

W. A. R. — Bibliothek

Inv.-Nr. D 16533

ISSN 0342-6068

GEWÄSSERSCHUTZ · WASSER · ABWASSER

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 GWA 160

160

CLAUDIA BÄSSLER

EINFLUSS VON ULTRASCHALL AUF DAS ADSORPTIONS- UND DESORPTIONSVERHALTEN VON ADSORBERPOLYMEREN IN WÄSSRIGEN MEDIEN

HERAUSGEBER

Professor Dr.-Ing. M. Dohmann

INSTITUT FÜR SIEDLUNGSWASSERWIRTSCHAFT
DER RHEIN.-WESTF. TECHN. HOCHSCHULE AACHEN

D 82 (DISS. TH AACHEN)

AACHEN 1997

VERTRIEB: GESELLSCHAFT ZUR FÖRDERUNG DER SIEDLUNGSWASSERWIRTSCHAFT
AN DER RWTH AACHEN E.V., 52056 AACHEN

ISBN 3-932590-02-3

Inhaltsverzeichnis

| | | |
|--------|---|----|
| 1. | Einleitung und Problemstellung..... | 3 |
| 2. | Erkenntnisstand..... | 5 |
| 2.1. | Zusammenstellung von Adsorptions- und Desorptionsverfahren..... | 5 |
| 2.1.1. | Anwendung..... | 5 |
| 2.1.2. | Notwendigkeit neuer Desorptionsverfahren..... | 7 |
| 2.2. | Sonolyse..... | 9 |
| 2.2.1. | Kavitation als Ursache sonochemischer Reaktionen..... | 9 |
| 2.2.2. | Sonolyse in homogenen Systemen..... | 10 |
| 2.2.3. | Sonolyse in heterogenen Systemen..... | 11 |
| 2.2.4. | Ultraschall zum Abbau organischer Schadstoffe..... | 15 |
| 2.3. | Ultraschall-Reaktoren..... | 18 |
| 2.4. | Fazit..... | 20 |
| 3. | Zielsetzung..... | 21 |
| 4. | Theoretische Grundlagen..... | 22 |
| 4.1. | Adsorption..... | 22 |
| 4.1.1. | Das Adsorptionsgleichgewicht..... | 22 |
| 4.1.2. | Beurteilung der Adsorption mit Adsorptionsmodellen..... | 24 |
| 4.1.3. | Einflußfaktoren auf die Adsorption..... | 26 |
| 4.2. | Ultraschall..... | 27 |
| 4.2.1. | Erzeugung des Ultraschalls..... | 27 |
| 4.2.2. | Physikalische Parameter zur Beschreibung der Ultraschall-Wirkung..... | 28 |
| 4.2.3. | Energiegrößen des Ultraschall-Feldes..... | 31 |
| 5. | Experimenteller Teil..... | 35 |
| 5.1. | Versuchsprogramm..... | 35 |
| 5.2. | Beschreibung der Versuchsdurchführung..... | 36 |
| 5.2.1. | Ultraschall-Geräte..... | 36 |
| 5.2.2. | Charakterisierung des Ultraschall-Feldes..... | 38 |
| 5.2.3. | Adsorbenzien..... | 38 |
| 5.2.4. | Charakterisierung des Stoffsystems..... | 39 |
| 5.2.5. | Durchführung der Adsorptions-/Desorptionszyklen..... | 39 |

| | | |
|----------|--|-----|
| 5.2.6. | Aufnahme der Adsorptionsisothermen..... | 40 |
| 5.3. | Experimentelle Ergebnisse und deren Auswertung..... | 41 |
| 5.3.1. | Charakterisierung des Ultraschall-Feldes..... | 41 |
| 5.3.1.1. | Die Ultraschall-Sonotrode..... | 41 |
| 5.3.1.2. | Das Ultraschall-Gefäß..... | 43 |
| 5.3.1.3. | Abschätzung der Energiebeträge im Ultraschall-Gefäß..... | 49 |
| 5.3.1.4. | Dosimeterreaktion im heterogenen System..... | 52 |
| 5.3.1.5. | Wertung der Versuche zur Charakterisierung des Ultraschall-Feldes..... | 52 |
| 5.3.2. | Chemikalienfreie Desorption mit Wasser und Ultraschall..... | 55 |
| 5.3.2.1. | Desorption mit Wasser bei niedriger Ultraschall-Frequenz..... | 56 |
| 5.3.2.2. | Desorption mit Wasser bei hoher Ultraschall-Frequenz..... | 58 |
| 5.3.2.3. | Wirkungsweise des Ultraschalls während der Desorption..... | 65 |
| 5.3.2.4. | Auswertung der Desorptionsversuche..... | 66 |
| 5.3.3. | Untersuchungen zur Restbeladung..... | 67 |
| 5.3.3.1. | Untersuchung sonochemischer Reaktionen im Regenerat..... | 68 |
| 5.3.3.2. | Sonochemische Reaktionen in Modellösungen..... | 70 |
| 5.3.3.3. | Untersuchungen zur Adsorberpolymercharakteristik..... | 76 |
| 5.3.3.4. | Wertung der Untersuchungen zur Restbeladung..... | 86 |
| 5.3.4. | Einfluß des Ultraschalls auf das Adsorptionsverhalten..... | 87 |
| 5.3.5. | Zusammenfassende Wertung der Ergebnisse..... | 92 |
| 6. | Schlußfolgerungen für weiterführende Arbeiten..... | 96 |
| 7. | Zusammenfassung..... | 99 |
| 8. | Literaturverzeichnis..... | 104 |