

BETRIEB VON KANALISATIONEN

GRUNDLAGEN FÜR DAS BETRIEBSPERSONAL

7. über-
arbeitete
Auflage



Ulrich Dittmer
Uwe Heinemann
Robert Hertler
Joachim Hölle
Wolfgang Kappler
Klaus-D. Koch-Wrenger
Peter Maurer
Wolfgang Narr
Christiane Schilling
Wolfgang Uhlmann

BETRIEB VON KANALISATIONEN

GRUNDLAGEN FÜR DAS BETRIEBSPERSONAL

7. überarbeitete Auflage



Impressum

Die Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. (DWA) ist in Deutschland Sprecher für alle übergreifenden Wasserfragen und setzt sich intensiv für die Entwicklung einer sicheren und nachhaltigen Wasserwirtschaft 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 Normung, Beruflicher Bildung und Information der Öffentlichkeit eine besondere Stellung ein.

Die rund 14.000 Mitglieder repräsentieren die Fachleute und Führungskräfte aus Kommunen, Hochschulen, Ingenieurbüros, Behörden und Unternehmen.

Der Schwerpunkt ihrer Tätigkeiten liegt auf der Erarbeitung und Aktualisierung eines einheitlichen technischen Regelwerkes sowie der Mitarbeit bei der Aufstellung fachspezifischer Normen auf nationaler und internationaler Ebene. Hierzu gehören nicht nur die technisch-wissenschaftlichen Themen, sondern auch die wirtschaftlichen und rechtlichen Belange des Umwelt- und Gewässerschutzes.

Ein zentraler Bereich der DWA-Arbeit sind die Angebote zur beruflichen Bildung. Hier sind besonders die Kanal- und Kläranlagen-Nachbarschaften zu erwähnen. Zwei- bis viermal im Jahr kommt das Betriebspersonal wechselseitig auf den Kläranlagen oder Kanalbetrieben zum Erfahrungsaustausch und zur Fortbildung zusammen.

Herausgeber:

DWA-Landesverband Baden-Württemberg,
Rennstraße 8, 70499 Stuttgart
Tel.: 07 11 - 89 66 31 0, Fax: 07 11 - 89 66 31 111
Mail: info@dwa-bw.de, www.dwa-bw.de

Autoren:

Dr.-Ing. Ulrich Dittmer (Universität Stuttgart), Dipl.-Ing. Uwe Heinemann (Stadt Esslingen, Tiefbauamt), Dipl.-Ing. (FH) Robert Hertler (Stadt Stuttgart, Tiefbauamt), Dipl.-Ing. Joachim Hölle (Götzelmann + Partner GmbH Balingen), Wolfgang Kappler (Stadt Karlsruhe, Tiefbauamt), Dr. Klaus-D. Koch-Wrenger (Tübingen), Dipl.-Ing. Peter Maurer (Universität Stuttgart), Dipl.-Ing. Wolfgang Narr (Unfallkasse Baden-Württemberg, Stuttgart), Dipl.-Ing. Christiane Schilling (Stadt Stuttgart, Tiefbauamt), Dipl.-Ing. (FH) Wolfgang Uhlmann (Münsingen)

Redaktion:

DWA-Landesverband Baden-Württemberg
André Hildebrand
Luigina Drechsler-Galiano

ISBN: 978-3-88721-666-5

© DWA-Landesverband Baden-Württemberg,
Juli 2018

Vorwort

zur 7. Auflage

Gut ausgebildetes Betriebspersonal ist eine wesentliche Voraussetzung für den ordnungsgemäßen Betrieb der Kanalisation. Mit einer zunehmenden Komplexität der Systeme und steigenden Anforderungen an den Betrieb gewinnt die Qualifikation des Personals in den letzten Jahren zunehmend an Bedeutung.

Die Landesverbände der DWA bieten Lehrgänge für das Betriebspersonal im Bereich der Kanalisation an und organisieren diese Fortbildungen in Kanal- und RÜB-Nachbarschaften. Die seit nunmehr 20 Jahren existierenden Nachbarschaften entstanden ursprünglich in Baden-Württemberg, sind aber heute bundesweit in unterschiedlicher Ausprägung und Funktion vorhanden. Die Schulungsmaßnahmen haben ganz wesentlich zur spürbaren Verbesserung der fachlichen Qualifikation des betroffenen Personenkreises beigetragen.

Das vorliegende Fachbuch begleitet und unterstützt diese Weiterbildung seit der Erstauflage im Jahr 1988. Ziel ist es überschaubar und leicht verständlich die Aufgaben und den Verantwortungsbereich sowie die Arbeitsmittel des Betriebspersonals zu beschreiben.

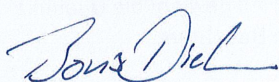
Das Buch enthält eine Sammlung von Einzelbeiträgen, die die wichtigsten Aspekte des Betriebs von Kanalsystemen behandeln. Besondere Schwerpunkte bilden die technischen und rechtlichen Rahmenbedingungen der Siedlungsentwässerung, die Überwachung und Reinigung von Kanalisationseinrichtungen sowie die Felder der Arbeitssicherheit und des Gesundheitsschutzes. Die Autoren, durchweg Referenten bei den Kursen „Grundlagen für den Kanalbetrieb“, die der DWA Landesverband Baden-Württemberg anbietet, zeichnen für den Inhalt und das Bildmaterial ihrer Beiträge verantwortlich.

Die Beiträge wurden gegenüber der 6. Auflage aktualisiert und teilweise neu verfasst. Gegenseitige Verweise zwischen den einzelnen Kapiteln sollen die Bezie-

hungen der Einzelthemen untereinander verdeutlichen. Das Kapitel „Einführung in die Abwasserreinigung“, soll dem Betriebspersonal im Kanalbereich auch ein Grundverständnis für die Prozesse auf der Kläranlage näher bringen.

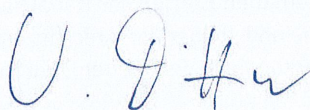
Besonderer Dank gilt dem Autorenteam, das dieses Buch mit großem ehrenamtlichen Engagement überarbeitet hat.

Stuttgart, im Juli 2018



Boris Diehm

Vorsitzender des
DWA-Landesverbands
Baden-Württemberg



Ulrich Dittmer

Sprecher RÜB-BW
im DWA-Landesverband
Baden-Württemberg

Inhaltsverzeichnis

1	Einführung	15
1	Entwicklung der Kanalisation.....	16
2	Aufgaben und Lösungsansätze der Siedlungsentwässerung	18
3	Grundstücksentwässerung	19
4	Entwässerungsverfahren	22
4.1	Konventionelle Systeme.....	22
4.2	Modifizierte Entwässerung.....	26
4.3	Sonderentwässerungsverfahren	28
5	Schlussbetrachtung	29
6	Literatur	30
2	Abwasserarten, Abwasseranfall und Abwasserbeschaffenheit	33
1	Abwasserarten und -begriffe	34
2	Abwasseranfall	38
2.1	Häusliches Schmutzwasser	38
2.2	Betriebliches Schmutzwasser	40
2.3	Kommunales Schmutzwasser	42
2.4	Fremdwasser.....	44
2.5	Regenwasser	47
3	Abwasserbeschaffenheit	49
3.1	Art und Herkunft der Verschmutzung	49
3.1.1	Verschmutzung des häuslichen Abwassers.....	49
3.1.2	Verschmutzung betrieblicher Abwässer	50
3.1.3	Verschmutzung des Abflusses bei Regen	51
3.2	Abwassereigenschaften und ihre Charakterisierung	54
3.2.1	Physikalische und physikalisch-chemische Eigenschaften des Abwassers	54

3.2.2	Charakterisierung der Abwasserinhaltsstoffe anhand physikalischer, chemischer und biologischer Parameter.....	56
4	Literatur	62
3	Rechtsgrundlagen der Abwasserentsorgung.....	65
1	Einführung.....	66
2	EG Wasserrahmenrichtlinie	68
3	Wasserhaushaltsgesetz des Bundes	68
3.1	Anforderung an das Einleiten von Abwasser	69
3.2	Pflicht zur Abwasserbeseitigung	70
3.3	Bau und Betrieb von Abwasseranlagen.....	71
3.4	Haftungsgrundsatz.....	71
4	Wassergesetze der Länder.....	71
4.1	Grundsätze der Abwasserbeseitigung.....	72
4.2	Verpflichtung zur Abwasserbeseitigung.....	73
5	Abwassersatzung (Entwässerungssatzung).....	74
5.1	Einleitungsbeschränkungen	74
5.2	Anschluss- und Benutzungszwang.....	75
5.3	Benutzungsgebühren und Anschlussbeiträge.....	75
5.4	Sonstige Vorschriften.....	76
6	Eigenkontrollverordnung.....	76
7	Literatur	79
4	Bestandteile der Kanalisation !:	
	Rohrleitungen, Schächte und Einläufe.....	81
1	Entwicklung der Kanalisation.....	82
2	Aufgaben und Lösungsansätze der Siedlungsentwässerung	83
3	Begriffe.....	84
4	Anforderungen an die Abwasserableitung	87
5	Rohrleitungen.....	100
6	Schachtbauwerke.....	118
7	Literatur	136

5	Regentlastungs- und Regenwasserbehandlungsanlagen	139
1	Regentlastungs- und Regenwasserbehandlungsanlagen	140
1.1	Allgemeines	140
2	Regenwasserentlastungsanlagen.....	141
2.1	Regenüberläufe (RÜ)	141
2.2	Drosselstrecke/Drosselorgane	143
2.3	Überlaufschwellen	143
2.4	Tauchwände	144
2.5	Betrieb/Wartung von Regenüberläufen	144
3	Regenwasserbehandlungsanlagen	144
3.1	Allgemeines/Begriffdefinition	144
3.2	Regenüberlaufbecken (RÜB)	145
3.2.1	Fangbecken (FB)	145
3.2.2	Durchlaufbecken (DB)	147
3.2.3	Verbundbecken	148
3.3	Stauraumkanäle (SK)	149
3.3.1	Stauraumkanäle mit obenliegender Entlastung (SKO).....	149
3.3.2	Stauraumkanäle mit unterliegender Entlastung (SKU)	150
3.3.3	Stauraumkanäle als Kaskade (SKK)	151
3.4	Filteranlagen (FA)	151
3.5	Regenrückhalteanlagen (RRA)	152
4	Beckenformen und Bauwerksgestaltung	154
4.1	Rundbecken	155
4.1.1	Regenzyklonbecken (RZB)	155
4.1.2	Wirbelschachtbecken (WSB)	155
4.1.3	Hydrodynamische Abscheider (HA)	156
4.2	Rechteckbecken.....	157
4.3	Stauraumkanäle	159
5	Beckenausrüstung	160
5.1	Drosseleinrichtungen/Abflussbegrenzung	160
5.1.1	Rohrdrossel	161
5.1.2	Gesteuerte Drosselorgane	161
5.1.2.1	Schlauchdrossel.....	162
5.1.2.2	Schieberdrossel.....	163
5.1.2.3	Wirbeldrossel.....	163
5.1.2.4	Wagedrossel	164

5.1.3	Geregelte Drosselorgane.....	165
5.1.3.1	Abflussregelungen mit gedükertem MID	165
5.1.3.2	Abflusssteuerung mit ungedükertem MID	166
5.2	Beckenreinigungseinrichtungen und Schwallspülungen	168
5.2.1	Spülkippen	169
5.2.2	Schwallspüler	171
5.2.3	Strömungserzeuger (Rührwerke und Strahlreiniger)	172
5.3	Pumpen	173
5.4	Grobstoffrückhalt	174
5.5	Mess-, Steuer- und Regelungstechnik	174
5.6	Fernwirktechnik	176
6	Schlussbetrachtung	177
7	Begriffe.....	178
8	Literatur	182
6	Abwasserpumpwerke.....	183
1	Allgemeines.....	184
2	Grundbegriffe der Pumpenauslegung.....	184
2.1	Förderstrom.....	184
2.2	Förderhöhe	184
2.3	Leistung.....	185
2.4	Wirkungsgrad	186
3	Pumpenarten.....	186
3.1	Kreiselpumpen	187
3.1.1	Einkanalrad.....	188
3.1.2	Mehrkanalrad	188
3.1.3	Schneckenkanalrad.....	189
3.1.4	Freistromrad.....	189
3.1.5	Kennlinien	190
3.1.6	Regelung von Kreiselpumpen Arbeit-Pausen-Steuerung	192
3.1.7	Drehzahlregelung.....	192
3.1.8	Aufstellungsart.....	192
3.2	Propellerpumpen	194
3.3	Schneckenpumpen	194
3.4	Druckluftheber/Mammutpumpen	196
3.5	Exzentrerschneckenpumpen (Monopumpen)	197

4	Pumpenantriebe.....	198
4.1	Elektromotoren.....	198
4.2	Verbrennungsmotoren.....	199
5	Rohrleitungen/Pumpendruckleitungen	199
6	Pumpen zur Druckentwässerung.....	201
7	Literatur	202
7	Kanalinformationssystem	203
1	Grundsätzliches zu einem Kanalinformationssystem.....	204
2	Aufbau eines Kanalinformationssystems	205
3	Anwendung eines Kanalinformationssystems.....	206
4	Literatur	208
8	Indirekteinleiter.....	209
1	Indirekteinleiterverordnung.....	210
2	Indirekteinleiterkataster	210
3	Kontrolle der Indirekteinleiter	212
9	Betrieb der Anlagen zur Abwasserableitung	215
1	Ziele, Aufgaben und Organisation (Betriebsanweisungen)	216
2	Inspektion und Wartung von Kanälen.....	221
3	Sonstige Betriebsaufgaben	240
4	Literatur	247
10	Betrieb von Regenüberlaufbecken.....	249
1	Bedeutung von Regenüberlaufbecken	250
2	Voraussetzungen für einen erfolgreichen Betrieb	251
2.1	Organisatorische Voraussetzungen.....	251
2.2	Konstruktive Gestaltung und Ausrüstung	252
2.3	Mess- und Datentechnik	254
3	Betrieb und Instandhaltung von RÜB	255
3.1	Aufgaben des Betreibers	255
3.2	Inspektion.....	256

4	Von der Fertigstellung zum regulären Betrieb.....	260
5	Dokumentation – Dienst- und Betriebsanweisungen	261
6	Literatur	262
11	Sanierung und Erneuerung von Kanälen	265
1	Einführung.....	266
2	Allgemeine Grundsätze zur Erstellung von Sanierungsstrategien ...	268
3	Sanierungsverfahren.....	270
3.1	Einteilung Sanierungsverfahren	270
3.2	Reparatur	272
3.2.1	Definition	272
3.2.2	Roboterverfahren	272
3.2.3	Injektionsverfahren mit Gel.....	274
3.2.4	Injektionsverfahren mit Harz.....	276
3.2.5	Vor Ort härtende Kurzliner	277
3.2.6	Edelstahlmanschetten	279
3.2.7	Flutungsverfahren.....	280
3.3	Renovierung	281
3.3.1	Definition	281
3.3.2	Rohrstrang-Lining Rohrstrangverfahren.....	282
3.3.3	Einzelrohrverfahren.....	283
3.3.4	Wickelrohr – Reliningverfahren	285
3.3.5	Vor Ort härtendes Schlauchliningverfahren	285
3.3.6	Montageverfahren	288
3.3.7	Beschichtungsverfahren.....	289
3.3.7.1	Handbeschichtung.....	289
3.3.7.2	Spritzverfahren.....	289
3.3.7.3	Anschleuderverfahren	290
3.3.7.4	Verdrängungsverfahren.....	290
4	Erneuerung	290
4.1	Definition	290
4.2	Offene Bauweise.....	291
4.3	Geschlossene Bauweise	291
4.3.1	Berstverfahren	292
4.3.2	Rohrvortrieb und verwandte Verfahren-Überfahren von Rohrleitungen (pipe eating).....	293

4.3.3	Schildvortrieb – bemannter Vortrieb	293
4.3.4	Rohrvortrieb in geschlossener Bauweise – unbemannt.....	293
5	Ausschreibungen für die Kanalsanierung.....	294
5.1	Inhaltliche Form der Ausschreibung	294
5.2	Anforderungsprofil – Werkstoffe und erforderliche Arbeitsschritte	295
5.3	Ausschreibung nach dem Standardleistungsbuch	296
6	Bauausführung.....	297
6.1	Bauzeitenplan	297
6.2	Örtliche Bauüberwachung.....	298
7	Literatur	298
12	Arbeitssicherheit I:	
	Unfallverhütungsvorschriften, Regeln, Informationen.....	301
1	Gesetzliche Unfallversicherung	302
2	Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit	303
3	Gefährdungsbeurteilung.....	304
4	Unfallverhütungsvorschrift „Grundsätze der Prävention“ (DGUV Vorschrift A1)	306
5	Unfallverhütungsvorschrift „Abwassertechnische Anlagen“ (DGUV Vorschrift 22)	311
6	Sicherheitsregel für Arbeiten in umschlossenen Räumen von abwassertechnischen Anlagen (DGUV-Regel 103-003).....	313
7	Regel Benutzung von Atemschutzgeräten (BGR/ GUV – R190).....	319
8	Regel Retten aus Höhen und Tiefen mit persönlichen Absturzschutzausrüstungen (BGR/ GUV-R 199)	319
9	DGUV Leitfaden für Betriebsärzte zur arbeitsmedizinischen Vorsorge und Eignung im Abwasserbereich	320
10	Technische Regel für Biologische Arbeitsstoffe (TRBA 220) Sicherheit und Gesundheit bei Tätigkeiten mit biologischen Arbeitsstoffen in abwassertechnischen Anlagen.....	320
11	Beurteilung von Gefährdungen und Belastungen an Arbeitsplätzen in Abwasserentsorgungsbetrieben (DGUV Information 211-032)	321
12	Zusammenstellung der wichtigsten Gesetze, Vorschriften, Regeln, Informationen, Normen und Literatur.....	323
13	Internet-Adressen.....	324

13 Arbeitssicherheit II:
Umsetzung im Betrieb327

1	Verteilung der Aufgaben und Verantwortlichkeiten328
1.1	Gefährdungsbeurteilungen und Betriebsanweisungen..... 329
1.2	Sicherheitsunterweisungen..... 330
1.3	Einsatz von Fremdfirmen im Kanal..... 331
2	Gefahren bei Arbeiten im Abwasserbereich332
2.1	Sicherheitsausrüstung der Mitarbeiter bei Arbeiten in Abwasseranlagen..... 333
3	Rettung – Bergung – Erste Hilfe334
4	Bauliche Maßnahmen.....334

14 Arbeitssicherheit III:
Warn- und Rettungsgeräte.....337

1	Einführung.....338
2	Warngeräte.....338
2.1	Gefahrenquellen 339
2.1.1	Ex-Gefahr 339
2.1.2	Sauerstoffmangel..... 340
2.1.3	Schwefelwasserstoff..... 341
2.1.4	Kohlenstoffdioxid..... 341
2.1.5	Kohlenmonoxid 342
2.2	Messgeräte 342
2.3	Gasspümpfen mit Prüfröhrchen..... 344
3	Rettungsausrüstung gemäß UVV „DGUV Vorschrift 22“ § 22345
4	Atmenschutzgeräte (für Arbeit bzw. Rettung)346
4.1	Filtergeräte 347
4.2	Isoliergeräte..... 347
4.2.1	Nicht frei tragbare Isoliergeräte (Schlauchgeräte) 348
4.2.2	Frei tragbare Isoliergeräte 348
4.2.3	Regenerationsgeräte..... 349
4.2.3.1	Allgemeines 349
4.2.3.2	Regenerationsgeräte mit Drucksauerstoff 350
4.2.3.3	Regenerationsgeräte mit chemisch gebundenem Sauerstoffgehalt 351

4.2.4	Atemschutzgeräte zur Selbstrettung.....	351
4.3	Betriebsanweisung, Unterweisung und Überwachung.....	352
4.3.1	Für die Selbstretter	353
4.3.2	Für Träger von Isoliergeräten.....	354
5	Höhensicherungs- und Rettungshubgeräte.....	356
5.1	Rettungsgurte	356
5.2	Absturzsicherungen	357
5.3	Sicherungsgeräte bzw. Hebezüge für den Einstieg	358
15	Hygiene und Gesundheitsschutz	363
1	Einführung.....	364
2	Infektionskrankheiten und Abwehr	365
3	Infektionsgefahr durch Krankheitserreger im Abwasser	367
3.1	Übertragungswege.....	367
3.2	Krankheitsauslösende Mikroorganismen	368
4	Anorganische und organische Gefahrstoffe im Abwasser	370
5	Belastungen durch Lärm, Umgebungs- und Witterungseinflüsse, Tragen schwerer persönlicher Schutzausrüstung	371
6	Allgemeine hygienische Arbeitsschutzmaßnahmen	372
7	Spezielle hygienische Arbeitsschutzmaßnahmen	373
8	Arbeitsmedizinische Vorsorge	374
9	Literatur	376
16	Kosten der Abwasserableitung	377
1	Einführung.....	378
2	Gesetzliche Grundlagen.....	378
2.1	Kommunales Abgabengesetz.....	378
2.2	Entwässerungssatzung	379
3	Gebühren und Beiträge.....	379
3.1	Beiträge.....	379
3.2	Gebühren.....	379
3.2.1	Abwassergebühren	379
3.2.2	Straßenentwässerungsanteil	379
3.2.3	Gebühr nach dem Frischwassermaßstab	380
3.2.4	Getrennte Abwassergebühr.....	380

4	Kostenstruktur	382
4.1	Kalkulatorische Kosten.....	383
4.2	Abgrenzung von Herstellungskosten und Erhaltungsaufwand.....	386
4.3	Betriebskosten.....	387
5	Was kostet die Abwasserableitung (Beispiele und Faustformeln)	387
5.1	Bau von Kanälen in offener Bauweise	387
5.2	Sanierungskosten.....	389
5.3	Persönliche Schutzausrüstung.....	389
5.4	Instandhaltungskosten.....	390
5.5	Personalkosten.....	390
5.6	Gesamtkosten.....	390
5.7	Einflussfaktoren auf die Kosten	390
6	Zusammenfassung	391
7	Literatur	392
17	Einführung in die Abwasser-Reinigung	393
1	Vorbemerkungen	394
2	Schadstoffe im Abwasser	395
3	Aspekte bei der Planung von Kläranlagen	397
4	Abwasserreinigung auf einer typischen Kläranlage	400
4.1	Mechanische Reinigung	402
4.2	Biologische Reinigung.....	405
4.3	Phosphatfällung	410
5	Verfahrensschritte bei anaerober Schlammbehandlung	412
6	Abwasserreinigung auf kleinen Kläranlagen	416
7	Schlussbetrachtungen	418
8	Literatur	420
18	Bildnachweis	421