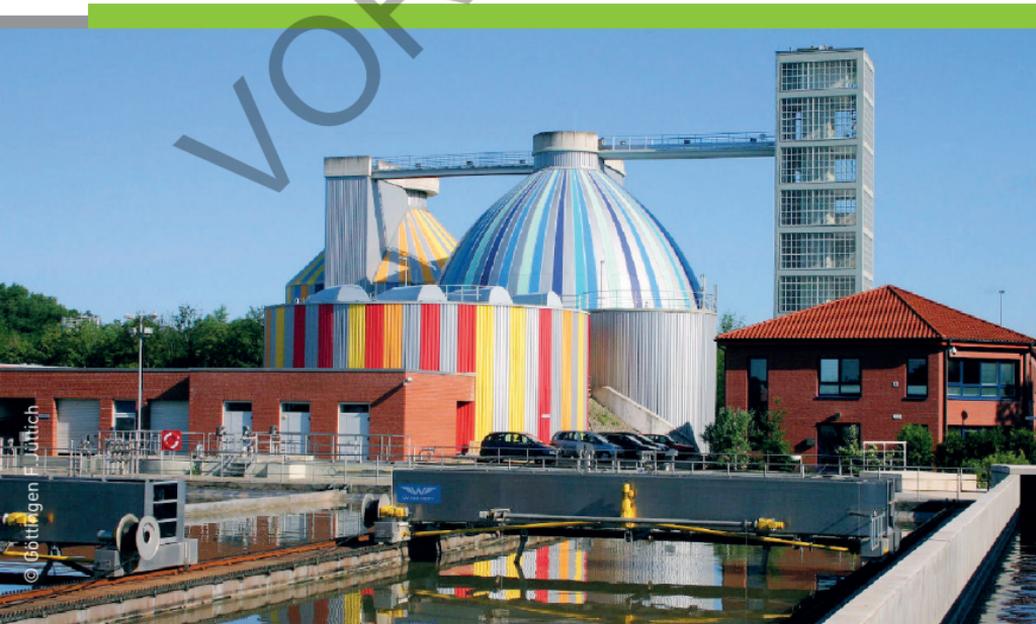


# Klärwärter-Taschenbuch

Hannes Felber, Manfred Fischer

VORSCHAU



VORSCHAU

# Klärwörter-Taschenbuch

Hannes Felber, Manfred Fischer

VORSCHAU

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.

<b>Impressum</b>	<b>Satz:</b>
Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. (DWA)	Christiane Krieg, DWA
Theodor-Heuss-Allee 17 53773 Hennef, Deutschland	<b>Druck:</b>
Tel.: +49 2242 872-333	XXXX
Fax: +49 2242 872-100	<b>ISBN:</b>
E-Mail: info@dwa.de	978-3-96862-587-4 (Print)
Internet: www.dwa.de	978-3-96862-588-1 (E-Book)
	Gedruckt auf 100 % Recyclingpapier
© DWA, 20. überarbeitete Auflage, Hennef 2023	

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.

## Über dieses Buch

Die ersten Grundkurse für Klärwörter in Deutschland wurden im Jahre 1962 durchgeführt. **ERWIN STIER** leitete diese Kurse in Bayern. Aus den Manuskripten der Vortragenden entwickelte er einen Leitfaden für den Einstieg in die Abwassertechnik – so entstand 1969 das erste Klärwörter-Taschenbuch. Erwin Stier verstand es, die vielen Anregungen des Betriebspersonals in die jeweils nächste Auflage nahtlos einzuarbeiten, ohne die leicht-verständliche Lesbarkeit zu verlieren. So reifte das Buch zu einem umfassenden Werk heran.

1980 kam **MANFRED FISCHER** als Autor dazu. Durch seine Tätigkeit beim Bayer. Landesamt für Wasserwirtschaft und als Obmann der DWA-Nachbarschaften war es ihm möglich, die fachlichen Erkenntnisse und die gesetzlichen Festlegungen in Deutschland zu überblicken. Seit 2004 ist er Redakteur der DWA-Verbandszeitschrift KA-Betriebs-Info. Hier berichtet das Personal über Betriebserfahrungen mit Abwasseranlagen. Die Artikel geben wertvolle Anregungen für die Weiterentwicklung dieses Buches.

2003 kam **HANNES FELBER** dazu. Schon lange war er bei den jeweiligen Neuauflagen des Taschenbuchs als Mitarbeiter im Bayer. Landesamt für Wasserwirtschaft ein Ratgeber in praktischen Fragen. In seiner Tätigkeit bei der Münchner Stadtentwässerung ab 1997 befasste er sich nicht nur mit grundsätzlichen Verfahrensfragen, er war auch mit dem Betriebsalltag vertraut. Als jahrelanger Lehrer der Kläranlagen-Nachbarschaften und des Grundkurses sowie Obmann des DWA-Fachausschusses Grundkurse ist er Garant dafür, dass die Erfahrungen aus der Praxis mit einfließen.

Das Klärwörter-Taschenbuch ist ein fachlich unentbehrliches Werk und nahezu auf jeder Kläranlage zu finden. So ist es nicht verwunderlich, dass das Fachbuch zum erfolgreichsten deutschsprachigen Werk auf dem Gebiet der Abwasserbehandlung geworden ist. Es wurde auch ins Französische, Polnische, Russische, Kroatische, Ukrainische und Chinesische übersetzt.

## Die Autoren

Dipl.-Ing. *Manfred Fischer* 1940 im mittelfränkischen Ansbach geboren, studierte nach einer Maurerlehre in München Ingenieurbau. Anschließend war er 38 Jahre beim Bayer. Landesamt für Wasserwirtschaft beschäftigt. 1973 begann er als Lehrer der ATV Kläranlagen-Nachbarschaften in Bayern. 1987 übernahm er die Gesamtleitung und wurde schließlich zum Obmann des DWA Ausschusses BIZ-1 „Nachbarschaften“ berufen. Zu seinen zahlreichen Veröffentlichungen gehören die Fachbücher „Handbuch für Umwelttechnische Berufe Band 3 Abwassertechnik“, „Betriebstagebücher für Kläranlagen“ und „Wasserwirtschaft mit Humor“. Seit 2004 leitet er die Redaktion des Fachblattes KA-Betriebs-Info. Für seine Verdienste wurde er 2006 zum Ehrenmitglied der DWA ernannt.

Dipl.-Ing. *Hannes Felber*, 1949 in München geboren, studierte Bauingenieurwesen. Nach einigen Jahren bei einer Baufirma wechselte er über das WWA Deggendorf 1975 zum Bayer. Landesamt für Wasserwirtschaft in München. Dort konnte er viele Erfahrungen für den Betrieb von Abwasseranlagen sammeln und verwerten. 1978 wurde er Nachbarschaftslehrer, 1980 Leiter der Klärwörter-Grundkurse und in den dafür zuständigen DWA-Fachausschuss berufen. Auch in der Abwassermeister-Weiterbildung war er ab 1987 tätig. Für sein Engagement erhielt er 1987 die ATV-Ehrennadel. 1997 wechselte er zur Münchner Stadtentwässerung anfangs als Fachbereichsleiter für Verfahrenstechnik und schließlich in der Stabstelle der Werkleitung bis zu seinem Ruhestand 2013. Dann konzentrierte er sich vor allem auf Ehrenämter und auf die Leitung und Weiterentwicklung des Grundkurses.

## Vorwort zur 20. Auflage

Das Klärwörter-Taschenbuch gibt es jetzt seit 54 Jahren. Da denkt vielleicht mancher, dass es an der Zeit ist den Buchtitel zu erneuern, schließlich ist er alles andere als gendergerecht. Wir sind aber zu dem Schluss gekommen, dass das Buch über Generationen hinweg einen ausgezeichneten Ruf für solide Grundlageninformationen genießt, der nicht zuletzt über den Titel gefestigt ist. Es wäre schade, wenn diese Wertschätzung verloren gehen würde. Wir bleiben also bei der gewohnten Formulierung.

Doch von Alter kann bei diesem Werk keine Rede sein, es ist inhaltlich jung geblieben. Dies ist nur möglich, weil wir vor jeder Neuauflage das gesamte Werk durcharbeiten. Wichtig ist uns auch, dass das Buch seine Bodenhaftung nicht verliert und bei allem technischen Fortschritt die Grundlagen für den Einsteiger wie auch die Anforderungen für die kleinen Abwasseranlagen nicht vernachlässigt.

Dank der Unterstützung vieler Kolleginnen und Kollegen aus der Praxis war es uns möglich, viele Neuerungen einzuarbeiten. Wir bedanken uns für ihre Anregungen besonders bei Dr. Ralf Schneider (Referent im Grundkurs Baden-Württemberg), Willy Meyer (Referent im Grundkurs Bayern); Wolfgang Lieb (Ingenieurberatung Messen an Regenüberlaufbecken), Dr. Nadine Scheyer (Betriebsleiterin Klärwerk Schweinfurt) sowie Dr. Wilfried Pinther, Martina Stockbauer und Johanna Rameseder (Bayer. Landesamt für Umwelt).

Wir sind uns sicher, dass auch in dieser Ausgabe die neuesten Erkenntnisse der Abwassertechnik berücksichtigt wurden und damit das Werk nicht nur für Klärwörter eine wertvolle Hilfe ist. Es ist uns aber bewusst, dass es immer etwas zu verbessern oder zu ergänzen gibt. Daher rechnen wir fest mit Ihrer Unterstützung, liebe Leserinnen und Leser. Haben Sie Verbesserungsvorschläge oder Ergänzungswünsche, nehmen Sie gerne Kontakt mit uns auf.

Hannes Felber und Manfred Fischer

# Inhalt

<b>Impressum</b> .....	<b>2</b>
<b>Über dieses Buch</b> .....	<b>3</b>
<b>Die Autoren</b> .....	<b>4</b>
<b>Vorwort zur 20. Auflage</b> .....	<b>5</b>
<b>1 Einführung in den Gewässerschutz</b> .....	<b>14</b>
1.1 Wasserwirtschaft .....	14
1.2 Wasserrecht .....	26
1.2.1 Wasserrechtliche Bestimmungen des Bundes .....	26
1.2.2 Wasserrecht der Bundesländer.....	43
1.2.3 Entwässerungssatzung.....	44
1.2.4 Europäische Gesetzgebung .....	46
1.3 Hinweise zum Fachrechnen.....	47
1.4 Einführung in chemische Grundlagen.....	52
<b>2 Was ist Abwasser?</b> .....	<b>56</b>
2.1 Abwasserarten .....	56
2.2 Abwasseranfall.....	59
2.3 Abwasserbeschaffenheit und Einwohnerwert.....	62
2.3.1 Die Beschaffenheit des ungereinigten Abwassers..	62
2.3.2 Die Beschaffenheit des gereinigten Abwassers.....	67
2.3.3 Abwassermonitoring.....	68
<b>3 Abwasserableitung</b> .....	<b>70</b>
3.1 Aufgabe der Kanalisation.....	70
3.2 Mischverfahren und Trennverfahren .....	71
3.3 Grundstücksentwässerung.....	72
3.4 Bemessung von Kanälen .....	74
3.5 Rohrmaterial, Querschnittsformen .....	76
3.6 Schächte, Straßenabläufe.....	78
3.7 Sonderbauwerke .....	82
3.8 Instandhaltung des Kanalnetzes .....	97
3.8.1 Reinigung der Kanalisation.....	100
3.8.2 Kanalinspektion .....	107
3.8.3 Schadenbehebung.....	118
3.8.4 Indirekteinleiterüberwachung .....	121

<b>4</b>	<b>Vorgänge bei der Abwasserreinigung</b> .....	<b>124</b>
4.1	Mechanische Vorgänge .....	126
4.2	Biologische Vorgänge.....	127
4.2.1	Kohlenstoffabbau .....	132
4.2.2	Stickstoffverminderung .....	132
4.2.3	Entstehung von Lachgas.....	138
4.2.4	Biologische Phosphorentnahme.....	139
4.3	Chemische Vorgänge .....	140
4.3.1	Grundlagen.....	140
4.3.2	Phosphatfällung.....	143
<b>5</b>	<b>Verfahrenstechnik der Abwasserbehandlung</b> .....	<b>146</b>
5.1	Allgemeines .....	146
5.2	Mischwasserentlastung .....	151
5.3	Rechen, Siebe.....	152
5.4	Sandfang .....	158
5.5	Absetzbecken (Vorklärung und Nachklärung).....	162
5.6	Tropfkörper.....	169
5.7	Rotationstauchkörper .....	175
5.8	Belebungsanlagen.....	176
5.9	Kombinationsbecken.....	195
5.10	Phosphatfällung.....	197
5.11	Naturnahe Abwasserbehandlungsverfahren .....	201
5.11.1	Abwasserteiche ohne technische Belüftung.....	205
5.11.2	Abwasserteiche mit technischer Belüftung .....	210
5.11.3	Abwasserteiche mit biologischen Reaktoren .....	212
5.11.4	Schönungsteiche.....	212
5.11.5	Pflanzenkläranlagen.....	213
5.12	Weitergehende Abwasserbehandlung.....	215
<b>6</b>	<b>Reststoffe aus Abwasseranlagen</b> .....	<b>219</b>
6.1	Herkunft der Reststoffe .....	219
6.2	Reststoffe aus dem Kanalnetz .....	221
6.3	Reststoffe aus der Kläranlage .....	224
6.4	Klärschlamm.....	229
6.4.1	Schlammarten .....	229
<b>7</b>	<b>Wie wird Schlamm behandelt?</b> .....	<b>233</b>
7.1	Grundlagen der Schlammfäulung .....	233

7.2	Schlammfall und -beschaffenheit .....	237
7.3	Eindickung.....	241
7.4	Einrichtungen der Faulung .....	243
7.4.1	Unbeheizte Faulräume.....	243
7.4.2	Beheizte Faulbehälter.....	244
7.5	Aerobe Stabilisierung des Schlammes .....	250
7.6	Entwässerung in Schlamm-trockenbeeten .....	252
7.7	Schlammstapelräume .....	252
7.8	Maschinelle Entwässerung.....	255
7.8.1	Bauarten.....	255
7.8.2	Rückbelastung .....	256
7.9	Gasfall und Gasbehandlung.....	257
7.10	Trocknung.....	264
<b>8</b>	<b>Schlammverwertung und -entsorgung .....</b>	<b>268</b>
8.1	Allgemeines, rechtlicher Rahmen.....	268
8.2	Bodenbezogene Verwertung.....	270
8.3	Kompostierung.....	272
8.4	Verbrennung, Veraschung.....	273
8.5	Rückgewinnung von Phosphor aus Klärschlamm ...	278
<b>9</b>	<b>Maschinelle und elektrische Einrichtungen .....</b>	<b>279</b>
9.1	Allgemeines .....	279
9.2	Pumpen .....	282
9.2.1	Grundlagen .....	282
9.2.2	Bauarten und Auslegungsdaten .....	284
9.2.3	Gestaltung von Pumpensümpfen und Schächten ...	289
9.2.4	Betrieb und Wartung .....	290
9.3	Druckluf-terzeuger .....	292
9.4	Oberflächenbelüfter, Strahlbelüfter .....	295
9.5	Räumvorrichtungen .....	296
9.6	Heizungsanlagen.....	298
9.7	Armaturen und Rohrleitungen.....	300
9.8	Elektrische Einrichtungen .....	304
9.9	Wärmenutzung aus dem Abwasser .....	305
<b>10</b>	<b>Messtechnik.....</b>	<b>308</b>
10.1	Probenahme.....	311
10.2	Probenvorbehandlung, Homogenisierung .....	317

10.3	Messung physikalischer Werte.....	320
10.3.1	Durchflussmessung (Wasser-, Schlamm-, Gasanfall) .....	320
10.3.2	Farbe, Geruch.....	328
10.3.3	Temperatur.....	329
10.3.4	Sichttiefe, Durchsichtigkeit, Trübung .....	330
10.3.5	Absetzbare, abfiltrierbare Stoffe, Schlammvolumen .....	331
10.3.6	Trockenmassenkonzentration (Trockensubstanz) und Schlammindex .....	337
10.3.7	Glühverlust GV und Glührückstand GR.....	340
10.4	Messung chemischer Werte .....	341
10.4.1	Sauerstoffgehalt.....	341
10.4.2	Chemischer Sauerstoffbedarf (CSB) .....	342
10.4.3	pH-Wert.....	346
10.4.4	Säurekapazität, Alkalität im Faulwasser .....	348
10.4.5	Stabilisierungsgrad des Überschussschlammes ...	350
10.4.6	Ammonium-Stickstoff (NH <sub>4</sub> -N) .....	355
10.4.7	Nitrat-Stickstoff (NO <sub>3</sub> -N).....	356
10.4.8	Nitrit-Stickstoff (NO <sub>2</sub> -N).....	357
10.4.9	Gesamtstickstoff (N <sub>ges</sub> , GesN, TKN) .....	358
10.4.10	Phosphor (P), Ortho-Phosphat- Phosphor (PO <sub>4</sub> -P) .....	359
10.5	Messung biochemischer Werte .....	361
10.6	Das mikroskopische Bild .....	367
10.6.1	Ausstattung des Mikroskops.....	368
10.6.2	Durchführung der mikroskopischen Untersuchung.....	370
10.6.3	Qualitätsbeurteilung der Biozönose .....	372
<b>11</b>	<b>Überwachung des Betriebs.....</b>	<b>376</b>
11.1	Allgemeines zur Betriebsüberwachung .....	376
11.2	Umfang der Betriebsüberwachung .....	378
11.3	Betriebsunterlagen .....	381
11.4	Messungen vor Ort und im Labor .....	382
11.5	Auswerten der Betriebsergebnisse .....	388
11.5.1	Die Führung des Betriebstagebuches .....	390
11.5.2	Wirtschaftlichkeit, Energiesparmöglichkeiten .....	398
11.5.3	Sauerstoffbedarf und Nährstoffbelastung .....	401

11.5.4	Abbaugrad einer Kläranlage.....	403
11.5.5	Fremdwasserermittlung.....	404
11.6	Besondere Betriebszustände.....	409
11.6.1	Inbetriebnahme.....	410
11.6.2	Stromausfall.....	411
11.6.3	Winterbetrieb.....	413
11.6.4	Öl im Kläranlagenzulauf.....	416
11.6.5	Gift- und pH-Wert-Stöße.....	418
11.6.6	Blähschlamm.....	419
11.6.7	Schaumbildung.....	422
11.6.8	Verzopfungen durch Feuchttücher.....	423
11.6.9	MAP-Ablagerungen.....	426
11.7	Instandhaltung von Außenanlagen.....	427
11.8	Bekämpfung von Ungeziefer und Ratten.....	431
11.9	Schutzmaßnahmen gegen Hochwasser.....	434
<b>12</b>	<b>Arbeitsschutz.....</b>	<b>437</b>
12.1	Gesetze, Arbeitssicherheitsvorschriften.....	437
12.2	Vollzugshinweise.....	438
12.2.1	Fachbegriffe im Arbeitsrecht.....	438
12.2.2	Gefährdungsbeurteilung.....	440
12.2.3	Unterweisung.....	441
12.3	Arbeitshygiene.....	442
12.3.1	Krankheitserreger (pathogene Keime).....	445
12.3.2	Hygienische Grundsätze.....	447
12.4	Unfallverhütung.....	454
12.4.1	Die gesetzliche Unfallverhütung.....	454
12.4.2	Maßnahmen zur Unfallverhütung.....	457
12.4.3	Erste Hilfe.....	467
12.4.4	Unfallanzeige.....	468
12.4.5	Technisches Sicherheitsmanagement.....	469
<b>13</b>	<b>Ausstattung für den Kläranlagenbetrieb.....</b>	<b>471</b>
<b>14</b>	<b>Personalbedarf, Aus- und Fortbildung.....</b>	<b>481</b>
	<b>Literaturverzeichnis.....</b>	<b>490</b>
	<b>Stichwortverzeichnis.....</b>	<b>492</b>
	<b>Bezugsquellennachweis/Inserentenverzeichnis.....</b>	<b>11</b>