

Handbuch für Umwelttechnische Berufe

Band 3 // Fachkraft für Abwassertechnik

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

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

1. Auflage 1989	5. Auflage 1994	9. Auflage 2011
2. Auflage 1990	6. Auflage 1999	10. Auflage 2015
3. Auflage 1991	7. Auflage 2003	11. Auflage 2022
4. Auflage 1992	8. Auflage 2007	

Die Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. (DWA) setzt sich intensiv für die Entwicklung einer sicheren und nachhaltigen Wasser- und Abfallwirtschaft ein. Als politisch und wirtschaftlich unabhängige Organisation arbeitet sie fachlich auf den Gebieten Wasserwirtschaft, Abwasser, Abfall und Bodenschutz.

In Europa ist die DWA die mitgliederstärkste Vereinigung auf diesem Gebiet und nimmt durch ihre fachliche Kompetenz bezüglich Regelsetzung, Bildung und Information sowohl der Fachleute als auch der Öffentlichkeit eine besondere Stellung ein. Die rund 14 000 Mitglieder repräsentieren die Fachleute und Führungskräfte aus Kommunen, Hochschulen, Ingenieurbüros, Behörden und Unternehmen.

Impressum:

Herausgeber und Vertrieb:
 Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. (DWA)
 Theodor-Heuss-Allee 17
 53773 Hennef, Deutschland

Nachdruck:
 Januar 2022

Satz:
 DWA

Druck:
 Druckhaus köthen GmbH & Co KG

Tel.: +49 2242 872-333

ISBN:
 978-3-88721-251-3

Fax: +49 2242 872-100

E-Mail: info@dwa.de

Gedruckt auf 100 % Recyclingpapier

Internet: www.dwa.de

© 10.-11. Auflage, DWA Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V., Hennef 2020

© 1.-9. Auflage, F. Hirthammer Verlag GmbH, Oberhaching

Alle Rechte, insbesondere die der Übersetzung in andere Sprachen, vorbehalten. Kein Teil dieser Publikation darf ohne schriftliche Genehmigung des Herausgebers in irgendeiner Form – durch Fotokopie, Digitalisierung oder irgendein anderes Verfahren – reproduziert oder in eine von Maschinen, insbesondere von Datenverarbeitungsmaschinen, verwendbare Sprache übertragen werden.

Geleitwort

Liebe Leserinnen und Leser,

mit diesem Buch halten Sie eines der Standardwerke für die Berufsaus- und Weiterbildung des Betriebspersonals abwassertechnischer Anlagen in Händen. Es ist bereits die 11. Auflage des Bandes „Abwassertechnik“ aus dem vierteiligen Handbuch für Umwelttechnische Berufe.

Diese Auflage bleibt nach Prüfung auf Aktualität durch die Autoren unverändert, jedoch stehen wir in Deutschland am Anfang eines Neuordnungsprozesses der vier umwelttechnischen Berufe. Was das am Ende für Änderungen mit sich bringen wird, ist noch nicht genau abzusehen, jedoch das Thema Digitalisierung wird definitiv mehr Platz in einem neuen Ausbildungsrahmenplan einnehmen. Ebenfalls nicht abzusehen ist, wann die neue Ausbildungsverordnung in Kraft treten wird. Insofern haben wir uns gemeinsam mit den Autoren für einen unveränderten Nachdruck entschieden. Die 12. Auflage wird dann die Neuerungen der Ausbildungsordnung widerspiegeln.

Seit der ersten Auflage Ende der 1980er Jahre haben bereits mehrere Generationen von Auszubildenden und Praktikern dieses Lehrbuch auch als Nachschlagewerk schätzen gelernt. Anlass für die erste Auflage war die Aufnahme des „Ver- und Entsorgers“ in die Ausbildungsverordnung, die im Mai 1984 in Kraft trat. Seither sind die Tätigkeiten in den drei Fachrichtungen Abwasserentsorgung, Wasserversorgung und Abfall als Beruf staatlich anerkannt. Im Herbst 1984 gab es dann die ersten Ausbildungsverträge. Man kann ohne Übertreibung feststellen, dass dies ein Meilenstein in der Geschichte des Betriebspersonals war. Drei Pioniere setzten sich seinerzeit zusammen, um das erste Handbuch für den Beruf in der Abwasserentsorgung zu entwickeln. Es waren Prof. Dr.-Ing. Heinz-Christian Baumgart, Dipl.-Ing. Manfred Fischer und Dipl.-Ing. Erwin Stier.

Jetzt, rund 30 Jahre später, ist in der Entwicklung der Abwassertechnik kein Stillstand zu erkennen. Neue Themen wie Phosphorrecycling, weitergehende Abwasserreinigung, Treibhausgasemissionen oder Spurenstoffelimination beschäftigen die Fachwelt. Das Betriebspersonal auf den Kläranlagen ist so stets gefordert, ihr Wissen dem aktuellen Stand der Technik anzupassen. Eine logische und positive Konsequenz aus den gewachsenen Anforderungen ist auch die Änderung der Verordnung über die Prüfung zum anerkannten Abschluss „Geprüfter Abwassermeister/Geprüfte Abwassermeisterin (BGBl. I S.274)“, die mit Wirkung vom 03.04.2014 in Kraft getreten ist. Hiermit wurde die Qualifikation der Abwassermeister (wie auch die der anderen drei UT-Meister) dem Niveau 6 des Europäischen Qualifikationsrahmens zugeordnet und damit einem Bachelor-Abschluss gleichgestellt. Eine Aufwertung, die der Berufsstand verdient.

Auch für den Nachdruck hat sich Herr Fischer als einer der Autoren der ersten Stunde die Fäden in der Hand behalten. Als Co-Autoren standen ihm neben Dipl.-Ing. Hardy Loy zwei neue, hervorragend qualifizierte Fachleute der Abwassertechnik zur Seite: Prof. Dr.-Ing. Burkhard Teichgräber und Prof. Dr.-Ing. Gerald A. Steinmann. So ist die hohe Quali-

tät des Fachbuchs auch in Zukunft gewährleistet. Für Herrn Fischer wird mit der nächsten Neuauflage seine Zeit als fachlicher und organisatorischer Dreh- und Angelpunkt für das Handbuch zu unserem sehr großen Bedauern leider enden. Ein kleiner Trost für uns ist, dass er sich bereits selbst um einen passenden Nachfolger gekümmert hat, der für die 12. Auflage in den Startlöchern steht. Es sind große Fußstapfen, die da auf ihn warten.

Im Jahr 2014 hat die DWA das abwassertechnische Programm des Hirthammer Verlags übernommen. Die DWA steht dafür, alle fachlichen Bereiche der Wasser- und Abfallwirtschaft von der Forschung über die Behördenebene bis hin zur Praxis zu vernetzen – ein Umstand der sich in den Eigenpublikationen zeigt und der für die Aktualität in der Aus- und Weiterbildung sehr wichtig ist. Gerade die umwelttechnischen Berufe müssen stets dem aktuellen Erkenntnisstand folgen. Umgekehrt ist es ebenso wichtig, dass sich die Erfahrungen der Praktiker in den Aus- und Weiterbildungsverordnungen wiederfinden. Auch hier bietet die DWA die richtige Plattform.

Es bleibt mir, den Autoren an dieser Stelle meinen Dank für ihre ausgezeichnete Arbeit auszusprechen. Sie tragen durch ihre sehr gut abgestimmte Zusammenarbeit wesentlich zum Erfolg dieses Lehrbuchs und damit zum guten Wissenstand unserer Fachkräfte bei.

Wasser ist Leben – dies gilt es auch in Zukunft zu sichern und zu bewahren.



A handwritten signature in black ink, appearing to read 'J. Lohaus', written in a cursive style.

Johannes Lohaus
Sprecher der Bundesgeschäftsführung

Die Autoren

Dipl.-Ing. (FH) *Manfred Fischer* (Jahrgang 1940) ist Mittelfranke. Er studierte in München Ingenieurbau und war 39 Jahre beim Bayer. Landesamt für Wasserwirtschaft im Bereich Gewässergütemirtschaft tätig. In dieser Zeit war er auch Lehrer und später Leiter der Kläranlagen-Nachbarschaften in Bayern. Seine Berufung zum Obmann des DWA-Fachausschusses für alle „Nachbarschaften“ eröffneten ihm die Möglichkeit über Deutschland hinaus Kontakte mit Fachleuten aus allen Bereichen zu knüpfen. Als Autor zahlreicher Fachbücher ist er einem breiten Publikum bekannt. Seit seinem Ruhestand 2005 ist er Schriftleiter des Fachblattes KA-Betriebs-Info. Für seine Verdienste wurde er zum Ehrenmitglied der DWA ernannt. Er übernahm die Abschnitte 9, 10 und 11 sowie die Gesamtedaktion.



Dipl.-Ing. (FH) *Hardy Loy* (Jahrgang 1962) wurde in Rüsselsheim am Main geboren. Er studierte Umwelt- und Hygienetechnik an der Fachhochschule Gießen-Friedberg und begann seine berufliche Laufbahn 1988 beim Abwasserverband Ampergruppe in Bayern. Seit 1991 arbeitet er im Gewässerschutz mit dem Schwerpunkt Siedlungsentwässerung am Bayer. Landesamt für Wasserwirtschaft (heute: Bayer. Landesamt für Umwelt). Als Lehrer im DWA-Klärwärtergrundkurs ist er schon viele Jahre in der Fort- und Weiterbildung tätig. Dort lernte er die Sorgen und Probleme des Betriebspersonals im Alltag kennen. Im Jahr 2005 übernahm er die Leitung der Bayer. Kanal- und Kläranlagen-Nachbarschaften. Er bearbeitete die Abschnitte 1, 2 und 3 des Buches.



Prof. Dr.-Ing. *Gerald A. Steinmann* (Jahrgang 1960) geboren in Bonn, verbrachte die Schulzeit in Neuss am Rhein und kam zum Studium des Bauingenieurwesens 1980 an die TU München. Auf das Diplom 1985 folgte im Jahr 1989 die Promotion bei Prof. Dr.-Ing. Bischofsberger. Nach 12jähriger Tätigkeit im Ingenieur-Büro Völker & Partner in Weissenburg i. Bay. übernahm er 2001 an der FH Würzburg-Schweinfurt die Lehrgebiete Wasser-



bau und Siedlungswasserwirtschaft. Neben seiner Tätigkeit in der Lehre berät er Kommunen und Ingenieurbüros und ist als Sachverständiger für Wasserwirtschaft, Wasser und Abwasser öffentlich bestellt und vereidigt. Daneben ist er in verschiedenen Fachgremien der DWA aktiv, stellvertretender Obmann des DIN-Ausschusses „Kläranlagen“ und Beirat im DWA-Landesverband Bayern. Er bearbeitete die Abschnitte 7 und 8 des Buches.

Prof. Dr.-Ing. *Burkhard Teichgräber* (Jahrgang 1958) wurde in Hamburg geboren. Er studierte Bauingenieurwesen von 1977 bis 1983 an der Ruhr-Universität Bochum, dem Asian Institute of Technology in Bangkok und der Universität Karlsruhe. 1988 wurde er am Institut für Siedlungswasserwirtschaft der TU Braunschweig bei Professor Kayser mit dem Thema „Zur Nitrifikation von Abwässern mit geringer Säurekapazität“ promoviert. Seitdem ist er für die Emschergenossenschaft/Lippeverband tätig und bekleidet seit Juli 2007 das Amt des Geschäftsbereichsleiters Technische Services. Neben der Lehre an der Universität Duisburg – Essen und Ruhr-Universität Bochum ist er für die DWA als Obmann des FA KA 6 „Aerobe biologische Abwasserreinigung“ und in der Abwassermeisterweiterbildung tätig. Er bearbeitete die Abschnitte 4, 5 und 6 des Buches.



zität“ promoviert. Seitdem ist er für die Emschergenossenschaft/Lippeverband tätig und bekleidet seit Juli 2007 das Amt des Geschäftsbereichsleiters Technische Services. Neben der Lehre an der Universität Duisburg – Essen und Ruhr-Universität Bochum ist er für die DWA als Obmann des FA KA 6 „Aerobe biologische Abwasserreinigung“ und in der Abwassermeisterweiterbildung tätig. Er bearbeitete die Abschnitte 4, 5 und 6 des Buches.

Vorwort der Autoren

Von der 1. Auflage an hat Professor Dr. H.-C. Baumgart dieses Buch maßgeblich mitgestaltet und seine Weiterentwicklung vorangetrieben. Nun ist er als Autor ausgeschieden. Wir sind ihm zu großem Dank verpflichtet und hoffen, dass wir in seinem Sinn das Werk fortführen können.

Wir danken auch unseren Leserinnen und Leser für die vielen Anregungen, die wir erhalten und die wir gerne in die neue Auflage eingearbeitet haben. Denn schon wieder sind vier Jahre vergangen, in denen sich die Abwassertechnik weiterentwickelt hat und neue Erkenntnisse und Erfahrungen hinzugekommen sind.

Der Einsatz von Pumpen nimmt ständig zu. Deshalb wurden die Grundkenntnisse zu Funktion und Auslegung von Elektromotoren wesentlich ausgeweitet.

Erstmals werden die rechtlichen Folgen bei Betriebsstörungen und die Verantwortung der Betreiber bei wasserrechtlichen Überschreitungen beleuchtet.

Die Prüfung der elektrischen Sicherheit der Anlagen und die Voraussetzungen zur Durchführung der Wiederholungsprüfungen wurden vertieft behandelt.

Folgenden Personen danken wir sehr für ihre Ratschläge und Fotos:

- Prof. Dr. Hans-Georg Schmelz von der Emschergenossenschaft für seine Unterstützung beim Kapitel 6
- Abwassermeister Klaus Heinel Neustadt a.d.Aisch für seine Erfahrung bei den Wiederholungsprüfungen elektrischer Anlagen und Betriebsmittel
- Abwassermeister Friedel Ihmig und seinen Mitarbeitern von der Kläranlage Weißenburg i. Bay.
- Laborleiter Thomas Wild mit seinem Mitarbeiter Nikolai Galimov vom Abwasserverband Starnberger See
- Dipl.-Ing. (FH) Johanna Rameseder und Dipl.-Ing. (FH) Martina Stockbauer vom Bayer. Landesamt für Umwelt in Augsburg

Ferner haben uns unterstützt:

Abwassermeister Georg Mödl (Kläranlage Schongau), Thomas Jacobs (ZV Ammersee, Herrsching), Simone Loy sowie viele Autoren mit Material aus ihren Beiträgen in der KA-Betriebs-Info.

Unser besonderer Dank gilt Simone Krahl (Wien) für ihre Hilfe beim Stichwortverzeichnis.



M. Fischer



H. Loy



Prof. Dr.-Ing. G. Steinmann



Prof. Dr.-Ing. B. Teichgräber

Die UT-Berufe

Die Entwicklung des Berufsbildes für das Betriebspersonal

Bis 1984 lag die fachliche Ausbildung des Betriebspersonals für Abwasseranlagen ausschließlich in der Verantwortung der ATV.

1984 wurde der Ausbildungsberuf des Ver- und Entsorgers in Deutschland gesetzlich eingeführt. Im Zuge der Weiterentwicklung des Berufsbildes wurden im Juli 2002 die Ver- und Entsorger durch die umwelttechnischen Berufe – UT-Berufe – abgelöst.

Mit Wirkung vom 03.04.2014 sind in Deutschland die Änderungen der Verordnung über die Prüfung zum anerkannten Abschluss „Geprüfter Abwassermeister/Geprüfte Abwassermeisterin“ vom 26. März 2014 (BGBl. I S.274) in Kraft getreten. Dies hat zur Folge, dass der Abwassermeister (wie auch die anderen drei UT-Meister) dem Niveau 6 des Europäischen Qualifikationsrahmens zugeordnet und damit einem Bachelor-Abschluss gleichgestellt ist.

Die Ausbildung in den UT-Berufen ist in vier Fachbereichen geregelt:

- Fachkraft für Wasserversorgungstechnik
- Fachkraft für Abwassertechnik
- Fachkraft für Kreislauf- und Abfallwirtschaft
- Fachkraft für Rohr-, Kanal- und Industrieservice (neuer Berufsbereich)

Jeder Beruf hat ein eigenes Berufsbild mit zusätzlichen Fertigkeiten. Die Ausbildung dauert jeweils drei Jahre. Einzelheiten zu diesen Ausbildungsberufen sind erhältlich bei der

DWA-Bundesgeschäftsstelle
Theodor-Heuss-Allee 17
53773 Hennef

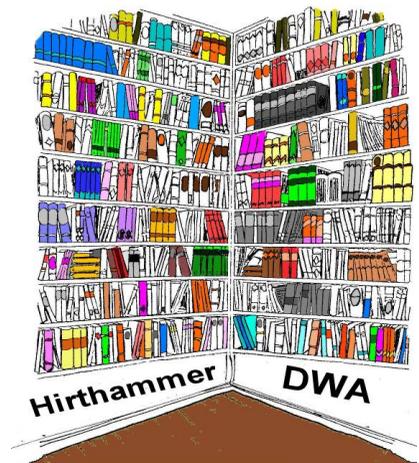
Bei der DWA sind 4 Handbücher zu den umwelttechnischen Berufen zu erhalten:

Band 1: Grundlagen,
Auflage 8, 2012

Band 2: Wasserversorgungstechnik,
Auflage 4, 2016

Band 3: Abwassertechnik,
Auflage 10, 2015

Band 4: Kreislauf- und Abfallwirtschaft,
Auflage 6, 2013



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	Schlammmanfall.....	323
5.1.3	Schlammbeschaffenheit.....	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	Turbogebälse.....	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	Aufschlännen.....	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 ₄ N)	593
9.3.12	Nitrat-Stickstoff (NO ₃ -N)	594
9.3.13	Nitrit-Stickstoff (NO ₂ -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

Lernfelder für die Ausbildung zur Fachkraft für Abwassertechnik

Die in diesem Buch behandelten Fertigkeiten und Kenntnisse sollen gemäß der Ausbildungsrahmenpläne „so vermittelt werden, dass der Auszubildende zur Ausübung einer qualifizierten beruflichen Tätigkeit befähigt wird“. Es werden deshalb in diesem Buch viele Beispiele aus der Praxis genannt, die

- den Praxis- und Wirklichkeitsbezug,
- die Anschaulichkeit sowie
- das Interesse am Lernen

herstellen und fördern sollen.

Der Ausbildungsrahmenplan umfasst 14 Lernfelder und Lernziele. Die ersten 7 Lernfelder werden als fachübergreifende Themen vermittelt und daher überwiegend im Band 1 „Grundlagen“ abgehandelt [1]. Das gilt auch für das Lernfeld 12 „elektrische Geräte anschließen“.

Um den Auszubildenden das Auffinden der Lernfelder und der Fachinformationen zu erleichtern, wird zu Beginn jedes Abschnitts der Inhalt kurz umrissen. Wichtig aber ist auch, dass die Übersichtlichkeit des Fachbuches erhalten bleibt. Aus diesem Grund wird in den Abschnitten das jeweilige Fachthema durchgängig behandelt und nicht nach den Ausbildungsabschnitten getrennt.

Nr.	Lernfelder	Zu finden im	
		Band 1	Band 3
1	Planen eines Umweltkonzeptes	Band 1	Abschnitt 1
2	Umgehen mit Mikroorganismen	Band 1	Abschnitt 2
3	Umweltchemikalien einsetzen	Band 1	
4	Rohrleitungssysteme betreiben	Band 1	Abschnitt 3
5	Untersuchungen von Wasser- und Abfallinhaltsstoffen	Band 1	Abschnitt 8
6	Maschinen und Einrichtungen bedienen und instand halten	Band 1	Abschnitt 7
7	Elektrische Einrichtungen bedienen und instand halten	Band 1	
8	Entwässerungssysteme betreiben		Abschnitt 3
9	Abwasser mechanisch reinigen		Abschnitt 4
10	Untersuchen von Abwasser und Schlämmen		Abschnitte 9