

Inhaltsverzeichnis

I	Das Abwasserproblem, seine Ursachen und Ansätze zur Lösung . . .	1
1.	Einführung.	1
2	Das ökologische Problem	2
2.1	Die Gesamtschau	2
2.2	Unterschiede zwischen aquatischen und terrestrischen Produktionsräumen	5
2.3	Produktion und Abbau	7
2.4	Die biocoenotische Differenzierung	8
2.5	Der Mensch als Element der Biocoenose	11
3	Das Abwasserproblem	13
3.1	Die quantitative Seite	13
3.2	Die qualitative Seite	16
4	Ansätze zur Lösung	16
II	Organismen	19
1	Einführung.	19
2	Bakterien	20
2.1	Allgemeines	20
2.2	Größe, Form und Zellaufbau	20
2.3	Vermehrung und Sexualität	22
2.4	Physiologie.	22
2.5	Chemische Zusammensetzung	23
2.6	Systematik	23
3	Protozoen	25
3.1	Allgemeines	25
3.2	Ernährung	25
3.3	Der Zellaufbau	26
3.4	Fortpflanzung und Sexualität	26
3.5	Systematik	28
4	Niedere Pflanzen	30
4.1	Allgemeines	30
4.2	Systematik	36
5	Mehrzellige tierische und pflanzliche Formen	38
III	Nährstoffe und Stoffwechsel.	39
1	Sinn der Ernährung und Ernährungsweisen	39
2	Die Chemoorganotrophie	41

2.1	Die Nährstoffe	41
2.2	Die Nutzung der Nährstoffe	47
2.2.1	Abbaureaktionen	47
2.2.2	Der Energiestoffwechsel	49
2.2.3	Gärung	52
3	Die Photolithotrophie	53
4	Die Chemolithotrophie	55
5	Das Gemeinsame der Ernährungsweisen	57
6	Die Energieverwertung	58
IV	Kinetik des Stoffwechsels	59
1	Das System und die Faktoren	59
2	Die Diffusion	62
3	Sorptionsvorgänge	64
4	Enzymatische Reaktionen	66
4.1	Grundlagen	66
4.2	Die Grundreaktion	67
4.3	Die Bestimmung der Reaktionsparameter	71
4.4	Einfluß des pH-Wertes	73
4.5	Einfluß der Temperatur	73
5	Gehemmte enzymatische Reaktionen	76
6	Die Wirkung der Aktivatoren	81
7	Allosterische Enzyme	82
8	Methoden der kinetischen Analyse und Bestimmung der geschwindigkeitsbestimmenden Reaktion	82
V	Kinetik mikrobieller Systeme	83
1	Einführung.	83
2	Einfache Einstoffsysteme ohne Organismenzuwachs	84
3	Komplexe Systeme ohne Vermehrung	88
4	Einfache Systeme mit Zusatznährstoffen	90
5	Hemmungen durch systemimmanente Faktoren	91
6	Hemmung durch toxische Substanzen	91
7	Adaptationen.	94
8	Systeme mit Organismenzuwachs	95
9	Kinetik in mikrobiellen Verbundsystemen	98
VI	Kinetik und Reaktortechnik	99
1	Einführung.	99
2	Klassifizierung von Reaktortypen mit kontinuierlicher Beschickung	99
3	Der kontinuierlich beschickte offene Fermenter	101
4	Der kontinuierlich beschickte Fermenter mit Organismenrückführung	104

5	Der diskontinuierlich beschickte Reaktor mit Organismenspeicherung	106
6	Kontinuierlich beschickte Reaktoren mit Fixierung der Organismen auf festen Flächen (Festbettreaktor)	106
VII	Die natürliche Selbstreinigung	109
1	Einführung	109
2	Lebensraum und Lebensgemeinschaft	109
3	Störungen und Sukzession	111
4	Die örtliche Fixierung von Selbstreinigungsstadien	114
5	Die Nische	116
6	Das Saprobiensystem	116
7	Der biochemische Sauerstoffverbrauch (BSV)	117
8	Übergeordnete Gesichtspunkte und technologische Folgerungen	120
VIII	Abwasser und Abwasseranalyse	122
1	Einführung	122
2	Was ist Abwasser?	122
3	Abwasser und seine Inhaltsstoffe	123
3.1	Menge und Verteilung	123
3.2	Probenahme	123
3.3	Auswertung der gewonnenen Daten	124
3.4	Parameter der Abwasserverschmutzung	124
3.4.1	Physikalische Eigenschaften	124
3.4.2	Der pH-Wert	125
3.4.3	Die chemische Oxidierbarkeit	125
3.4.4	Der organische Kohlenstoff	126
3.4.5	Der Stickstoff	126
3.4.6	Der Phosphor	127
3.4.7	Der biochemische Sauerstoffbedarf (BSB ₅)	127
3.4.8	Hygienische Parameter	128
3.4.9	Gifte	128
4	Abwasser als Nährlösung	129
4.1	Kinetische Größen	129
4.2	Der Plateau-BSB (BSB _P)	130
4.3	Das C:N:P-Verhältnis	130
5	Beurteilung von Umweltchemikalien	132
5.1	Eigenschaften und Verhalten	132
5.2	Meßmethodik für Abbau und Toxizität	133
5.3	Anreicherung von Umweltchemikalien in Organismen	135
IX	Das Belebtschlammverfahren	136
1	Charakterisierung	136
2	Der Reinigungsträger	138
2.1	Größe und Zusammensetzung	138

2.2	Der Schlammvolumenindex	140
2.3	Der Schlammgehalt im Reaktor.	142
3	Das biologische System und seine Variabilität	142
3.1	Die Schlammbelastung als bestimmende Größe	142
3.2	Schlammbelastung und Reinigungseffekt	142
3.3	Schlammbelastung und Schlammzuwachs	144
3.4	Schlammbelastung und Organismen	144
3.5	Schlammbelastung und Schlammindex	145
4	Sauerstoffverbrauch	145
5	Schlammrückführung	147
6	Bemessung von Belebtschlammanlagen.	147
7	Bemessung des Nachklärbeckens	148
8	Reaktortypen und Gestaltung	150
9	Modifikationen der Verfahrensweise	150
9.1	Der Oxidationsgraben	150
9.2	Das A-B-Verfahren	150
9.3	Verfahren ohne Vorklärung	151
9.4	Kaskadenreaktoren	151
9.5	Reinsauerstoff-Verfahren.	151
9.6	Stufenbelüftung	151
9.7	Automatisierung	152
9.8	Verfahren mit thermophilen Bakterien	152
10	Schlammbehandlung	152
X	Tropfkörper	154
1	Einführung.	154
2	Systeme	155
2.1	Der Schwachlasttropfkörper	156
2.2	Spültropfkörper	159
2.3	Turmtropfkörper	159
2.4	Rückspülung und Wechsellropfkörper	161
2.5	Kunststofftropfkörper	162
2.6	Tropfkörper als zweite Reinigungsstufe	162
3	Theorie des Tropfkörpers	163
XI	Verfahren der Landbehandlung	165
1	Einführung.	165
2	Das ökologische System	165
2.1	Der Boden	165
2.2	Das Klima	167
2.3	Die Pflanze	167
3	Methoden der Landbehandlung von Abwasser	169
3.1	Bewässerung landwirtschaftlicher Nutzflächen	169
3.2	Abwasserversickerung zur Grundwasseranreicherung	175
3.3	Die Oberflächenbehandlung	177
3.4	Verwandte Verfahren	178
4	Zusammenfassung	178

XII	Oberflächengewässer	179
1	Problematik	179
2	Stehende Gewässer	179
2.1	Die Ökologie stehender Gewässer	179
2.2	Die Nährstoffe und der Nährstoffaustausch, die chemischen und physiochemischen Komponenten des ökologischen Systems	184
2.3	Die Produktivität stehender Gewässer	186
2.4	Schutz stehender Gewässer	189
2.5	Nutzung stehender Gewässer zur Abwasserbehandlung	189
2.5.1	Abwasserteiche	189
2.5.2	Fischteiche	191
2.5.3	Schönungsteiche	193
2.5.4	Wasserpflanzenfilter	194
3	Fließgewässer	194
3.1	Die ökologische Situation	194
3.2	Fließgewässer und Abwasser	197
3.2.1	Grundsätzliches	197
3.2.2	Die Sauerstoffganglinie	197
XIII	Anaerobe technische Verfahren	201
1	Einführung	201
2	Mikrobiologie und Biochemie der Methangärung	201
3	Produktmengen der Methangärung	205
4	Kinetik	206
5	Technologie der Verfahren	206
5.1	Schlammbehandlung	209
5.1.1	Schlammfall und Ziele der Behandlung	209
5.1.2	Technologie der Schlammbehandlung	209
5.1.3	Behandlung der Produkte	212
5.2	Kontinuierlich betriebene Reaktoren zur anaeroben Abwasserbehandlung	213
5.2.1	Geschlossene Systeme mit kontinuierlicher Beschickung	214
5.2.2	Anaerobe Festbettreaktoren	215
5.2.3	Das anaerobe Belebtschlammverfahren	215
5.3	Weitergehende Behandlung	215
XIV	Klärsysteme	216
1	Grundlagen	216
2	Klärelemente und ihre Verwendbarkeit innerhalb von Systemen	217
2.1	Aerobe biologische Klärelemente	217
2.2	Anaerobe biologische Klärelemente	218
3	Physikalische Klärelemente	213
4	Chemisch-physikalische und chemische Verfahren	219
5	Beispiele für Verfahrenskombinationen	221
5.1	Großstadt in gemäßigten Klimazonen	221
5.2	Industrieabwasser organischer Natur	221

5.3	Industrieabwasser in den Trockentropen	222
5.4	Kommunalabfälle in den Trockentropen	222
5.5	Abwasser in den Feuchttropen	222
6	Schlußbetrachtung	222
	Literaturverzeichnis	224
	Sachverzeichnis	227