

UMWELTSCHUTZ ENTSORGUNGSTECHNIK

Prof. Dr. Peter Kunz

# Behandlung von Abwasser

Emissionsarme Produktionsverfahren, mechanisch-physikalische, biologische, chemisch-physikalische Abwasserbehandlung, technische Realisierung, rechtliche Grundlagen

3., überarbeitete Auflage

Vogel Buchverlag

# Inhaltsverzeichnis

Vorwort des Herausgebers .....	5
Vorwort .....	7
<b>1 Einführung .....</b>	<b>13</b>
1.1 Grundlegende Betrachtung zur Umweltbelastung .....	14
1.1.1 Ökologische Betrachtungen .....	14
1.2.1 Biologische Gesichtspunkte .....	17
1.2 Historische Entwicklungen .....	17
<b>2 Überblick über das aktuelle Abwasserrecht .....</b>	<b>23</b>
2.1 Wasserhaushaltsgesetz .....	25
2.2 Abwasserabgabengesetz .....	28
2.3 Abwasserverwaltungsvorschriften .....	31
2.4 Regelung für Indirekteinleiter .....	33
<b>3 Einblick in die Technik emissionsarmer Produktionsverfahren .....</b>	<b>35</b>
3.1 Strukturen abwasserloser Produktionsverfahren .....	37
3.2 Prinzipien der Abwasserverminderung .....	40
3.2.1 Substitution von Wasser durch Dampf .....	41
3.2.2 Mehrfachnutzung von Wasser .....	42
3.2.3 Standzeitverlängerung von Prozeßbädern und Emulsionen .....	42
3.2.4 Spültechnik .....	45
<b>4 Verfahren der mechanisch-physikalischen Abwasserbehandlung .....</b>	<b>49</b>
4.1 Rechen und Siebe .....	50
4.2 Absetzeinrichtungen .....	60
4.2.1 Theoretischer Hintergrund .....	60
4.2.2 Sandfänge .....	65
4.2.3 Absetzbecken zur Trennung von Schlamm-Wasser-Gemischen .....	66
4.2.4 Schrägklärer .....	73
4.3 Flotationsanlagen .....	78
4.3.1 Fett- und Ölabscheider .....	80
4.3.2 Mineralöl- und Benzinabscheider .....	82
4.3.3 Flotationszellen .....	82
4.4 Filteranlagen .....	88
4.5 Membrantrennverfahren .....	93
4.5.1 Tangentialfluß-/Querstrom-/Cross-flow-Filtration .....	98
4.5.2 Ausführungsformen von Membran-Anlagen .....	107
<b>5 Biologische Abwasserbehandlung .....</b>	<b>115</b>
5.1 Submers- und Festbettreaktoren .....	118
5.1.1 Festbettssysteme .....	118

5.1.2	Submerse Systeme (Belebungs-/Belüftungsverfahren)	123
5.2	Grundlagen des aeroben und anaeroben Abbaus von BSB <sub>5</sub> - und CSB- verursachenden Abwasserinhaltsstoffen	133
5.2.1	Eliminationsprozesse	133
5.2.2	Erläuterung abwassertechnischer Terminologien	135
5.2.3	Unterscheidungskriterium Schlammbelastung	139
5.2.4	Bemessungsparameter für die BSB <sub>5</sub> -Elimination beim Belebungs- verfahren	146
5.2.5	Bemessungsparameter für die BSB <sub>5</sub> -Elimination in Festbettreaktoren	149
5.2.6	Anaerobe Abwasserreinigung	152
5.3	Stickstoff-Elimination	155
5.3.1	Nitrifikation	158
5.3.2	Nitratreduktion – Denitrifikation	159
5.3.3	Nitrifikation und Denitrifikation mit dem Belebungsverfahren	160
5.3.4	Denitrifikation	167
5.3.5	Sauerstoffversorgung	170
5.3.6	Nitrifikation und Denitrifikation mit dem Tropfkörperverfahren	171
5.4	Biologische Phosphatelimination	171
5.4.1	Mikrobiologischer und verfahrenstechnischer Hintergrund	172
5.4.2	Bemessungsparameter	173
6	<b>Chemisch-physikalische Verfahren</b>	177
6.1	Neutralisation, Fällung und Flockung	178
6.1.1	Neutralisation	180
6.1.2	Komplexverbindungen	182
6.1.3	Einsatz von Kohlensäure und Kalkmilch	183
6.1.4	Praktische Gesichtspunkte bei der Phosphatelimination	184
6.2	Ionenaustausch	188
6.2.1	Einsatzbereiche	191
6.2.2	Verfahrensweise	191
6.3	Adsorption	193
6.3.1	Grundlegende Betrachtung zum Verfahren	193
6.3.2	Verfahrensweisen	195
6.3.3	Regeneration	198
6.4	Elektrochemische Verfahren	198
6.4.1	Chemismus	199
6.4.2	Reaktorbauweisen	201
6.5	Thermische Verfahren	204
6.5.1	Strippen	205
6.5.2	Verdunster und Verdampfer	205
6.5.3	Abwasserverbrennung	212
6.5.4	Kristallisatoren	214
6.5.5	Extraktion	215
7	<b>Beispiele ausgeführter Anlagen</b>	219
7.1	Verfahrenskombinationen	220
7.2	Mehrstufige biologische Behandlungsanlagen	227
8	<b>Ausblick unter dem Gesichtspunkt der Entsorgung der Rückstände</b>	231
8.1	Ziele und Kriterien der Schlammbehandlung	232
8.2	Verfahren der Schlammbehandlung (interne und externe Abhängigkeiten)	233
8.2.1	Flockenbildung und -zerfall	234
8.2.2	Phasentrennung	235

8.2.3	Eindickung .....	235
8.2.4	Stabilisierung und Hygienisierung .....	236
8.2.5	Entwässerung (Komprimierung) .....	237
8.2.6	Trocknung und Verbrennung .....	241
8.3	Schlammbehandlungskonzepte und Strategien zur Verminderung des Abfalls .....	241
	Literaturverzeichnis .....	245
	Glossar .....	253
	Bildquellen .....	256
	Formelzeichen und Einheiten/Abkürzungen .....	257
	Stichwortverzeichnis .....	261