

Handbuch für **Umwelttechnische Berufe**

Band 3 // Fachkraft für Abwassertechnik

M. Fischer, H. Loy, G. Steinmann, B. Teichgräber

ISBN: 978-3-88721-251-3

Herausgeber und Vertrieb:

Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. (DWA)

Theodor-Heuss-Allee 17 · 53773 Hennef · Telefon: 02242 872-333 · Fax: 02242 872-100

E-Mail: info@dwa.de · www.dwa.de

Inhalt

Geleitwort	3
Die Autoren.....	5
Vorwort der Autoren	7
Lernfelder für die Ausbildung zur Fachkraft für Abwassertechnik	17
1 Wasserwirtschaft.....	23
1.1 Ziele der Wasserwirtschaft	23
1.2 Wassergütwirtschaft und Gewässerschutz.....	24
1.3 Gewässerqualität.....	26
1.3.1 Beurteilung der Gewässerqualität.....	27
1.3.2 Vorgaben der europäischen Wasserrahmenrichtlinie	30
1.3.3 Einwirkungen des Menschen auf die Gewässerqualität.....	32
1.4 Einfluss der Siedlungsentwässerung auf die Gewässer	32
1.4.1 Arten der Gewässerbelastung	33
1.4.2 Selbstreinigungsvermögen.....	34
1.4.3 Abwasserarten.....	36
1.4.4 Abwasseranfall	38
1.4.5 Abwasserbeschaffenheit	44
1.4.6 Aufgabe der Abwassertechnik.....	51
1.5 Fachbezogene Rechtsvorschriften	51
1.5.1 Europarecht.....	52
1.5.2 Bundesrecht	54
1.5.3 Landesrecht.....	80
1.5.4 Kommunales Recht.....	80
1.5.5 Technische Regeln.....	81
1.5.6 Sicherheitsvorschriften	81
2 Arbeitsschutz und Gesundheitsvorsorge.....	82
2.1 Grundlagen	82
2.2 Gesetze, Arbeitsschutzvorschriften	82
2.3 Gefährdungsbeurteilung und Unterweisung	86
2.3.1 Was steht im Gesetz?.....	86
2.3.2 Die Gefährdungsbeurteilung.....	87
2.3.3 Die Unterweisung.....	88
2.3.4 Das Explosionsschutzdokument.....	90
2.3.5 Einstufung und Kennzeichnung von Chemikalien.....	92
2.4 Arbeitshygiene.....	92
2.4.1 Grundlagen	92
2.4.2 Schutzmaßnahmen und Verhaltensregeln	92

2.4.3	Krankheitserreger in Abwasser und Schlamm.....	95
2.4.4	Gefahren für Umwelt und Mensch.....	97
2.4.5	Medizinische Vorsorgeuntersuchungen	98
2.5	Unfallverhütung	99
2.5.1	Die gesetzliche Unfallversicherung	99
2.5.2	Persönliche Schutzausrüstung	100
2.5.3	Rettungsausrüstung.....	102
2.5.4	Maßnahmen zur Unfallverhütung	103
2.6	Erste Hilfe	110
3	Siedlungsentwässerung – Kanalisation.....	112
3.1	Geschichte.....	114
3.2	Entwässerungsverfahren.....	116
3.2.1	Misch- und Trennverfahren	116
3.2.2	Druck- und Unterdruckentwässerung	120
3.3	Anlagen zur Abwasserableitung.....	124
3.3.1	Grundstücksentwässerung	124
3.3.2	Straßenentwässerung	128
3.3.3	Kanäle	129
3.3.4	Schächte.....	135
3.3.5	Prüfung der Kanäle und Schächte vor Inbetriebnahme.....	138
3.3.6	Pumpwerke	142
3.3.7	Sonstige Sonderbauwerke	143
3.4	Kanalbetrieb	146
3.4.1	Inspektion	146
3.4.2	Überwachung der Indirekteinleiter	164
3.4.3	Geruchsprobleme im Kanalbetrieb.....	167
3.5	Kanalunterhalt.....	173
3.5.1	Kanalreinigung	173
3.5.2	Reparaturmaßnahmen.....	180
3.6	Betrieb und Unterhalt von Sonderbauwerken.....	181
3.6.1	Pumpwerke	181
3.6.2	Regenbecken und -überläufe	181
3.7	Sanierung von Entwässerungsanlagen.....	185
3.7.1	Grundlagen	185
3.7.2	Sanierungsverfahren	186
3.8	Regenwasserbewirtschaftung	190
3.8.1	Naturnaher Umgang mit Regenwasser	190
3.8.2	Regenwasserbehandlung.....	192

3.8.3	Regenwasserversickerung.....	192
3.8.4	Regenwasserrückhalt.....	198
3.8.5	Regenwassernutzung.....	199
3.8.6	Wichtige Aspekte für die Fachkraft für Abwassertechnik	200
3.9	Mischwasserbehandlung.....	200
3.9.1	Regenüberlauf.....	201
3.9.2	Regenüberlaufbecken	201
3.9.3	Regenrückhaltebecken.....	204
4	Abwasserbehandlung	206
4.1	Reinigungsverlauf.....	208
4.2	Mechanische Vorgänge.....	211
4.2.1	Physikalische Grundlagen.....	211
4.2.2	Grob- und Sperrstoffentnahme	214
4.2.3	Leichtstoffabscheider	223
4.2.4	Sandfänge	225
4.2.5	Vorklärbecken	229
4.3	Biologische Vorgänge	234
4.3.1	Grundlagen	234
4.3.2	Natürliche Abwasserbehandlung	242
4.3.3	Biofilmverfahren.....	253
4.3.4	Belebungsverfahren.....	264
4.3.5	Nachklärbecken.....	288
4.3.6	Aufstaubelebung (SBR)	295
4.3.7	Membranbelebung	296
4.4	Chemische Vorgänge	299
4.4.1	Grundlagen	299
4.4.2	Phosphatfällung.....	301
4.5	Weitergehende Abwasserreinigung.....	313
4.6	Kleinkläranlagen	315
5	Schlammbehandlung.....	320
5.1	Schlammarten, -anfall, -beschaffenheit.....	320
5.1.1	Schlammarten	321
5.1.2	Schlamm-anfall.....	323
5.1.3	Schlamm-beschaffenheit.....	325
5.2	Grundschemata der Schlammbehandlung und -entsorgung.....	329
5.3	Schlammstabilisierung	330
5.3.1	Grundlagen	330
5.3.2	Aerobe Stabilisierung	333

5.3.3	Anaerobe Stabilisierung (Faulung)	335
5.3.4	Verfahrenstechnische Kombinationen	343
5.3.5	Keimverminderung (Hygienisierung)	345
5.4	Faulgas	346
5.4.1	Definition	346
5.4.2	Aufbau einer Faulgasanlage	346
5.4.3	Gasanfall	346
5.4.4	Gasgewinnung und Gasspeicherung	348
5.4.5	Einrichtungen zur Gasreinigung	352
5.4.6	Gasfackel	355
5.4.7	Co-Vergärung	355
5.5	Die Abtrennung des Schlammwassers	358
5.5.1	Grundlagen	358
5.5.2	Eindickung	361
5.5.3	Entwässerung	368
6	Abfälle	396
6.1	Grundlagen	396
6.2	Herkunft der Abfälle	398
6.3	Abfälle aus dem Kanalnetz	400
6.4	Reststoffe aus Rechen/Sieben, Sand- und Fettfängen	402
6.5	Klärschlamm	409
6.5.1	Allgemeines	409
6.5.2	Verwertung von Klärschlamm in der Landwirtschaft	409
6.5.3	Verwertung im Landschaftsbau	422
6.5.4	Kompostierung	422
6.5.5	Trocknung, Verbrennung, Veraschung	423
6.5.6	Deponie	435
6.6	Übernahme von Fäkalschlamm	436
6.7	Rückbelastung zur Kläranlage	439
7	Maschinen und Einrichtungen	442
7.1	Elektromotoren	442
7.1.1	Aufbau von Elektromotoren	443
7.1.2	Arten von Elektromotoren	444
7.1.3	Drehzahlen	445
7.1.4	Leistungsaufnahme P_1 , Leistung P_2 und Wirkungsgrad η_m	446
7.1.5	Betrieb von Elektromotoren	452
7.1.6	Schutzklassen und Schutzarten	452
7.2	Warten von Maschinen	453

7.3	Pumpwerke	458
7.3.1	Aufbau.....	458
7.3.2	Pumpenarten.....	459
7.3.3	Auslegung der Pumpen.....	463
7.3.4	Saugraum (Pumpensumpf)	469
7.3.5	Inbetriebnahme einer Kreiselpumpe.....	470
7.3.6	Warten von Pumpen.....	472
7.4	Drucklufterzeuger.....	474
7.4.1	Grundlagen	474
7.4.2	Drehkolbengebläse	475
7.4.3	Turbogebälde.....	480
7.4.4	Kompressoren.....	480
7.4.5	Ausstattung Maschinenraum	480
7.5	Gasverstromung	481
7.5.1	Grundlagen der Gasverstromung.....	481
7.5.2	Blockheizkraftwerke (BHKW).....	482
7.5.3	Mikrogasturbinen	483
7.6	Maschinelle Überschussschlammvoreindickung.....	485
7.6.1	Veranlassung und Grundlagen.....	485
7.6.2	Schneckeneindicker.....	488
7.6.3	Bandeindicker	488
7.6.4	Scheibeneindicker	489
7.7	Kompaktanlagen (Rechen, Sandfang, Fettfang).....	489
8	Durchflussmessung, Probenahme.....	491
8.1	Durchflussmessung.....	491
8.1.1	Durchflussmessung Abwasser	491
8.1.2	Durchflussmessung Schlamm	505
8.1.3	Durchflussmessung Gas	510
8.2	Probenahme	512
8.2.1	Grundlagen	512
8.2.2	Arten der Probenahme	515
8.2.3	Probenahme Abwasser	518
8.2.4	Probenahme Schlamm.....	529
8.2.5	Probenahme Boden (nach Einweisung).....	531
8.2.6	Probenahmeprotokoll	531
8.3	Sinnesprüfung	535
8.3.1	Farbe, Geruch.....	535
8.3.2	Temperatur	536

8.4	Konservierung, Transport, Homogenisierung	538
8.4.1	Konservierung	538
8.4.2	Transport.....	540
8.4.3	Homogenisierung	540
8.5	Das Wetter	542
9	Analytik	545
9.1	Grundsätzliches.....	545
9.1.1	Begriffe der Messtechnik	545
9.1.2	Zweck der Untersuchungen	546
9.1.3	Laboraausstattung.....	550
9.1.4	Art und Häufigkeit der Untersuchungen.....	551
9.2	Messungen physikalischer Werte	553
9.2.1	Sichttiefe, Durchsichtigkeit, Trübung	553
9.2.2	Absetzbare Stoffe und Schlammvolumen	556
9.2.3	Schlamm Trockensubstanz und Schlammindex	563
9.2.4	Glührückstand, Glühverlust.....	567
9.2.5	Aufschlämmen.....	569
9.3	Messung chemischer Werte	570
9.3.1	Sauerstoffgehalt	570
9.3.2	Chemischer Sauerstoffbedarf (CSB)	573
9.3.3	TOC.....	575
9.3.4	Haltbarkeit (Methylenblauprobe)	578
9.3.5	Faulfähigkeit (Schwefelwasserstofftest)	580
9.3.6	pH-Wert	581
9.3.7	Organische Säuren und Säurekapazität (Kalkreserve)	587
9.3.8	Elektrische Leitfähigkeit	589
9.3.9	Kohlendioxid im Faulgas	590
9.3.10	Enzymaktivität (TTC-Test)	591
9.3.11	Ammonium-Stickstoff (NH_4N)	593
9.3.12	Nitrat-Stickstoff ($\text{NO}_3\text{-N}$)	594
9.3.13	Nitrit-Stickstoff ($\text{NO}_2\text{-N}$)	595
9.3.14	Gesamtstickstoff	595
9.3.15	Phosphor (P)	597
9.4	Messung biochemischer/biologischer Werte.....	599
9.4.1	Biochemischer Sauerstoffbedarf (BSB_5).....	599
9.4.2	Toxizität	604
9.4.3	Bestimmung des mikroskopischen Bildes.....	605
9.5	Die Anwendung.....	611

9.5.1	Die fotometrische Bestimmung.....	611
9.5.2	Interne Qualitätskontrollen (IQK)	613
10	Messen, Steuern, Regeln, Elektrotechnik.....	615
10.1	Messen	616
10.2	Die Online-Messung	618
10.3	Steuern und Regeln.....	627
10.3.1	Pumpwerke	629
10.3.2	Rechenanlagen	629
10.3.3	Rechengutpressen	630
10.3.4	Sandfänge	631
10.3.5	Sandklassierer	633
10.3.6	Vorklärbecken	633
10.3.7	Belebungsanlagen	635
10.3.8	Nachklärbecken.....	644
10.3.9	Tropfkörperanlagen.....	646
10.3.10	Rotationstauchkörperanlagen.....	648
10.3.11	Beheizte Faulbehälter	648
10.4	Automatisierungs- und Leittechnik.....	650
11	Betrieb und Unterhalt.....	655
11.1	Grundlagen	655
11.1.1	Begriffe.....	656
11.1.2	Ziele von Betrieb und Unterhalt	657
11.1.3	Voraussetzungen für erfolgreichen Betrieb und Unterhalt	658
11.2	Dienst- und Betriebsanweisung, Alarmplan	659
11.2.1	Dienst- und Betriebsanweisung	659
11.2.2	Alarmplan	661
11.3	Darstellen und Auswerten von Arbeitsergebnissen der Kläranlage	663
11.3.1	Betriebstagebuch	665
11.3.2	Sauerstoffbedarfsstufen, Nährstoffbelastungsstufen	671
11.3.3	Abbaugrad einer Kläranlage	672
11.3.4	Fremdwasser	673
11.3.5	Die Jahresschmutzwassermenge.....	678
11.3.6	Auswerten der Betriebsergebnisse	681
11.3.7	Dokumentation der Qualitätskontrollen	682
11.4	Inbetriebnahme der Kläranlage	683
11.5	Besondere Betriebszustände der Kläranlage	685
11.5.1	Rechtliche Folgen bei Betriebsstörungen	685
11.5.2	Hydraulische oder biochemische Unter- oder Überbelastung.....	691

Inhalt

11.5.3	Schlammtreiben im biologischen Teil.....	692
11.5.4	Störungen der anaeroben Schlammstabilisierung (Faulung)	696
11.5.5	Belastung durch Gifte, Säuren, Laugen oder Detergenzien	703
11.5.6	Zufluss von Öl, Benzin oder leichtflüchtigen Stoffen, Löschschaum	705
11.5.7	Stromausfall	707
11.5.8	Winterbetrieb	709
11.5.9	Geruchsbelästigungen	711
11.5.10	Entleeren eines Beckens	712
11.5.11	Druckverluste in Druckbelüfterelementen	713
11.5.12	MAP-Ablagerungen auf Kläranlagen.....	720
11.6	Energetische Optimierung	722
11.6.1	Ziele	722
11.6.2	Senkung des Energiebedarfs.....	722
11.6.3	Erhöhung der Eigenenergieproduktion.....	728
11.6.4	Stromlieferungsverträge	731
11.7	Unterhalt von Abwasseranlagen	733
11.7.1	Außenanlagen	734
11.7.2	Bekämpfung von Ungeziefer und Ratten	739
11.7.3	Elektrische Einrichtungen.....	743
11.7.4	Brauchwasser	756
Literatur	758
Stichwortverzeichnis	764