 Verfahrensprinzipien - Biowäscher	8
2.1.3 Verfahrensentscheidung Biofilter oder Biowäscher: Heuristische Regeln	11
2.1.4 Entwicklungstendenzen	14
2.2 Grundlagen der biologischen Abluftreinigung	15
2.2.1 Biologische Grundlagen	15
2.2.2 Verteilungsgleichgewicht	19
2.3 Modelle der biologischen Abluftreinigung	22
2.3.1 Modelle unbesiedelter Systeme (Biofilter)	22
2.3.1.1 Modell eines räumlichen Biofilms mit gekoppelter Reaktion und Diffusion	23
2.3.1.2 Modell eines oberflächenaktiven Biofilms	24
2.3.1.3 Diskussion der Modellansätze	26
2.3.2 Biologische Waschverfahren	30
2.3.2.1 Absorber: HTU-NTU-Konzept	31
2.3.2.2 Absorber: Stofftransfer und Suspensionsaktivität	34
2.3.2.3 Absorber:	
Stoffübergang und Aktivität suspensierter /immobilisierter Organismen	35
3 Zielsetzung und Arbeitskonzept	38
3.1 Zielsetzung	38

.. Fortsetzung Inhalt

	Seite
3.2 Arbeitskonzept	38
3.3 Untersuchungsmethodik	39
4 Material und Methoden	40
4.1 Apparate	40
4.1.1 Tropfkörperreaktor	40
4.1.2 Biowäscher	41
4.2 Analysenmethoden	42
4.3 Stoffdaten	43
4.4 Verwendete Mikroorganismen	44
4.5 Vorversuche zur Reaktorproportionierung	44
4.5.1 Toluol-Tropfkörperreaktor	45
4.5.2 Butylacetat-Biowäscher	46
4.5.3 Gegenüberstellung der Betriebsdaten	47
5 Versuchsergebnisse und ihre Auswertung	48
5.1 Betriebsdaten der Versuchsapparate	48
5.1.1 Tropfkörperreaktor	48
5.1.2 Biowäscher	49
5.1.3 Bilanzierungsmethoden	50
5.2 Tropfkörperreaktor zur Toluol-Elimination	52
5.2.1 Tropfkörperreaktor (berieseltes System)	52
5.2.2 Tropfkörperreaktor ohne Biofilm	57
5.2.3 Unberieselter Absorber des Tropfkörperreaktors zur Toluol-Elimination	59
5.2.4 Klarwasserberieselter Tropfkörperreaktor	62
5.2.5 Zusammenfassung: Merkmale des berieselten Toluol-Tropfkörperreaktorbetriebs	66
5.3 Biowäscher zur Butylacetat-Elimination	67
5.3.1 Biowäscher	67

<u>Fortsetzung Inhalt</u>	Seite
5.3.2 Biowäscher ohne Biofilm	74
5.3.3 Unberieselter Absorber des Biowäschers ("Biofilter-Prinzip")	76
5.3.4 Merkmale des Biowäscherbetriebs	81
5.4 Schlußfolgerungen	81
5.4.1 Einheitliche Modellvorstellung	82
5.4.2 Quantitativer Einfluß des Verteilungsgleichgewichts	84
5.4.3 Auslegungsparameter	85
6 Modellentwicklung	86
6.1 Bilanzräume des Modells	86
6.2 Mechanismen des Transports und der Reaktion	87
6.2.1 Phasengrenzfläche der Gasphase: benetzte und unbenetzte Oberflächenanteile	87
6.2.2 Stoffübergang und biologischer Abbau im unberieselten Biofilm	89
6.2.3 Einzelmechanismen: Stoffübergang und Abbau im Absorber-Holdup	90
6.2.4 Biologischer Abbau im Regenerator (CSTR)	93
6.2.5 Bilanzierung des Verfahrens	93
6.2.5.1 Bilanzierung des Absorbers	93
6.2.5.2 Bilanzierung des Regenerators	96
6.3 Handhabung des Modells	96
6.3.1 Berechnung der gas- und flüssigkeitsseitigen Schadstoffkonzentrationen	96
6.3.2 Berechnung der Stoffübergangs- und Reaktionsbeiträge	97
6.4 Testen des Modells	100
6.4.1 Vergleich Berechnung - Experiment	100
6.4.2 Gültigkeitsbereich	104
6.4.3 Stofftransport und Reaktion im Absorber der Versuchssysteme	108
7 Anwendung des Modells und Schlußfolgerungen für die Apparateauslegung ...	113
7.1 Einfluß des Verteilungsgleichgewichts auf die Kinetik in Teilbilanzräumen ...	113
7.1.1 Holdup	114
7.1.1.1 Verteilungsgleichgewicht $f_p < 10$	114
7.1.1.1.1 Absorption in bioaktivitätsfreiem Wasser	114

<u>.. Fortsetzung Inhalt</u>	<i>Seite</i>
7.1.1.1.2 Gleichstrom-Apparat mit biologischer Aktivität: Tropfkörperreaktor	117
7.1.1.2 Verteilungsgleichgewicht $10 < f_p < 100$	124
7.1.1.2.1 Wahl der Stromführung: Physikalischer Gegenstrom-Absorber	124
7.1.1.2.2 Konzentrationsverhältnisse im Absorber des Biowäschers	124
7.1.2 Biofilmverhalten bei unterschiedlichen Verteilungsgleichgewichten	131
7.2 Verfahrenswahl	137
7.2.1 Notwendigkeit eines Regenerators	137
7.2.2 Stoffübergangsrate in den Holdup oder den unbenetzten Biofilm	141
7.2.3 Abgrenzung der Einsatzgebiete der Verfahren	143
8 Technischer Ausblick	144
9 Zusammenfassung	151
10 Anhang	153
11 Literatur	155