

TECHNISCHE HOCHSCHULE DARMSTADT
INSTITUT FÜR WASSERVERSORGUNG,
ABWASSERBESEITIGUNG UND RAUMPLANUNG
8100 DARMSTADT, PETERSENSTRASSE 13

W. A. R. — Bibliothek
Inv. - Nr. D 9608

FORSCHUNGS- UND ENTWICKLUNGSINSTITUT FÜR INDUSTRIE- UND

SIEDLUNGSWASSERWIRTSCHAFT SOWIE ABFALLWIRTSCHAFT E. V. STUTT GART

10585 76

Friedrich Wagner

**Ursachen, Verhinderung und
Bekämpfung der Blähschlamm-
bildung in Belebungsanlagen**

Inhaltsverzeichnis

	Seite
Inhaltsverzeichnis	5
Bilderverzeichnis	10
Tafelverzeichnis	16
Abkürzungsverzeichnis	20
1. Einleitung	23
2. Bedeutung der Beschaffenheit des belebten Schlammes für die Bemessung und die konstruktive Gestaltung von Belebungsanlagen	25
3. Blähschlamm	27
3.1 Definition	27
3.2 Ermittlung der Fädigkeit	27
3.3 Ermittlung des Absetzverhaltens	32
4. Zielsetzung und Aufgabenstellung	33
5. Datenerfassung und Auswertung	34
5.1 Herkunft und Analytik der belebten Schlämme	34
5.2 Erfassung der Betriebs- und Bemessungs- parameter	36
5.3 Auswertung	36
6. Fadenförmige Mikroorganismen im belebten Schlamm	40
6.1 Arten von fadenförmigen Mikroorganismen	40
6.2 Häufigkeit des Auftretens fadenförmiger Mikroorganismen	42
6.2.1 Literatur	42
6.2.2 Eigene Ergebnisse	43

	Seite
6.3 Fadenförmige Mikroorganismen in Abhängigkeit von der Abwasserbeschaffenheit	54
6.4 Fadenförmige Mikroorganismen in Abhängigkeit von der Betriebsweise	57
6.4.1 Belebungsanlagen ohne Vorklärung	57
6.4.2 Belebungsanlagen mit Simultanfällung	59
6.5 Fadenförmige Mikroorganismen und Schlammindex	60
6.5.1 Zusammenhang zwischen Fädigkeit und Schlammindex	60
6.5.2 Zusammenhang zwischen der Art fadenförmiger Mikroorganismen und dem Schlammindex	62
7. Schlammindex des belebten Schlammes	63
7.1 Häufigkeit des Auftretens von belebten Schlämmen mit hohem Schlammindex	63
7.1.1 Literatur	63
7.1.2 Eigene Ergebnisse	65
7.2 Schlammindex in Abhängigkeit von der Abwasserbeschaffenheit	67
7.2.1 Literatur	67
7.2.2 Eigene Ergebnisse	71
7.3 Schlammindex in Abhängigkeit von der Verfahrensweise	73
7.3.1 Gegenüberstellung der Verfahrensweisen	73
7.3.2 Schlammindex bei Belebungsanlagen mit Vorklärung	74
7.3.3 Schlammindex bei Belebungsanlagen ohne Vorklärung	76
7.3.4 Schlammindex bei Belebungsanlagen mit vorgeschaltetem Tropfkörper	77
7.3.5 Schlammindex bei Belebungsanlagen mit simultaner Phosphatelimination	78

	Seite
7.4 Schlammindex in Abhängigkeit von der Betriebsweise	80
7.4.1 Einfluß der Durchflußzeit des Abwassers im Vorklärbecken auf den Schlammindex	80
7.4.2 Einfluß der BSB ₅ -Belastung auf den Schlammindex	83
7.4.2.1 Literatur	83
7.4.2.2 Eigene Ergebnisse	85
7.4.3 Einfluß der Sauerstoffkonzentration im Belebungsbecken auf den Schlammindex	91
7.5 Schlammindex in Abhängigkeit von der chemischen Beschaffenheit des belebten Schlammes	92
7.5.1 Glühverlust des belebten Schlammes	92
7.5.2 Kohlenstoffgehalt des belebten Schlammes	94
7.5.3 Stickstoffgehalt des belebten Schlammes	97
7.5.4 Phosphorgehalt des belebten Schlammes	101
7.5.5 Phosphor-Kohlenstoff-, Stickstoff-Kohlenstoff- und Phosphor-Stickstoff-Verhältnis des belebten Schlammes	105
8. Mögliche Ursachen der Blähschlamm- bildung	111
8.1 Allgemeines	111
8.2 Hypothesen zur Blähschlamm- bildung	112
8.2.1 Oberflächen-Volumen-Hypothese	112
8.2.2 Phosphor-Stickstoff-Hypothese	114
8.3 Einflußgrößen auf das Phosphor-Stickstoff- Verhältnis	115
9. Möglichkeiten zur Verhinderung der Blähschlamm- bildung	122
9.1 Allgemeines	122
9.2 Abwasserbeschaffenheit	122
9.3 Betriebs- und Verfahrensweise	123
9.3.1 Allgemeines	123
9.3.2 Belebungsanlagen ohne Vorklärung	124

	Seite
9.3.3 Belebungsanlagen mit aerober Schlammstabilisation	125
9.3.4 Belebungsanlagen mit vorgeschaltetem Tropfkörper	126
9.3.5 Belebungsanlagen mit vorgeschalteter Denitrifikation	127
9.3.5.1 Literatur	127
9.3.5.2 Eigene Versuche	132
9.3.5.2.1 Beschreibung der Versuchsanlagen und Versuchsdurchführung (Versuch 1)	132
9.3.5.2.2 Beschaffenheit des Zulaufs (Versuch 1)	135
9.3.5.2.3 Hydraulische Beschickung und BSB ₅ -Belastung (Versuch 1)	136
9.3.5.2.4 Unterschiede in den Schlammkennwerten (Versuch 1)	137
9.3.5.2.5 Unterschiede in den Ablaufkennwerten (Versuch 1)	140
9.3.6 Belebungsanlagen mit simultaner Phosphatelimination	142
10. Möglichkeiten zur Bekämpfung der Blähschlamm- bildung	144
10.1 Allgemeines	144
10.2 Zugabe von Eisen- und/oder Aluminiumsalzen	145
10.2.1 Literatur	145
10.2.2 Eigene Ergebnisse	147
10.2.2.1 Versuch 2	149
10.2.2.2 Versuch 3	152
10.2.2.3 Versuch 4	154
10.2.2.4 Versuch 5	157
10.2.2.5 Versuch 6	159
10.2.2.6 Versuch 7	162
10.2.2.7 Versuch 8	164
10.2.2.8 Weitere Versuche	166

	Seite
10.3 Zugabe von Kalk und Natriumhydrogen- carbonat	167
10.3.1 Literatur	167
10.3.2 Eigene Ergebnisse	169
10.3.2.1 Versuch 9	169
10.3.2.2 Versuch 10	172
10.4 Zugabe von Phosphatdüngern	174
10.4.1 Allgemeines	174
10.4.2 Eigene Ergebnisse	175
10.4.2.1 Versuch 11	176
10.5 Zugabe von Chemikalien zur Schädigung der fadenförmigen Mikroorganismen	179
10.6 Mechanische Schädigung der fadenförmigen Mikroorganismen	181
10.6.1 Literatur	181
10.6.2 Eigene Ergebnisse	182
10.6.2.1 Versuch 12	182
10.6.2.2 Versuch 13	186
11. Möglichkeiten zum Betrieb von Belebungsanlagen trotz Blähschlambildung	188
12. Folgerungen für den Bau und Betrieb von Be- lebungsanlagen	189
13. Zusammenfassung	193
Literaturverzeichnis	197