

Dipl.-Ing. Georg Reinhold, Kelkheim

**Maßstabsvergrößerung
eines Biogas-Turmreaktors
zur anaeroben
Abwasserreinigung**

Reihe **3**: Verfahrenstechnik

Nr. **471**

Maßstabsvergrößerung eines Biogas-Turmreaktors zur anaeroben Abwasserreinigung

| | | |
|---------|---|----|
| 1. | Einleitung | 1 |
| 2. | Untersuchte Reaktorkonfigurationen und verwendete Meß- und Analysetechniken | 7 |
| 2.1 | Biogas-Turmreaktor - Konzept und Funktionsprinzip | 7 |
| 2.2 | Strategie der Maßstabsvergrößerung | 10 |
| 2.3 | Reaktoren | 12 |
| 2.3.1 | Biogas-Turmreaktor im Labormaßstab | 12 |
| 2.3.2 | Biogas-Turmreaktor im Pilotmaßstab | 16 |
| 2.4 | Inbetriebnahme des Biogas-Turmreaktors im Pilotmaßstab | 21 |
| 2.5 | Meßtechnik zur Bestimmung der Flüssigkeitsströmungsgeschwindigkeit | 26 |
| 2.6 | Bestimmung der Sedimentationscharakteristik von pelletförmiger Biomasse ohne Gasblaseneinfluß | 29 |
| 2.7 | Messung von suspendiertem Feststoff | 32 |
| 2.8 | Zusammenfassung | 34 |
| 3. | Hydrodynamik und Mischverhalten des Biogas-Turmreaktors | 35 |
| 3.1 | Experimente | 35 |
| 3.1.1 | Labormaßstab | 35 |
| 3.1.2 | Pilotmaßstab | 38 |
| 3.2 | Mathematische Modelle | 39 |
| 3.2.1 | Modell "A" | 39 |
| 3.2.2 | Modell "B" | 43 |
| 3.3 | Bestimmung der Parameter zur Beschreibung des Mischverhaltens und der Hydrodynamik | 44 |
| 3.4 | Ergebnisse | 47 |
| 3.4.1 | Vergleich zwischen experimentellen und simulierten Ergebnissen | 47 |
| 3.4.1.1 | Labormaßstab | 47 |
| 3.4.1.2 | Pilotmaßstab | 50 |
| 3.4.2 | Parameter und Maßstabsvergrößerung | 51 |
| 3.4.2.1 | Axialer Dispersionskoeffizient | 51 |
| 3.4.2.2 | Zirkulationsgeschwindigkeit | 52 |

| | | |
|-----------|--|------------|
| 3.4.2.3 | Austauschvolumenstrom | 57 |
| 3.5 | Zusammenfassung | 59 |
| 4. | Feststoffverteilung im Biogas-Turmreaktor | 60 |
| 4.1 | Bildung von granularer Biomasse in der anaeroben Abwasserreinigung | 60 |
| 4.2 | Beschreibung der untersuchten Biomasse | 66 |
| 4.3 | Experimente und Beobachtungen zur Feststoffverteilung im Biogas-Turmreaktor | 73 |
| 4.3.1 | Labormaßstab ohne biologische Reaktion | 74 |
| 4.3.2 | Pilotmaßstab mit biologischer Reaktion | 79 |
| 4.4 | Mathematische Modelle zur Beschreibung der Feststoffverteilung | 82 |
| 4.4.1 | Modell "C" | 83 |
| 4.4.2 | Modell "D" | 85 |
| 4.5 | Bestimmung des sedimentierenden Feststoffmassenstroms zwischen zwei Modulen | 86 |
| 4.5.1 | Labormaßstab | 87 |
| 4.5.2 | Pilotmaßstab | 90 |
| 4.6 | Ergebnisse | 94 |
| 4.6.1 | Parameter zur Beschreibung der Feststoffverteilung | 94 |
| 4.6.1.1 | Sedimentationsmassenstrom zwischen zwei Modulen | 94 |
| 4.6.1.2 | Neubildung von Biomasse | 97 |
| 4.6.2 | Vergleich von gemessenen und berechneten Feststoffverteilungen | 98 |
| 4.7 | Zusammenfassung | 102 |
| 5. | Auslegungsrechnung und Systemverhalten eines Biogas-Turmreaktors im technischen Maßstab | 104 |
| 5.1 | Vorgehensweise bei der Auslegungsrechnung | 104 |
| 5.2 | Hydrodynamik und Mischverhalten | 111 |
| 5.3 | Biomasseverteilung | 115 |
| 5.4 | Zusammenfassung | 120 |
| 6. | Verwendete Formelzeichen | 122 |
| 7. | Literaturverzeichnis | 129 |