

Inhaltsverzeichnis

1.	<u>EINLEITUNG</u>	1
1.1	WASSER - VORKOMMEN UND VERFÜGBARKEIT	1
1.2	WASSERKREISLAUF	2
1.3	WASSERVERBRAUCH.....	3
1.4	ABWASSERANFALL.....	3
1.5	ABWASSERZUSAMMENSETZUNG.....	5
1.5.1	PARAMETER ZUR BESCHREIBUNG DER ABWASSERZUSAMMENSETZUNG.....	5
1.5.2	KONZENTRATIONEN UND FRACHTEN FÜR HÄUSLICHES ABWASSER	6
1.5.3	ZUSAMMENHANG ABWASSERREINIGUNG - GEWÄSSER.....	7
1.6	ELEMENTARE GRUNDLAGEN DER ABWASSERREINIGUNG.....	9
2.	<u>RECHNEN IN DER ABWASSERREINIGUNG</u>	11
2.1	GRUNDBEGRIFFE DES RECHNENS	11
2.1.1	PROZENTRECHNUNG	11
2.1.2	MITTELWERTE	11
2.1.3	POTENZEN, WURZELN.....	13
2.1.4	ARITHMETISCHE UMFORMUNGEN	14
2.1.5	AUFLÖSEN VON DOPPELBRÜCHEN.....	14
2.2	GRUNDGRÖßEN UND GRUNDEINHEITEN.....	15
2.2.1	LÄNGE (L)	15
2.2.2	MASSE (M)	15
2.2.3	ZEIT (T)	16
2.2.4	TEMPERATUR (T)	16
2.2.5	STROMSTÄRKE (I)	16
2.3	ABGELEITETE GRÖßEN UND MABEINHEITEN.....	16
2.3.1	FLÄCHENINHALT (A)	16
2.3.2	VOLUMEN (RAUMINHALT) V	20
2.3.3	DICHTE ρ (RHO).....	24
2.3.4	GESCHWINDIGKEIT (V).....	27
2.3.5	DURCHFLUSS (Q)	28
2.3.6	BESCHLEUNIGUNG (A)	30
2.3.7	KRAFT (F)	30
2.3.8	GEWICHT G (SCHWERKRAFT).....	31
2.3.9	DRUCK (P).....	31

2.3.10	ARBEIT W , LEISTUNG P UND WIRKUNGSGRAD η (ETA)	33
2.3.11	ELEKTRISCHE SPANNUNG (U), ELEKTRISCHE LEISTUNG UND ARBEIT	34
2.4	EIGENSCHAFTEN VON GASEN	36
2.4.1	ZUSAMMENHANG ZWISCHEN DRUCK p , TEMPERATUR T UND VOLUMEN V EINES GASES	36
2.5	VERKNÜPFTE GRÖßEN UND MAßEINHEITEN	38
2.5.1	FRACHTEN	38
2.5.2	MITTLERE ANLAGENAUSLASTUNG	39
2.5.3	BILANZEN	40
2.5.4	WIRKUNGSGRAD (REINIGUNGSLEISTUNG)	41
3.	<u>EIGENSCHAFTEN VON FLÜSSIGKEITEN – GRUNDLAGEN DER HYDRAULIK</u>	43
3.1	HYDROSTATISCHER DRUCK	43
3.2	KOMMUNIZIERENDE GEFÄßE	44
3.3	AUFTRIEB F_A	45
3.4	KONTINUITÄTSGLEICHUNG	46
3.5	DURCHFLUSSMESSUNG	47
3.5.1	DEFINITION: VOLUMENSTROM (=DURCHFLUSS)	48
3.5.2	BEHÄLTERMESSUNG	48
3.5.3	MESSWERTAUFNEMMER FÜR DIE WASSERTIEFE	50
3.5.4	MESSWERTAUFNEMMER FÜR DIE FLIESSGESCHWINDIGKEIT	51
3.5.5	DURCHFLUSSMESSVERFAHREN AUF KLÄRANLAGEN	53
3.5.6	ÜBERPRÜFUNG VON DURCHFLUSS-MESSEINRICHTUNGEN	57
4.	<u>CHEMIE IN DER ABWASSERTECHNIK</u>	59
4.1	WAS IST CHEMIE?	59
4.2	WORAUS BESTEHEN STOFFE?	59
4.2.1	CHEMISCHE ELEMENTE	59
4.2.2	CHEMISCHE VERBINDUNGEN	60
4.3	WIE SCHWER SIND ATOME UND MOLEKÜLE?	60
4.3.1	ATOMMASSE	60
4.3.2	MOLEKÜLMASS	61
4.4	DAS PERIODENSYSTEM DER ELEMENTE (PSE)	61
4.5	WAS IST EIN "MOL"?	63
4.5.1	PO_4 ODER PO_4 -P, NO_3 ODER NO_3 -N?	63

4.6	LÖSUNGEN IN WASSER.....	65
4.7	SÄUREN, LAUGEN UND PH-WERT	65
4.7.1	SÄUREN.....	65
4.7.2	LAUGEN (ODER: "BASEN").....	66
4.7.3	PH-WERT	66
4.7.4	PUFFERUNG UND PUFFERKAPAZITÄT.....	67
4.8	CHEMISCHE REAKTIONEN	67
4.8.1	NEUTRALISATION.....	67
4.8.2	FÄLLUNGSREAKTION	68
4.8.3	OXIDATIONSREAKTION	69
4.8.4	FARbreaktion.....	69
4.9	WAS IST ORGANISCH, WAS ANORGANISCH?	69
5.	<u>ENTNAHME VON ABWASSER UND SCHLAMMPROBEN</u>	71
5.1	BEDEUTUNG DER PROBENENTNAHME	71
5.2	ZIEL DER PROBENAHME BEI DER ÜBERWACHUNG UND BETRIEBSFÜHRUNG	71
5.3	ANFORDERUNGEN AN DIE PROBENENTNAHME	72
5.4	VERSCHIEDENE ARTEN DER PROBENAHME	73
5.4.1	STICHPROBE.....	74
5.4.2	MISCHPROBE.....	74
5.5	PROBENENTNAHMESTELLEN AUF KLÄRANLAGEN	76
5.6	PROBENVORBEHANDLUNG UND KONSERVIERUNG.....	79
5.7	HÄUFIGEN FEHLERQUELLEN BEI DER ENTNAHME VON ABWASSERPROBEN.....	81
5.8	FEHLERVERMEIDUNG UND QUALITÄTSSICHERNDE MAßNAHMEN FÜR DIE PROBENENTNAHME	83
6.	<u>UNTERSUCHUNG VON ABWASSER UND SCHLAMMPROBEN</u>	85
6.1	PHYSIKALISCHE UND PHYSIKALISCH-CHEMISCHE UNTERSUCHUNGEN	85
6.1.1	MESSUNG DER TEMPERATUR (T).....	85
6.1.2	BESTIMMUNG DES PH-WERTES	86

6.1.3	BESTIMMUNG DES SAUERSTOFFGEGHALTS	87
6.1.4	FESTSTOFFUNTERSUCHUNGEN - SCHLAMMPARAMETER	88
6.1.5	MESSUNG DER SICHTTIEFE	105
6.1.6	MESSUNG DES SCHLAMMSPIEGELS IM NACHKLÄRBECKEN	106
6.2	CHEMISCHE UND BIOCHEMISCHE UNTERSUCHUNGEN.....	107
6.2.1	BESTIMMUNG DER SÄUREKAPAZITÄT (SK _{4,3}).....	107
6.2.2	TITRIERBARE ORGANISCHEN SÄUREN (TOS)	108
6.2.3	ORGANISCHE KOHLENSTOFFVERBINDUNGEN	109
6.2.4	BESTIMMUNG VON STICKSTOFF- UND PHOSPHORVERBINDUNGEN	121
6.2.5	SCHWEFELWASSERSTOFFPROBE (FÄULNISFÄHIGKEIT)	128
6.2.6	BESTIMMUNG DES KOHLENDIOXID- UND SCHWEFELWASSERSTOFFGEGHALTES IM FAULGAS.....	128
6.3	BIOLOGISCHE UNTERSUCHUNGEN.....	130
6.3.1	„ATMUNGSMESSUNG“ - MESSUNG DES SAUERSTOFFVERBRAUCHES VON BELEBTSCHLAMM	130
6.3.2	MIKROSKOPISCHE UNTERSUCHUNGEN DES BELEBTEN SCHLAMMES.....	137
7.	<u>ABWASSERABLEITUNG</u>	139
7.1	AUFGABEN DER KANALISATION	139
7.2	GRUNDSÄTZE DER STADTENTWÄSSERUNG.....	140
7.2.1	ALLGEMEINE ANFORDERUNGEN	140
7.2.2	ENTWÄSSERUNGSVERFAHREN	140
7.3	MAßNAHMEN ZUR ABFLUSSVERRINGERUNG	144
7.4	WERKSTOFFE/ ROHRMATERIALIEN.....	144
7.4.1	ANFORDERUNGEN.....	144
7.4.2	BELASTUNGEN	145
7.4.3	WERKSTOFFE	145
7.5	DRUCK- UND UNTERDRUCKENTWÄSSERUNG	146
7.5.1	EINLEITUNG	146
7.5.2	ANWENDUNG UND VORTEILE	146
7.6	SONDERBAUWERKE IN KANALISATIONSANLAGEN.....	147
7.6.1	SCHÄCHTE.....	147
7.6.2	DÜKER.....	147
7.6.3	PUMPWERKE	148
7.6.4	REGENÜBERLÄUFE.....	148
7.6.5	REGENBECKEN	149
7.7	WARTUNG UND KONTROLLE	151
7.7.1	ALLGEMEINES	151

7.7.2	DICHTHEITSPRÜFUNG	151
7.7.3	OPTISCHE KONTROLLE	152
7.7.4	REINIGUNG, SPÜLUNG	152
7.7.5	EIGENÜBERWACHUNG	152
7.8	HAUSANSCHLÜSSE	152
8.	<u>MECHANISCHE ABWASSERREINIGUNG</u>	155
8.1	ALLGEMEINES	155
8.2	RECHEN	155
8.2.1	BEHANDLUNG DES RECHENGUTES	157
8.3	SANDFÄNGE	158
8.3.1	LANGSANDFANG	159
8.3.2	RUNDSANDFANG	159
8.3.3	BELÜFTETER SANDFANG	160
8.3.4	BEHANDLUNG DES ABGESCHIEDENEN SANDES	161
8.3.5	GRUNDLAGEN FÜR DIE ABSCHIEDEWIRKUNG DES SANDES.....	161
8.4	ABSETZBECKEN	163
8.4.1	ALLGEMEINES	163
8.4.2	TRICHTERBECKEN	164
8.4.3	ZWEISTÖCKIGE BECKEN (EMSCHERBRUNNEN)	164
8.4.4	RECHTECKBECKEN.....	165
8.4.5	RUNDBECKEN.....	167
8.4.6	GRUNDLAGEN FÜR DIE ABSCHIEDEWIRKUNG	167
8.4.7	BODENSCHLAMM-RÄUMEINRICHTUNGEN	174
8.4.8	SCHWIMMSCHLAMM-RÄUMEINRICHTUNGEN	175
8.5	BETRIEB MECHANISCHE REINIGUNG.....	176
8.5.1	RECHEN.....	178
8.5.2	SANDFANG	179
8.5.3	ABSETZBECKEN	181
9.	<u>GRUNDLAGEN DER BIOLOGISCHEN ABWASSERREINIGUNG</u>	187
9.1	EINFÜHRUNG	187
9.2	UMWANDLUNGSPROZESSE	188
9.2.1	DER KOHLENSTOFF-KREISLAUF	188
9.2.2	AEROBE UND ANAEROBE ABBAUPROZESSE.....	189
9.2.3	AEROBER ABBAU VON KOHLENSTOFFVERBINDUNGEN.....	190
9.2.4	NITRIFIKATION (AEROBER ABBAU VON AMMONIUM ZU NITRAT).....	191

9.2.5	DENITRIFIKATION (ANOXISCHER ABBAU VON KOHLENSTOFFVERBINDUNGEN)	194
9.2.6	PHOSPHOR-ENTFERNUNG	196
9.3	MASSEN-ERHALTUNG UND CSB-ERHALTUNG	197
9.4	EINFLUSSFAKTOREN AUF DIE AEROBE BIOLOGISCHE REINIGUNG	199
9.4.1	VERHÄLTNIS NAHRUNGSANGEBOT ZU BAKTERIENZAHL	199
9.4.2	ZUSAMMENSETZUNG DES ABWASSERS	200
9.4.3	UMWELTBEDINGUNGEN	201
9.5	MIKROORGANISMEN BEI DER ABWASSERREINIGUNG	203
9.5.1	LEBENSRAUM GEWÄSSER – LEBENSRAUM KLÄRANLAGE	203
9.5.2	AUFWUCHSBAKTERIEN	205
9.5.3	FREISCHWIMMENDE BAKTERIEN BZW. BAKTERIENFLOCKEN	205
9.5.4	LEBEWESEN IN DER BIOLOGISCHEN ABWASSERREINIGUNG	206
10.	BIOFILMVERFAHREN	217
10.1	VERFAHRENSÜBERBLICK	217
10.1.1	ALLGEMEIN	217
10.1.2	BESONDERHEITEN BEI BIOFILMVERFAHREN	219
10.1.3	ANWENDUNGSBEREICHE	220
10.2	TROPFKÖRPER	221
10.2.1	VERFAHRENSBESCHREIBUNG	221
10.2.2	ANWENDUNG	223
10.2.3	BELASTUNG UND UMWELTBEDINGUNGEN	224
10.2.4	BETRIEB VON TROPFKÖRPERN	227
10.3	TAUCHKÖRPER	229
10.3.1	VERFAHRENSBESCHREIBUNG	229
10.3.2	ANWENDUNG	233
10.3.3	BELASTUNG UND UMWELTBEDINGUNGEN	233
10.3.4	BETRIEB VON TAUCHKÖRPERANLAGEN	235
10.3.5	ZUSAMMENFASSUNG WICHTIGER GESICHTSPUNKTE FÜR TAUCHKÖRPER	235
10.4	WIRBELBETT UND GETAUCHTE FESTBETTEN	236
10.4.1	VERFAHRENSBESCHREIBUNG	236
10.4.2	ANWENDUNG	237
10.4.3	UMWELTBEDINGUNGEN UND BETRIEB	238
10.5	BIOFILTER ZUR ABWASSERREINIGUNG	239
10.6	ALLGEMEINES ZUM EINSATZ VON „NEUEN VERFAHREN“	241

11.	<u>DAS BELEBUNGSVERFAHREN</u>	243
11.1	GESCHICHTE UND ENTWICKLUNG	243
11.2	VERFAHRENSBESCHREIBUNG	244
11.3	GRUNDLAGEN DER REINIGUNGSWIRKUNG	246
11.3.1	BELEBUNGSBECKEN UND NACHKLÄRBECKEN SIND EINE EINHEIT	246
11.3.2	DAS SCHLAMMALTER	246
11.3.3	RAUMBELASTUNG	258
11.3.4	SCHLAMMBELASTUNG	259
11.3.5	BELASTUNGSGRÖßEN – NACHKLÄRBECKEN	260
11.4	NITRIFIKATION / DENITRIFIKATION BEIM BELEBUNGSVERFAHREN	263
11.4.1	GRUNDLAGEN	263
11.4.2	BETRIEBSWEISEN DER NITRIFIKATION – DENITRIFIKATION	270
11.5	PHOSPHORENTFERNUNG	277
11.5.1	PHOSPHOR-ÜBERSCHUSS / PHOSPHOR-MANGEL	277
11.5.2	CHEMISCHE PHOSPHORENTFERNUNG	279
11.5.3	BEISPIELE PHOSPHAT-FÄLLUNG	285
11.5.4	PHOSPHOR-LUXUSAUFNAHME (BIO-P)	289
11.6	BETRIEB VON BELEBUNGSANLAGEN	292
11.6.1	VOR INBETRIEBNAHME	292
11.6.2	EINARBEITUNG	293
11.6.3	BETRIEB VON NACHKLÄRBECKEN	295
11.6.4	ÜBERSCHUSSSCHLAMMABZUG	299
11.6.5	REGELUNG DER SAUERSTOFFZUFUHR	306
11.6.6	BETRIEBSUNTERBRECHUNG	319
11.6.7	AUßERBETRIEBNAHME	320
11.7	BELEBUNGSANLAGEN MIT AUFSTAUBETRIEB	320
11.7.1	VERFAHRENSPRINZIP	320
11.7.2	ANLAGEN MIT KONTINUIERLICHER ABWASSERZUFÜHRUNG	324
11.7.3	ANLAGEN VOM TYP „SCHUBWEISER BESCHICKUNG OHNE VORSPEICHER“	325
11.7.4	ANLAGEN VOM TYP „SCHUBWEISE BESCHICKUNG MIT VORSPEICHER“	326
11.7.5	ANLAGENTECHNIK	328
11.7.6	ÜBERWACHUNG VON BELEBUNGSANLAGEN MIT AUFSTAUBETRIEB	330
11.8	DIE BELEBTSCHLAMMFLOCKE	331
11.8.1	AUFBAU EINER BELEBTSCHLAMMFLOCKE	332
11.8.2	TYPEN VON SCHLAMMFLOCKEN	333
11.9	BLÄHSCHLAMM, SCHWIMMSCHLAMM, SCHAUM	336
11.9.1	EINFÜHRUNG	336
11.9.2	BLÄHSCHLAMM	340

11.9.3	SCHWIMMSCHLAMM	352
11.9.4	SCHAUM	354
11.9.5	ZUSAMMENFASSUNG WICHTIGER GESICHTSPUNKTE.....	355
11.10	MEMBRANBELEBUNGSVERFAHREN	355
11.11	ZUSAMMENFASSUNG WICHTIGER GESICHTSPUNKTE FÜR DAS BELEBUNGSVERFAHRENS	360
12.	<u>GROBRÄUMIGE VERFAHREN</u>	363
12.1	ABWASSERTEICHE	364
12.2	BEPFLANZTE BODENFILTER (PFLANZENKLÄRANLAGEN).....	366
13.	<u>VERFAHRENSKOMBINATIONEN</u>	369
13.1	ALLGEMEINES	369
13.2	KOMBINATION BELEBUNGSVERFAHREN – TROPFKÖRPER	370
13.3	KOMBINATION TROPFKÖRPER - BELEBUNGSANLAGE	371
13.4	ZWEITSTUFIGE BELEBUNGSANLAGE – BYPASSVERFAHREN.....	372
13.5	ZWEISTUFIGE BELEBUNGSANLAGE – HYBRIDVERFAHREN®	374
13.6	ZWEISTUFIGE BELEBUNGSANLAGE – AB-VERFAHREN	375
14.	<u>INDUSTRIE- UND GEWERBEABWASSER</u>	377
14.1	AUSWIRKUNGEN BETRIEBLICHER ABWÄSSER AUF KOMMUNALE KLÄRANLAGEN - ALLGEMEIN	377
14.1.1	ABWASSERANFALL	378
14.1.2	TEMPERATUR	378
14.1.3	ABWASSERZUSAMMENSETZUNG.....	378
14.2	TYPISCHE AUSWIRKUNGEN VON INDIREKTEINLEITERN	380
14.2.1	FLEISCHHAUEREI	380
14.2.2	MILCHVERARBEITENDE BETRIEBE	381
14.2.3	WEINVERARBEITENDE BETRIEBE	382
14.2.4	SONSTIGE INDIREKTEINLEITER	382
14.3	GESETZLICHE REGELUNGEN.....	383
14.3.1	THEORIE.....	383
14.3.2	PRAXIS	386

14.4	ABWASSERPROBLEMLÖSUNG	387
14.4.1	VERFOLGUNG DER WASSERMENGENSTRÖME	388
14.4.2	STOFFBILANZ	390
14.4.3	BEURTEILUNG DES UMFELDES	391
14.5	INNERBETRIEBLICHE MAßNAHMEN ZUR VERMEIDUNG VON ABWASSERENTSTEHUNG ODER -VERSCHMUTZUNG	393
14.5.1	TRENNUNG VON WASSERLINIEN	393
14.5.2	MEHRFACHVERWENDUNG UND KREISLAUFFÜHRUNG VON ABWASSER	394
14.5.3	ÄNDERUNG VON PRODUKTIONSVERFAHREN	395
14.5.4	ÄNDERUNG VON ROHSTOFFEN	395
14.5.5	VERLAGERUNG DER VERSCHMUTZUNG AUF ANDERE PFADE.....	396
14.6	VORREINIGUNG	396
14.6.1	BIOLOGISCHE VERFAHREN	396
14.6.2	PHYSIKALISCH/CHEMISCHE VERFAHREN.....	399
14.6.3	"VERBRENNUNG" VON ABWASSER (THERMISCHE BEHANDLUNG).....	403
15.	<u>PUMPWERKE UND PUMPEN</u>	405
15.1	EINLEITUNG	405
15.2	PUMPWERKE.....	405
15.2.1	REIHENFOLGE DER EINSCHALTUNG.....	405
15.3	PUMPENARTEN	406
15.3.1	KREISELPUMPEN	406
15.3.2	SCHNECKENPUMPEN	414
15.3.3	EXZENTERSCHNECKENPUMPEN	416
15.3.4	DREHKOLBENPUMPEN	417
15.3.5	DRUCKLUFTHEBER.....	418
16.	<u>BELÜFTUNGSSYSTEME</u>	419
16.1	DRUCKBELÜFTUNG	420
16.1.1	MATERIALIEN	422
16.1.2	BAUFORMEN	422
16.1.3	LEISTUNGSKENNWERTE.....	424
16.1.4	DRUCKLUFTERZEUGER (GEBLÄSE)	426
16.1.5	RÜHRWERKE	427
16.2	OBERFLÄCHENBELÜFTER	428
16.2.1	WALZENBELÜFTER	428
16.2.2	KREISELBELÜFTER.....	429
16.3	GEBRAUCHSEIGENSCHAFTEN UND BETRIEBSERFAHRUNGEN	430

16.3.1	WINTERBETRIEB	431
16.3.2	EMISSIONEN VON OBERFLÄCHENBELÜFTERN	432
16.3.3	SAUERSTOFFAUSNUTZUNG BEI DRUCKBELÜFTUNGSSYSTEMEN – PH WERT	432
16.3.4	BELÜFTERANORDNUNG IN UMLAUFBECKEN	433
16.3.5	BECKENGEOMETRIE BEI OBERFLÄCHENBELÜFTERN	434
17.	<u>BETRIEB VON DRUCKBELÜFTUNGSSYSTEMEN</u>	435
17.1	MESSUNG DES DRUCKVERLUSTES	436
17.1.1	ERMITTLUNG DER EINBLASTIEFE	436
17.1.2	ERMITTLUNG DES HYDRAULISCHEN GEGENDRUCKES.....	437
17.1.3	MESSUNG DES DRUCKES: P _{MESSUNG} [HPA]	437
17.1.4	ERFAHRUNGSWERTE	438
17.1.5	BEISPIEL	438
17.2	REINIGUNG VON BELÜFTERELEMENTEN	439
17.2.1	SÄUREDOSIERUNG	439
17.2.2	DEHNUNG DES MEMBRANMATERIALS.....	440
17.2.3	MECHANISCHE REINIGUNG MIT DRECKFRÄSE	441
17.2.4	FLUTEN MIT REINIGUNGSLÖSUNG	441
17.2.5	VORTEILE DURCH GERINGEREN DRUCKVERLUST.....	442
18.	<u>SCHLAMMBEHANDLUNG</u>	443
18.1	FESTSTOFFE, DIE AUF EINER KLÄRANLAGE ANFALLEN	443
18.1.1	RECHENGUT, SANDFANGGUT UND FETTE.....	443
18.1.2	PRIMÄR-, ÜBERSCHUSS- UND FÄLLSCHLAMM.....	443
18.2	ÜBERBLICK ZUR SCHLAMMSTABILISIERUNG	444
18.2.1	STABILISIERUNGSZEIT UND TEMPERATUR	445
18.2.2	SPEZIFISCHER SCHLAMMANFALL	447
18.3	AEROBE SCHLAMMSTABILISIERUNG.....	447
18.3.1	GLEICHZEITIGE AEROBE SCHLAMMSTABILISIERUNG	447
18.3.2	GETRENNTE AEROBE SCHLAMMSTABILISIERUNG	448
18.3.3	AEROB-THERMOPHILE SCHLAMMSTABILISIERUNG (ATS).....	448
18.4	ANAEROBE SCHLAMMSTABILISIERUNG	449
18.4.1	GRUNDLAGEN	449
18.4.2	SCHLAMMSTABILISIERUNG IM UNBEHEIZTEN FAULBEHÄLTERN (KALTE FAULUNG) ...	451
18.4.3	MESOPHILE SCHLAMMFAULUNG IM BEHEIZTEN FAULBEHÄLTER.....	454
18.4.4	BEURTEILUNG DES STABILISIERUNGSGRADES	459
18.5	BETRIEB DER SCHLAMMFAULUNG.....	461
18.5.1	ZWEISTÖCKIGE ANLAGE (EMSCHERBRUNNEN).....	461
18.5.2	BEHEIZTE FAULBEHÄLTER	465

18.6	CHEMISCHE SCHLAMMSTABILISIERUNG	472
18.7	SCHLAMMEINDICKUNG,- ENTWÄSSERUNG- UND TROCKNUNG	472
18.7.1	SCHLAMMKONDITIONIERUNG.....	474
18.7.2	SCHWERKRAFTEINDICKUNG (= STATISCHE EINDICKUNG).....	475
18.7.3	MASCHINELLE EINDICKUNG.....	475
18.7.4	MASCHINELLE ENTWÄSSERUNG.....	478
18.8	SCHLAMMTROCKNUNG.....	484
18.9	ENTSEUCHUNG	486
18.9.1	THERMISCHE VERFAHREN (ENTSEUCHUNG MITTELS HITZE).....	486
18.9.2	ZUGABE VON CHEMIKALIEN.....	487
18.10	RÜCKBELASTUNG AUS DER SCHLAMMBEHANDLUNG	488
19.	<u>KLÄRSCHLAMMVERWERTUNG UND –ENTSORGUNG</u>	491
19.1	EINLEITUNG	491
19.2	DERZEITIGE ENTSORGUNGSPRAXIS IN ÖSTERREICH	494
19.3	KLÄRSCHLAMMANFALL	496
19.4	KLÄRSCHLAMMZUSAMMENSETZUNG	497
19.4.1	ALLGEMEINES.....	497
19.4.2	WERTSTOFFE FÜR LANDWIRTSCHAFTLICHER VERWERTUNG.....	498
19.4.3	SCHADSTOFFE BEI LANDWIRTSCHAFTLICHER VERWERTUNG	501
19.4.4	SCHADSTOFFENTFRACHTUNG - VERMEIDUNG.....	503
19.5	DIREKTE LANDWIRTSCHAFTLICHE KLÄRSCHLAMMVERWERTUNG	506
19.5.1	ALLGEMEINES.....	506
19.5.2	GESETZLICHE VORAUSSETZUNGEN, RAHMENBEDINGUNG	506
19.5.3	ORGANISATION DER VERWERTUNG.....	509
19.5.4	TECHNIK UND LOGISTIK DER AUSBRINGUNG	516
19.6	SONSTIGE VERWERTUNG.....	519
19.6.1	ALLGEMEINES.....	519
19.6.2	GESETZLICHE VORGABEN DER SONSTIGEN VERWERTUNG	521
19.7	DEPONIERUNG.....	523
19.7.1	GESETZLICHE VORGABEN.....	523
19.7.2	DEPONIERUNG VON VERBRENNUNGSRÜCKSTÄNDEN.....	524
20.	<u>FAULGASANFALL UND GASVERWERTUNG</u>	525
20.1	FAULGASANFALL	525

20.2	ENERGIEINHALT VON FAULGAS.....	526
20.3	GASVERWERTUNG.....	526
20.3.1	NUTZUNG IN HEIZKESSELN.....	526
20.3.2	NUTZUNG IN BLOCKHEIZKRAFTWERKEN	527
20.4	GASAUFBEREITUNG.....	528
20.4.1	ALLGEMEINES.....	528
20.4.2	SCHAUMFALLE.....	529
20.4.3	KIESTOPF.....	529
20.4.4	ENTFEUCHTUNG.....	530
20.4.5	ENTSCHWEFELUNG	530
20.5	GASFACKEL.....	531
20.6	GASBEHÄLTER	532
20.7	SICHERHEITSEINRICHTUNGEN	532
20.8	VOLUMENSTROMMESSUNG VON FAULGAS	533
21.	<u>ÜBERWACHUNG UND PROTOKOLLIERUNG DER REINIGUNGSLEISTUNG</u>	535
21.1	KONTROLLE DER MESSWERTE UND PLAUSIBILITÄT	537
21.1.1	VERGLEICH MIT ERWARTETEN WERTEN	538
21.1.2	KONTROLLE DURCH ANALYSE	540
21.2	ZEITLICHE ZUORDNUNG VON MESSWERTEN	542
21.3	QUALITÄTSSICHERUNG	542
21.3.1	ERFORDERLICHE SCHULUNG DES KLÄRWÄRTERS NACH ATV M 704	542
21.3.2	INTERNE QUALITÄTSKONTROLLE.....	543
21.4	AUSWERTUNGEN	544
21.4.1	EINFACHE AUSWERTUNGEN	545
21.4.2	LEISTUNGSKENNWERT.....	546
21.4.3	KLÄRANLAGENZUSTANDSBERICHT	550
22.	<u>SICHERHEIT UND UNFALLVERHÜTUNG AUF ABWASSERANLAGEN</u>	553
22.1	ALLGEMEINES	553
22.1.1	UNFALL – PRÄVENTION	554
22.1.2	GESUNDHEITS – PRÄVENTION	555
22.1.3	PRÄVENTIVDIENSTE (PFD)/ PRÄVENTIVFACHKRÄFTE (PFK)	555
22.1.4	GEFAHREN UND BELASTUNGEN BEI DER ARBEIT (EVALUIERUNG).....	555

22.1.5	UMSETZUNG VON EU-VORGABEN IN ÖSTERREICHISCHES RECHT	562
22.2	ÖWAV-ARBEITSBEHELFE 24 „EVALUIERUNG VON ARBEITSPLÄTZEN IN ABWASSERANLAGEN UND DEREN DOKUMENTATION“	563
22.3	PERSÖNLICHE SCHUTZAUSRÜSTUNG	563
22.4	CHECKLISTE TYPISCHER GEFAHREN / BELASTUNGEN.....	564
22.5	RECHTLICHE GESICHTSPUNKTE.....	567
22.5.1	RECHTLICHE GRUNDLAGEN (VERWALTUNGS-, STRAF-, ZIVIL-, REGRESSRECHT)	567
22.5.2	„UNSIKERHEIT“ DURCH DIE MÖGLICHKEIT EINER REGRESSFORDERUNG	567
22.5.3	BETRIEBSFREMDE	571
22.5.4	ARBEITSINSPEKTION / UNFALLVERHÜTUNGSDIENST / PRÄVENTIVFACHKRÄFTE	571
22.5.5	ALLEINARBEITSPLATZ (ASCHG § 61 ABS.6).....	572
22.5.6	BEFAHRERLAUBNISSCHEIN (AAV §§ 59, 60)	572
22.5.7	HYGIENE, GESUNDHEITSVORSORGE UND ERSTE HILFE	574
22.6	UNFALLGESCHEHEN	578
23.	<u>EMISSIONEN VON KLÄRANLAGEN</u>	579
23.1	EINLEITUNG	579
23.2	SCHALLEMISSIONEN	579
23.2.1	BETRIEB VON MASCHINEN	580
23.2.2	ROHRLEITUNGSSCHWINGUNGEN	581
23.2.3	WASSERGERÄUSCHE.....	582
23.3	AEROSOLEMISSIONEN.....	582
23.4	GERUCHEMISSIONEN	583
23.4.1	EINFLUSSFAKTOREN AUF DIE ENTWICKLUNG UND BILDUNG VON GERUCHSSTOFFEN ...	584
23.4.2	MESSUNG VON GERUCHSSTOFFEN.....	585
23.4.3	KRITISCHE BEREICHE AUF DER KLÄRANLAGE	587
23.4.4	MAßNAHMEN ZUR GERUCHSMINDERUNG.....	587
23.4.5	METHODEN ZUR BEHANDLUNG VON ABLUFT	589
24.	<u>ANHANG</u>	593
24.1	FACHAUSDRÜCKE.....	593
24.2	HÄUFIG VERWENDETE ABKÜRZUNGEN.....	610
24.3	AUSWAHL VON RECHTSGRUNDLAGEN, FACHSPEZIFISCHEN RICHTLINIEN UND ARBEITSUNTERLAGEN	614
24.3.1	RECHTSGRUNDLAGEN.....	614

24.3.2	RICHTLINIEN UND ARBEITSUNTERLAGEN DES ÖWAV	617
24.3.3	SONSTIGE NORMEN UND RICHTLINIEN.....	621
24.4	WIENER MITTEILUNGEN - ABWASSER.....	621
24.5	SONSTIGE ARBEITSUNTERLAGEN	624
24.6	INTERNETSEITEN UND FOLDER	625

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1-1:	Wasserkreislauf.....	2
Abbildung 1-2:	Wasserverbrauch in Österreich.....	3
Abbildung 1-3:	Beispiel für den Abwasseranfall über einen Tag.....	4
Abbildung 1-4:	Sauerstoffgehalt und Organismenanzahl im Fließgewässer nach einer Abwassereinleitung	8
Abbildung 1-5:	Skizze der wesentlichen Einheiten bei der biologischen Abwasserreinigung.....	10
Abbildung 3-1:	Zusammenhang des hydrostatischen Druck mit der Höhe der Flüssigkeit	43
Abbildung 3-2:	Schematische Darstellung kommunizierender Gefäße.....	44
Abbildung 3-3:	Schematische Darstellung des Wasserdrucks auf ein leeres Becken.	45
Abbildung 3-4:	Eine Änderung des Rohrquerschnitts A führt zu einer Veränderung der Fließgeschwindigkeit v	46
Abbildung 3-5:	Skizze zu Bsp. 22a	46
Abbildung 3-6:	Skizze zu Bsp. 22b	47
Abbildung 3-7:	Skizze zu Bsp. 23	49
Abbildung 3-8:	Abminderungsfaktoren für unterschiedliche Fließverhältnisse	52
Abbildung 3-9:	Skizze eines Venturigerinnes.....	53
Abbildung 3-10:	Schema einer magnetisch induktive Durchflussmessung (MID) (Quelle: Endress + Hauser)	55
Abbildung 3-11:	Einbau von MID's mit Beruhigungsstrecken.....	56
Abbildung 3-12:	Schemata eines Ultraschall-Fließgeschwindigkeitssensors	57
Abbildung 4-1:	Periodensystem der Elemente.....	62
Abbildung 5-1:	Arten der Probenahme.....	73
Abbildung 5-2:	Probenahme von Mischproben	75

Abbildung 5-3:	Probenahmestellen auf einer Kläranlage (Quelle: Abwassertechnische Vereinigung KLÄRWERKSPLANER).....	78
Abbildung 6-1:	Imhofftrichter	89
Abbildung 6-2:	Filtrationseinheit und Exsikkator.....	90
Abbildung 6-3:	Messzylinder	91
Abbildung 6-4:	Filtration mit Falten- bzw. Rundfilter	97
Abbildung 6-5:	Trocknungswaage	101
Abbildung 6-6:	Sichtscheibe	105
Abbildung 6-7:	Bürette.....	107
Abbildung 6-8:	BSB-Flasche für manometrisches Verfahren.....	113
Abbildung 6-9:	Unterschiedliche BSB-Kurven	114
Abbildung 6-10:	Sauerstoffmessung für BSB ₅	116
Abbildung 6-11:	Die verschiedenen Arten der Stickstoffverbindungen im Abwasser	123
Abbildung 6-12:	Vorgangsweise beim Komparatortest.....	124
Abbildung 6-13:	Beispiele für Komparator-Messverfahren.....	125
Abbildung 6-14:	Schematische Darstellung eines Photometers	126
Abbildung 6-15:	N- und P-Analytik. Bei der Bestimmung der N- und P-Summenparameter werden nach dem thermisch-chemischen Aufschluss messtechnisch Einzelstoffe analysiert.	127
Abbildung 6-16:	Messanordnung für die Atmungsmessung.....	134
Abbildung 6-17:	Einrichtung zur Atmungsmessung.....	135
Abbildung 6-18:	Schreiberstreifen	137
Abbildung 6-19:	Herstellen eines mikroskopischen Präparats	138
Abbildung 7-1:	Schema eines kommunalen Entwässerungssystems	139
Abbildung 7-2:	Prinzipskizze Mischverfahren	141
Abbildung 7-3:	Prinzipskizze Trennverfahren.....	142

Abbildung 7-4:	Kanal-Rohrmaterialien	145
Abbildung 7-5:	Schematische Darstellung eines Regenüberlaufes	149
Abbildung 7-6:	Prinzipskizzen Regenüberlaufbecken	150
Abbildung 7-7:	Schema Hausanschlüsse im Trennsystem.....	153
Abbildung 7-8:	Schema Hausanschluss im Mischsystem	153
Abbildung 8-1:	Schema eines Stabrechens.....	155
Abbildung 8-2:	Trommelrechen	156
Abbildung 8-3:	Stufenrechen	157
Abbildung 8-4:	Darstellung eines Langsandfanges in Grundriss und Längs- bzw. Querschnitt.....	159
Abbildung 8-5:	Darstellung eines Langsandfanges in Grundriss und Längsschnitt	159
Abbildung 8-6:	Belüfteter Sandfang - Schnitt	160
Abbildung 8-7:	Graphische Darstellung der Absetzvorgänge in einem Sandfang.....	162
Abbildung 8-8:	Graphische Darstellung günstiger/ungünstiger Strömungsverhältnisse in einem Sandfang	162
Abbildung 8-9:	Trichterbecken	164
Abbildung 8-10:	Emscherbrunnen	165
Abbildung 8-11:	Rechteckbecken	166
Abbildung 8-12:	Querdurchströmtes Nachklärbecken.....	166
Abbildung 8-13:	Rundbecken	167
Abbildung 8-14:	Verhältnis BSB_5 -Abnahme [%] im Vorklärbecken zur Aufenthaltszeit [h].....	168
Abbildung 8-15:	Graphische Darstellung der Absetzvorgänge in einem Nachklärbecken.....	169
Abbildung 8-16:	Vergrößerung der Störungszonen bei ungünstigem Verhältnis von Beckenlänge zu Beckentiefe.....	171
Abbildung 8-17:	Kurzschlussströmung	171
Abbildung 8-18:	Vergleich längs- und querdurchströmtes Rechteckbecken....	172

Abbildung 8-19:	Dichteströmungen	172
Abbildung 8-20:	Ablaufgestaltung	173
Abbildung 8-21:	Zahnschwelle	173
Abbildung 8-22:	Balkenräumer (Kettenräumer).....	175
Abbildung 9-1:	Prinzip des Kohlenstoff-Kreislaufs.....	188
Abbildung 9-2:	Abbau von Kohlenstoffverbindungen bei der aeroben Abwasserreinigung.....	190
Abbildung 9-3:	Abbau von Ammonium durch Oxidation (Nitrifikation)	193
Abbildung 9-4:	Denitrifikation (Abbau von Kohlenstoffverbindungen mit Nitrat anstelle von Sauerstoff).....	194
Abbildung 9-5:	Phosphatfällung mit Eisen bzw. mit Aluminium. Aus den gelösten Ionen entstehen die unlöslichen Fällungsprodukte Eisen-Phosphat bzw. Aluminium-Phosphat.....	197
Abbildung 9-6:	Schema einer CSB-Bilanz bei der Abwasserreinigung (OVC = Sauerstoffverbrauch beim Abbau der Kohlenstoffverbindungen)	198
Abbildung 9-7:	Nahrungspyramide in der biologischen Abwasserreinigung.....	207
Abbildung 9-8:	Bakterienzelle bei der Zellteilung.....	209
Abbildung 9-9:	Exponentielles Wachstum der Bakterienzellen.....	210
Abbildung 9-10:	Freischwimmende Bakterien (links), Bakterien in Flocken (rechts)	211
Abbildung 9-11:	Nacktamöbe (links) und Schalenamöbe (rechts).....	212
Abbildung 9-12:	Geißeltierchen: Peranema sp. (links), kleiner Zooflagellat (rechts).	212
Abbildung 9-13:	Freischwimmendes Wimpertierchen (links), festsitzendes Wimpertierchen (Glockentierchen) (rechts).....	213
Abbildung 9-14:	Mehrzeller: Rädertierchen (links), Nematode (rechts)	214
Abbildung 9-15:	Mehrzeller: Öltröpfchenwurm.....	215
Abbildung 10-1:	Schema einer Tropfkörperanlage.....	222

Abbildung 10-2:	Schema des Reinigungsvorgangs beim Tropfkörperverfahren.....	223
Abbildung 10-3:	Tropfkörper mit Drehsprenger.....	223
Abbildung 10-4:	Schema einer Tauchkörperanlage.....	230
Abbildung 10-5:	Aufbau eines Scheibentauchkörpers.....	230
Abbildung 10-6:	Schema eines Tuchfilters.....	231
Abbildung 10-7:	Scheibentauchkörper mit Tuchfilter.	232
Abbildung 10-8:	Wickeltauchkörper mit Antrieb.	232
Abbildung 10-9:	Schema einer Wirbelbetтанlage.	236
Abbildung 10-10:	Schema einer Anlage mit getauchtem Festbett.	237
Abbildung 11-1:	Anschlussgrad Wasserversorgung und Abwasserentsorgung in Österreich.....	244
Abbildung 11-2:	Schema des Belebungsverfahrens.....	245
Abbildung 11-3:	Schlammkreislauf einer Belebungsanlage, Durchflüsse und TS-Konzentrationen	256
Abbildung 11-4:	Energiemehrverbrauch in Abhängigkeit.....	266
Abbildung 11-5:	Prinzip der „simultanen (gleichzeitigen) Nitrifikation – Denitrifikation“	270
Abbildung 11-6:	Prinzip der „intermittierenden (wechselnden) Nitrifikation-Denitrifikation“	272
Abbildung 11-7:	Prinzip der vorgeschalteten Denitrifikation	273
Abbildung 11-8:	Möglicher Wirkungsgrad der vorgeschalteten Denitrifikation.....	274
Abbildung 11-9:	Vorgeschaltete Denitrifikation mit belüftbarer 2. Beckenkaskade (Prinzipschema)	274
Abbildung 11-10:	Prinzip der „Kaskadendenitrifikation“	275
Abbildung 11-11:	Prinzip der Kombination aus vorgeschalteter und simultaner/intermittierender Denitrifikation	276
Abbildung 11-12:	Gelöste PO ₄ -Ionen verbinden sich mit Eisen (Fe) bzw. Aluminium (Al) zu unlöslichem Eisenphosphat (FePO ₄) bzw. Aluminium-Phosphat (AlPO ₄).	279

Abbildung 11-13: Vorfällung bei einer Tropfkörperanlage	283
Abbildung 11-14: Betriebsergebnisse von Kläranlagen mit Vorfällung (Quelle: TU Wien, Institut für Wassergüte).....	283
Abbildung 11-15: Simultanfällung bei einer Belebungsanlage.....	284
Abbildung 11-16: Betriebsergebnisse von Kläranlagen mit Simultanfällung.....	284
Abbildung 11-17: Vereinfachtes Modell für die P-Luxusaufnahme in der Bakterienzelle.....	290
Abbildung 11-18: Verfahrensführung bei vermehrter biologischer P-Entfernung. Zusätzlich Fällmitteldosierung, wenn erforderlich.	291
Abbildung 11-19: Temperaturabhängigkeit der Wachstumsrate der Nitrifikanten.....	302
Abbildung 11-20: Schema eines Umlaufbeckens mit Steuerung der O ₂ -Zufuhr nach der NH ₄ -Konzentration.....	309
Abbildung 11-21: Schema eines Umlaufbeckens mit Steuerung der O ₂ -Zufuhr nach der O ₂ -Verbrauch.....	312
Abbildung 11-22: Verlauf der Sauerstoffkonzentration bei intermittierender Belüftung	313
Abbildung 11-23: Verlauf der Messwerte bei Steuerung nach dem Redoxpotential	318
Abbildung 11-24: Prinzipskizze einer Belebungsanlage mit Aufstaubetrieb.....	321
Abbildung 11-25: Beispiel für den Phasenablauf beim SBR-Zyklus	322
Abbildung 11-26: Verlauf von Wasserspiegel und Schlamm Spiegel im SBR. Quelle: Schreff (2007) „SBR-Anlagen Funktion und Betrieb“	323
Abbildung 11-27: Prinzipdarstellung einer SBR-Anlage vom Typ „kontinuierliche Beschickung“ (Variante 1).....	324
Abbildung 11-28: Zyklusplan für SBR-Anlagen vom Typ: "kontinuierliche Beschickung" (Beispiel).....	324

Abbildung 11-29: Fließbild für eine Belebungsanlage mit Aufstaubetrieb vom Typ: "schubweise Beschickung ohne Vorspeicher"; Beispiel: 2 Parallelbecken	325
Abbildung 11-30: Zyklusplan für SBR-Anlagen vom Typ: "schubweise Beschickung ohne Vorspeicher" (Beispiel)	326
Abbildung 11-31: Fließbild für eine Belebungsanlage mit Aufstaubetrieb vom Typ: „schubweise Beschickung mit Vorspeicher“	327
Abbildung 11-32: Zyklusplan für SBR-Anlagen vom Typ: „Kurzzeit-Beschickung“ (Beispiel).....	327
Abbildung 11-33: Ausrüstung von SBR-Anlagen. Quelle: Schreff (2007) „SBR-Anlagen Funktion und Betrieb“	329
Abbildung 11-34: Schematischer Aufbau einer Belebtschlammflocke (EPS = extrazelluläre polymere Substanzen, LPS = Lipopolysaccharide, d.s. Stoffe an der Bakterienoberfläche)	332
Abbildung 11-35: Belebtschlammflocke einer „normal“ belasteten Anlage	334
Abbildung 11-36: Hochlastflocke. Schlammbelastung hoch, Schlammalter gering.	334
Abbildung 11-37: Schwachlastflocke. Schlammbelastung klein, Schlammalter hoch.....	335
Abbildung 11-38: Blähschlamm.....	336
Abbildung 11-39: optisches Erscheinungsbild von a) Blähschlamm, b) Schwimmschlamm und c) Schaum auf Kläranlagen	338
Abbildung 11-40: Mikroskopisches Bild a) „normaler“ Schlamm $I_{SV} < 150$ ml/g; b) Blähschlamm $I_{SV} > 150$ ml/g; c) Schwimmschlamm	338
Abbildung 11-41: Unterschiedliche Strukturen von Belebtschlammflocken	340
Abbildung 11-42: Gute Substratversorgung einer Belebtschlammflocke	346
Abbildung 11-43: Substratmangel, nur der äußere Bereich der Flocke ist gut versorgt, Fadenorganismen haben einen Vorteil.	346

Abbildung 11-44: Schema einer Belebtschlammanlage mit aerobem Selektor.....	351
Abbildung 11-45: Schema Verteilte Abwasserzufuhr ins Belebungsbecken (Blähschlamm!) und Vor-Kopf-Beschickung (günstig).....	351
Abbildung 11-46: Schema einer Kaskadierung des Einlaufbereichs des Belebungsbeckens.....	351
Abbildung 11-47: Verfahrensschema Membranbelebungsverfahren mit getauchter (interner) Filtrationseinheit.....	356
Abbildung 11-48: Plattenmembran, Quelle: SANDOZ Ges.m.b.H.	357
Abbildung 11-49: Hohlfasermembran beim Einbau, Quelle: SANDOZ Ges.m.b.H.	357
Abbildung 12-1: Funktionsschema eines unbelüfteten Abwasserteichs.....	366
Abbildung 12-2 Schematische Darstellung eines bepflanzten Bodenfilters.....	367
Abbildung 13-1: Kombination Belebungsanlage - Tropfkörper	371
Abbildung 13-2: Kombination 1. Stufe Tropfkörper und 2. Stufe Belebungsanlage	372
Abbildung 13-3: Zweistufige Belebungsanlage zur Stickstoffentfernung (Bypass).....	374
Abbildung 13-4: Hybridverfahren®.....	375
Abbildung 13-5: AB-Verfahren	375
Abbildung 14-1: Schema einer Stoffbilanz einer Fabrik.....	390
Abbildung 14-2: Flotationsanlage	401
Abbildung 14-3: Flockung und Schlammabtrennung.....	403
Abbildung 15-1: Rohrpumpe für interne Rezirkulation	408
Abbildung 15-2: Zusammenhang zwischen Förderhöhe, Fördermenge und Wirkungsgrad.....	408
Abbildung 15-3: Anlagenkennlinie	409
Abbildung 15-4: Betriebspunkt im Schnittpunkt zwischen Anlagenkennlinie und Pumpenkennlinie	410

Abbildung 15-5:	Veränderung der Pumpenkennlinie durch Drehzahlregelung	411
Abbildung 15-6:	Veränderung der Anlagenkennlinie und des Betriebspunktes durch Drosselregelung	411
Abbildung 15-7:	Schneckenpumpe	414
Abbildung 15-8:	Q-H-Linie und Wirkungsgrad einer Schneckenpumpe im Vergleich zu einer Zentrifugalpumpe	415
Abbildung 15-9:	Aufbau einer Exzentrerschneckenpumpe.....	416
Abbildung 15-10:	Aufbau einer Drehkolbenpumpe	417
Abbildung 16-1:	Bauformen von Belüfterelementen.....	423
Abbildung 16-2:	Einbaubeispiel für eine feinblasige Druckbelüftung	424
Abbildung 16-3:	Kolbenformen (Werksbild Aerzener)	426
Abbildung 16-4:	Bauformen von Rührwerken	427
Abbildung 16-5:	Schnitt durch eine Belüfterwalze.....	428
Abbildung 16-6:	Kreiselbelüfter.....	430
Abbildung 17-1:	Beckenschnitt.....	436
Abbildung 17-2:	Ameisensäuredosierung	440
Abbildung 17-3:	Vorlagebehälter für Reinigungsflüssigkeit	442
Abbildung 17-4:	Ausströmen der Reinigungsflüssigkeit	442
Abbildung 18-1:	Stabilisierungszeit in Abhängigkeit der Temperatur und dem Angebot von Sauerstoff.....	446
Abbildung 18-2:	Aerob thermophile Stabilisierung.....	449
Abbildung 18-3:	Abbauschritte bei der Schlammfäulung.....	450
Abbildung 18-4:	Emscherbrunnen	453
Abbildung 18-5:	Faulturmheizung mit aussenliegendem Wärmetauscher	456
Abbildung 18-6:	Varianten der Umwälzung von Faulbehältern	457
Abbildung 18-7:	Gesamtmasse von Klärschlamm mit 50 kg Feststoffen in Abhängigkeit vom Feststoffgehalt.....	473
Abbildung 18-8:	Vorgang bei der Flockung.....	475

Abbildung 18-9:	Siebtrommel.....	476
Abbildung 18-10:	Bandeindicker	477
Abbildung 18-11:	Siebbandpresse.....	480
Abbildung 18-12:	Kammerfilterpresse	481
Abbildung 18-13:	Vollmantelschneckenzenrifuge (Gegenstromausführung).....	483
Abbildung 18-14:	Konvektions- und Kontaktrockung	485
Abbildung 19-1:	Zusammenhang zwischen dem Vorhandensein von Stoffen und einer Wirkung auf Qualität und Ertrag (z.B. Ernte im Pflanzenbau)	492
Abbildung 19-2:	Mögliche Behandlungs-, Verwertungs- und Entsorgungsverfahren für Klärschlamm.....	494
Abbildung 19-3:	Entsorgung und Verwertung kommunaler und industrieller Klärschlämme 2001 (Quelle: Abwasserentsorgung in Österreich 2001, BMFLUW)	495
Abbildung 19-4:	Zusammensetzung der Schlammrockensubstanz. Wesentliche Hauptelemente und ausgewählte Spurenstoffe.....	497
Abbildung 20-1:	Schema eines Kiestopfes	529
Abbildung 23-1:	Schnitt durch einen Biofilter.....	590

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1-1:	Typische spezifische Frachten und Konzentrationen im Rohabwasser.....	6
Tabelle 3-1:	Vor- und Nachteile eines Venturigerinnes.....	54
Tabelle 3-2:	Vor- und Nachteile der magnetisch induktive Durchflussmessung (MID).....	56
Tabelle 4-1:	Beispiele für Atommassen	60
Tabelle 4-2:	Umrechnungsfaktoren für gelöste Nährstoffe	64
Tabelle 4-3:	pH-Wert-Stufen.....	66

Tabelle 6-1:	Sauerstoffkonzentration (mg/L) von luftgesättigtem Wasser im Gleichgewicht mit wasserdampfgesättigter Luft bei 1013,25hPa.....	87
Tabelle 6-2:	Berechnung des Verdünnungsfaktors für unterschiedliche Mischanteile	92
Tabelle 6-3:	Vergleich der Summenparameter CSB - BSB - TOC	110
Tabelle 6-4:	Abschätzung der Probenmenge für die BSB ₅ -Messung	116
Tabelle 6-5:	Beispiel für ein Messprotokoll zur BSB ₅ -Messung	118
Tabelle 6-6:	Relevante Einzelstoffe und Summenparameter für N und P	122
Tabelle 6-7:	Atmungsmessung – Unterschiedliche Proben je nach Messwert	136
Tabelle 8-1:	Richtwerte für den Rechengutanfall.....	157
Tabelle 9-1:	Wesentliche Stoffgruppen bei der biologischen Abwasserreinigung.....	187
Tabelle 9-2:	Zusammenhang zwischen Schlammbelastung und Reinigungsleistung	200
Tabelle 10-1:	Füllmaterialien und theoretische spezifische Oberfläche. Achtung: im Betrieb sind etwa nur 2/3 dieser Fläche biologisch aktiv!.....	218
Tabelle 11-1:	Mindestschlammalter bei 10 °C (vereinfacht nach ATV-DVWK, A 131)	252
Tabelle 11-2:	Überblick über Belastungsverhältnisse bei unterschiedlichen Reinigungszielen, Werte für 10 °C.....	253
Tabelle 11-3:	Beispiele für unterschiedlichen Fe-/Al-Konzentrationen in den Fällmitteln	281
Tabelle 11-4:	Häufigste Typen von Fadenorganismen im Blähschlamm .	348
Tabelle 12-1:	Vergleich der großräumigen Verfahren – Platzbedarf je EW.....	364
Tabelle 14-1:	Vor- und Nachteile der anaeroben Abwasserreinigung	398

Tabelle 14-2:	Übersicht Trennverfahren	400
Tabelle 15-1:	Vor- und Nachteile von Kreiselpumpen	413
Tabelle 16-1:	Stärken und Schwächen von Belüftungssystemen.....	430
Tabelle 19-1:	Klärschlammanfall und –entsorgung (Quelle: Abwasserentsorgung in Österreich 2001, BMFLUW)	495
Tabelle 19-2:	Bandbreiten für den spezifischen jährlichen Schlammanfall als TS bei unterschiedlichen Verfahren zur Schlammbehandlung	496
Tabelle 19-3:	Größenordnungen für P-, N- und K-Konzentrationen in Klärschlamm (ÖWAV-Regelblatt Nr. 17)	500
Tabelle 19-4:	Schwermetallkonzentrationen in rund 400 Klärschlammproben in OÖ, NÖ, K und B in den Jahren 1995-1999 (mg/kg TM).....	502
Tabelle 21-1:	Charakteristische kommunale Abwasserzusammensetzung in g/EW	539
Tabelle 21-2:	Typische kommunale Abwasserzusammensetzung in mg/L bei $Q_t = 200 \text{ L/E.d.}$	539
Tabelle 21-3:	Typische Relationen in kommunalem Abwasser	539
Tabelle 21-4:	Typische Kohlenstoff-Stickstoff-Verhältnisse in kommunalem Abwasser	539
Tabelle 21-5:	Typische Kohlenstoff-Phosphor Verhältnisse in kommunalem Abwasser	540
Tabelle 21-6:	Typische Ablaufkonzentrationen von nitrifizierenden Kläranlagen mit P-Fällung (mg/L).....	540
Tabelle 21-7:	von nitrifizierenden Kläranlagen mit P-Fällung (mg/L).....	540
Tabelle 21-8:	Leistungs-Grenzkennwerte für typische Ablaufkonzentrationen	549
Tabelle 22-1:	Typische Gefahren/Belastungen (G/B) auf Abwasseranlagen.....	557
Tabelle 23-1:	Ergebnisse Olfaktormetrie	586