

# Grundlagen der Abwasserbeseitigung

Thomas Zeltwanger



Ein Lehrbuch zu den Grundsätzen  
und Verfahren moderner Abwasserbeseitigung



# Grundlagen der Abwasserbeseitigung

Thomas Zeltwanger

---

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  
Tel.: +49 2242 872-333  
Fax: +49 2242 872-100  
E-Mail: [info@dwa.de](mailto:info@dwa.de)  
Internet: [www.dwa.de](http://www.dwa.de)

### 2. überarbeitete Auflage:

2018

### Satz:

Christiane Krieg, DWA

### Druck:

Siebengebirgsdruck, Bad Honnef

### ISBN:

978-3-88721-494-4 (Print)  
978-3-88721-495-1 (E-Book)

Titelbild: oben (v. l. n.r.): iStockphoto,  
Christian Schwier - Germany;  
unten: DWA/Irslinger

Gedruckt auf 100 % Recyclingpapier

© DWA Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V., Hennef 2018

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.

## Vorwort

Dieses Lehrbuch stellt einen Überblick über die Grundlagen der Siedlungsentwässerung dar.

Es werden die Grundsätze der modernen Abwasserbeseitigung, die Ermittlung der Abwassermengen sowie die konzeptionellen Ansätze zur Umsetzung moderner Arbeitsmethoden aufgezeigt.

Die Abwasserbeseitigung hat sich in den letzten zwei Jahrzehnten stark verändert. Insbesondere der Grundsatz zur Regenwasserbeseitigung und die damit verbundenen technischen Möglichkeiten unverschmutztes Wasser der Kanalisation fern zu halten, haben zu vielen neuen Regelungen und konstruktiven Ansätzen geführt.

Hinzu kommt die Beschäftigung mit Schutzmaßnahmen vor Starkregen, sogenannte urbane Sturzfluten. Die Siedlungsentwässerung wird damit vor immer größere Herausforderungen gestellt.

Die technischen Bemessungsrichtlinien der Siedlungsentwässerung und damit die Einhaltung der gesetzlichen Vorschriften sind in mehreren DIN-Normen zusammengefasst.

Insbesondere sind diese:

- DIN EN 752 Entwässerungssysteme außerhalb von Gebäuden
- DIN 1986-100 Entwässerungseinrichtungen für Gebäude und Grundstücke  
Teil 100: Bestimmungen in Verbindung mit DIN EN 752 und  
DIN EN 12056

Die technischen Spezifikationen der darin integrierten Bauteile sind in weiteren DIN-Normen geregelt.

Die Anwendung der Normen in der Praxis wird als anerkannte Regeln der Technik durch die Arbeits- und Merkblätter der DWA, Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V., geregelt.

Diese Regelwerke bilden die Grundlage für die Planung, den Bau und den Betrieb von abwassertechnischen Anlagen in Deutschland.

Aufgrund der Vielzahl von Regelwerken stellt dieses Lehrbuch eine praxisnahe Zusammenfassung und Kommentierung mit Bezug auf die Projektbearbeitung dar.

# Inhalt

<b>Vorwort</b>	<b>3</b>	
<b>1</b>	<b>Einleitung</b> .....	<b>10</b>
<b>2</b>	<b>Umweltschutz und Gesundheitstechnik</b> .....	<b>11</b>
2.1	Grundlagen .....	11
2.2	Wasserkreislauf .....	12
2.3	Wassernutzung .....	13
2.4	Siedlungswasserwirtschaft und Hygiene .....	16
2.5	Reinhaltung der Gewässer .....	16
2.6	Natürliche Eigenschaften von Gewässern .....	17
2.7	Kennzeichen von Gewässerverschmutzungen .....	20
<b>3</b>	<b>Rechtliche und konzeptionelle Grundlagen der Siedlungsentwässerung</b> .....	<b>23</b>
3.1	Gesetzliche Regelungen .....	23
3.2	Gemeindliche Regelungen .....	25
3.3	Regeln der Technik .....	25
3.4	Grundlagen der Entwässerungssysteme .....	26
<b>4</b>	<b>Menge und Zusammensetzung des Abwassers</b> .....	<b>33</b>
4.1	Allgemeines .....	33
4.2	Arten von Abwasser .....	35
4.3	Verschmutzungsgrad des Abwassers .....	38
4.4	Übungsaufgaben zum Verschmutzungsgrad des Abwassers .....	40
4.5.1	Häuslicher Schmutzwasserabfluss $Q_H$ .....	41
4.5.2	Gewerblicher Schmutzwasserabfluss $Q_G$ .....	43
4.5.3	Fremdwasserabfluss $Q_F$ .....	44
4.6	Übungsaufgaben zum Trockenwetterabfluss .....	45
4.7.1	Regenspende .....	46
4.7.2	Zeitbeiwert .....	47
4.7.3	Regenhäufigkeiten, Bemessungsregen .....	51
4.7.4	Abflussbeiwerte .....	55
4.7.5	Abflussmenge in der Leitung .....	60
4.7.6	Abflussganglinien, Flutlinienverfahren, Zeitbeiwertverfahren .....	61
4.8	Schutz vor Starkregenereignissen .....	65
4.9	Übungsaufgaben zum Regenwasserabfluss .....	66
<b>5</b>	<b>Grundlagen des Entwässerungsentwurfs</b> .....	<b>70</b>
5.1	Vorerhebungen .....	70
5.2	Grundstücksentwässerung .....	71
5.2.1	Dezentrale Abwasserbeseitigung .....	71

5.2.2	Technische Regelwerke .....	73
5.2.3	Technische Anforderungen an die Grundstücksentwässerung .....	74
5.2.4	Bemessung von Grundstücksentwässerungsleitungen.....	81
5.3	Übungsaufgabe zur Bemessung von Grundstücksentwässerungsanlagen .....	86
5.4	Öffentliche Kanalisation.....	87
5.5	Querschnittsformen der Leitungen .....	87
5.6	Entwässerungsentwurf.....	90
5.7	Allgemeiner Kanalisationsplan – AKP.....	93
<b>6</b>	<b>Hydraulische Berechnung.....</b>	<b>94</b>
6.1	Berechnung von Kreis- und Eiquerschnitten nach Prandtl-Colebrook.....	94
6.2	Berechnung offener Gerinne nach Manning-Strickler.....	102
6.3	Übungsaufgaben zur hydraulischen Berechnung .....	104
<b>7</b>	<b>Naturnahe Regenwasserbewirtschaftung .....</b>	<b>108</b>
7.1	Allgemeines.....	108
7.2	Gewässerökologische Anforderungen .....	109
7.3	Bewertungsverfahren für die Einleitung von Niederschlagswasser in ein Gewässer .....	109
7.4	Übungsaufgaben zum Merkblatt DWA-M 153 .....	115
7.5	Vermeidung und Verringerung von Niederschlagsabflüssen .....	116
7.6	Naturnahe Regenwasserreinigung.....	121
7.7	Versickerungsanlagen.....	122
7.8	Bemessung einer Flächenversickerung.....	124
7.9	Übungsaufgabe zur Flächenversickerung.....	124
7.10	Planerische Umsetzung der naturnahen Regenwasserbewirtschaftung .....	125
<b>8</b>	<b>Statische Betrachtung von Kanälen .....</b>	<b>128</b>
8.1	Allgemeines.....	128
8.2	Kräfteeinwirkungen auf erdverlegte Rohre .....	128
8.3	Technische Randbedingungen beim Kanalbau .....	129
8.3.1	Baugrubenausführung.....	129
8.3.2	Leitungszone .....	131
8.3.3	Bettung .....	132
8.3.4	Betonaufleger und Ummantelung .....	133
8.3.5	Grabenverfüllung .....	134
8.3.6	Anforderungen an den Baugrund .....	135
<b>9</b>	<b>Bauliche Betrachtung von Kanälen.....</b>	<b>137</b>
9.1	Werkstoffe .....	137
9.2	Werkstoffverhalten.....	138
9.3	Rohrverbindungen.....	139

9.4	Anschlussmöglichkeiten an Schachtbauwerke.....	140
9.5	Leitungsbau – offene Bauweise.....	141
9.6	Leitungsbau – geschlossene Bauweise.....	142
9.6.1	Pilotrohrvortrieb und Microtunneling.....	143
9.6.2	Spülbohrverfahren oder HDD-Verfahren (Horizontal Directional Drilling).....	145
9.6.3	Berstlining Verfahren.....	146
9.6.4	Sanierungsverfahren.....	147
9.7	Dichtheitsprüfung.....	147
<b>10</b>	<b>Bauwerke der Ortsentwässerung.....</b>	<b>149</b>
10.1	Schächte.....	149
10.2	Pumpwerke.....	152
10.3	Regenbecken.....	155
10.4	Bauwerke im Mischsystem.....	155
10.4.1	Regenüberlauf RÜ.....	156
10.4.2	Regenüberlaufbecken RÜB.....	157
10.5	Bauwerke im Misch- und Trennsystem.....	164
10.5.1	Regenrückhaltebecken RRB.....	164
10.5.2	Retentionsbodenfilter RBF.....	166
10.5.3	Schräglklärer (SKL).....	169
10.6	Bauwerke im Trennsystem.....	172
10.6.1	Regenklärbecken RKB.....	172
10.7	Übungsaufgaben zu Bauwerken der Ortsentwässerung.....	174
	<b>Lösungen zu den Übungsaufgaben.....</b>	<b>177</b>
	<b>Literatur.....</b>	<b>203</b>

## Bilderverzeichnis

Abbildung 2.1:	Wasserverteilung auf der Erde.....	12
Abbildung 2.2:	Wasserkreislauf (MULEWF).....	13
Abbildung 2.3:	Wassereinsatz in Deutschland nach wirtschaftlichen Aktivitäten 2010.....	14
Abbildung 2.4:	Veränderung des Wassereinsatzes 2010 gegenüber 2000.....	15
Abbildung 2.8:	Gewässergüteklassen nach LAWA.....	22
Abbildung 3.1:	Mischsystem.....	28
Abbildung 3.2:	Verfahrensschema Mischsystem.....	28
Abbildung 3.3:	Mischsysteme in Deutschland.....	29
Abbildung 3.4:	Modifiziertes Mischsystem.....	30
Abbildung 3.5:	Trennsystem.....	30
Abbildung 3.6:	Modifiziertes Trennsystem.....	31
Abbildung 4.1:	Abwassermenge in öffentlichen Kläranlagen in %.....	36

Abbildung 4.2: Abwasser nach wirtschaftlichen Aktivitäten 2010 in Deutschland .....	37
Abbildung 4.3: Veränderung der Abwassermenge 2010 gegenüber 2000 .....	38
Abbildung 4.4: Idealisierte Ganglinien für Abfluss und absetzbare Stoffe nach IMHOFF .....	41
Abbildung 4.4: Regenhistogramm .....	48
Abbildung 4.5: Regenhöhe $h_N$ in 5-Minuten Intervallen .....	49
Abbildung 4.6: Modellregen nach EULER Umstellung .....	49
Abbildung 4.7: Belastungszustände im Kanalnetz .....	53
Abbildung 4.8: Beispiel 1 – Ermittlung des mittleren Befestigungsgrads .....	57
Abbildung 4.9: Beispiel 2 – Ermittlung des Befestigungsgrads .....	58
Abbildung 4.10: Verlauf Regenwasserabfluss .....	62
Abbildung 4.11: Flutflächen bei verschiedener Fließzeit $t_f$ .....	62
Abbildung 4.12: Abgrenzung kommunaler Überflutungsschutz – kommunales Starkregenrisikomanagement .....	66
Abbildung 5.1: Funktionsschema einer Mehrkammerausfallgrube als Vorklärungsstufe naturnaher Verfahren .....	72
Abbildung 5.2: Funktionsschema eines bewachsenen Bodenfilters als naturnahe biologische Reinigungsstufe .....	73
Abbildung 5.3: Prinzipskizze zum Anwendungsbereich der jeweiligen Regelwerke .....	74
Abbildung 5.4: Rückstausicherung eines Gebäudes mit unterhalb der Rückstauenebene angeordneten Abläufen durch eine Abwasserhebeanlage .....	76
Abbildung 5.5: Schemaskizze Rückstauschacht (Kessel) .....	77
Abbildung 5.6: Beispiele für die Abstände von Reinigungsöffnungen in Grundleitungen .....	78
Abbildung 5.7: Getrennte Erfassung der Abwasserströme .....	80
Abbildung 5.8: Schema eines Leichtflüssigkeitsabscheiders .....	80
Abbildung 5.9: Kanäle und Leitungen im Abwasserwesen – Formen und Abmessungen .....	89
Abbildung 5.10: Lageplan Mischsystem .....	91
Abbildung 5.11: Lageplan Trennsystem .....	91
Abbildung 5.12: Tiefenlage Kanalisation .....	91
Abbildung 5.13: Längenschnitt eines Freispiegelkanals .....	92
Abbildung 5.14: Detail Längenschnitt .....	92
Abbildung 7.1: Wasserhaushalt befestigter und unbefestigter Flächen .....	117
Abbildung 7.2: Oberflächengestaltung .....	118
Abbildung 7.3: Begrünbare, wasserdurchlässige Flächenbefestigungen .....	119
Abbildung 7.4: Übersicht über die Möglichkeiten der Abflussvermeidung und -verminderung .....	120
Abbildung 7.5: Umsetzung einer naturnahen Regenwasserbewirtschaftung .....	121
Abbildung 7.6: Belebte Bodenzone .....	121
Abbildung 7.7: Bodenfilter .....	122

Abbildung 7.8:	Elemente Reduzierung Regenwasserabfluss .....	127
Abbildung 8.1:	Kräfteeinwirkungen auf den Kanal .....	128
Abbildung 8.2:	Graben mit parallelen Wänden .....	129
Abbildung 8.3:	Graben mit geböschten Wänden .....	129
Abbildung 8.4:	Stufengraben .....	129
Abbildung 8.5:	Waagrechter und senkrechter Verbau .....	131
Abbildung 8.6:	Leitungszone .....	132
Abbildung 8.7:	Bettungstypen 1-3 .....	133
Abbildung 8.8:	Auflagerung und Ummantelung von Rohrleitungen.....	134
Abbildung 9.1:	Werkstoffe der Kanalisation .....	137
Abbildung 9.2:	Werkstoffanteile verlegter Rohre in Deutschland .....	138
Abbildung 9.3:	Abzweig mit Steckmuffe (Omniplast).....	140
Abbildung 9.4:	Bogen mit Steckmuffe .....	140
Abbildung 9.5:	Eingebautes Sattelstück .....	140
Abbildung 9.7:	Querschnitt durch eine Kanalbaustelle in offener Bauweise..	142
Abbildung 9.8:	Zweiphasiger Pilotvortrieb .....	143
Abbildung 9.9:	Dreiphasiger Pilotrohrvortrieb.....	144
Abbildung 9.10:	Microtunneling mit hydraulischer Förderung.....	145
Abbildung 9.11:	Spülbohrverfahren.....	146
Abbildung 9.12:	Statisches Berstliningverfahren .....	146
Abbildung 9.13:	Dichtheitsprüfung von Kanal, Anschluss und Schacht mittels Wasserdruck .....	148
Abbildung 10.1:	Regelschachtbauwerk nach Merkblatt DWA-M 158 .....	150
Abbildung 10.2:	Einsteigschacht aus Betonfertigteilen, rund und eckig, für Abwasserkanäle bis DN 500 .....	150
Abbildung 10.3:	Schacht mit Zwischenpodest.....	151
Abbildung 10.4:	Straßenablauf in Anlehnung an DIN 4052.....	152
Abbildung 10.5:	Pumpen in Nassaufstellung .....	153
Abbildung 10.6:	Pumpen in Trockenaufstellung .....	154
Abbildung 10.7:	Funktionsschema eines RÜ's .....	156
Abbildung 10.8:	Anordnung der Regenüberlaufbecken im Kanalnetz .....	159
Abbildung 10.9:	Zuschlag für Kanalablagerungen.....	161
Abbildung 10.10:	Ermittlung spez. Speichervolumen.....	163
Abbildung 10.11:	Ermittlung Abminderungsfaktor $f_A$ .....	166
Abbildung 10.12:	Querschnitt eines Retentionsbodenfilters .....	167
Abbildung 10.13:	Funktionsschema eines RBFs im Trennsystem.....	168
Abbildung 10.14:	Schemaskizze SKL im Mischsystem.....	171
Abbildung 10.15:	Funktionsweisen der Regenklärbecken.....	173

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 2.5: Salzgehalte in Binnengewässer .....	18
Tabelle 2.6: Temperaturen im Oberflächenwasser und Grundwasser .....	19
Tabelle 2.7: Sättigungswerte des Sauerstoffgehalts in Wasser [mg/l] .....	19
Tabelle 4.1: Begriffsdefinitionen .....	33
Tabelle 4.2: Durchschnittlicher Abwasseranfall und EGW .....	39
Tabelle 4.3: Tabellarische Zusammenstellung der Zeitbeiwerte für unterschiedliche Regenhäufigkeiten.....	49
Tabelle 4.4: Empfohlene Häufigkeiten für den Entwurf.....	52
Tabelle 4.5: Überstauhäufigkeiten bei Neuplanungen bzw. Sanierungen .....	54
Tabelle 4.6: Maßgebende kürzeste Regendauer in Abhängigkeit von mittlerer Geländeneigung und Befestigungsgrad .....	54
Tabelle 4.7: Spitzenabflusswerte für unterschiedliche Regenspenden bei einer Regendauer von 15 min.....	56
Tabelle 5.1: Anschlusswerte verschiedener Entwässerungsgegenstände.....	82
Tabelle 5.2: Abflusskennzahl K zur Ermittlung des Schmutzwasserabflusses ...	83
Tabelle 5.3: Bemessungstafel für den Schmutzwasserabfluss für einen Füllungsgrad von $h/d_i = 0,5$ für DN 70 bis DN 300 .....	84
Tabelle 5.4: Bemessungstafel für den Schmutzwasserabfluss für einen Füllungsgrad von $h/d_i = 0,7$ für DN 70 bis DN 300 .....	85
Tabelle 6.1: Pauschalwerte für die betriebliche Rauigkeit.....	94
Tabelle 6.2: Grenzwerte für den abgelagerungsfreien Betrieb von Regen- und Mischwasserkanälen .....	95
Tabelle 6.3: Grenzwerte für den abgelagerungsfreien Betrieb von Schmutzwasserkanälen .....	96
Tabelle 6.5: Abflusstabelle für volllaufende Kreis- und Eiprofile ( $k_b = 0,75$ ) .....	98
Tabelle 6.6: Abflusstabelle für volllaufende Kreis- und Eiprofile ( $k_b = 0,50$ ) .....	99
Tabelle 6.7: Abflusstabelle für volllaufende Kreis- und Eiprofile ( $k_b = 0,25$ ) .....	100
Tabelle 6.8: Ermittlung von Teilfüllungsständen von Ei- und Kreisprofilen .....	101
Tabelle 6.9: Zusammenstellung Strickler-Beiwerte .....	103
Tabelle 7.1: Bewertungspunkte für Gewässer mit normalen Schutzbedürfnissen .....	110
Tabelle 7.2: Bewertungspunkte für Gewässer mit besonderen Schutzbedürfnissen .....	111
Tabelle 7.3: Bewertungspunkte für Einflüsse aus der Luft.....	111
Tabelle 7.4: Bewertungspunkte des Regenabflusses in Abhängigkeit von der Herkunftsfläche.....	112
Tabelle 7.5: Durchgangswerte verschiedener Regenwasserreinigungsanlagen.....	113
Tabelle 8.1: Vergütete Graben- bzw. Baugrubenbreite für verbaute Leitungsgräben und Baugruben .....	130
Tabelle 8.2: Zuordnung der Bodenarten .....	135

# 1 Einleitung

Um die heutigen Grundsätze der Siedlungsentwässerung zu verstehen, muss insbesondere der Bezug zur Praxis und dem täglichen Leben hergestellt werden.

Die geschichtliche Entwicklung zeigt, dass die moderne Abwassertechnik sich von einer reinen Ableitung hin zu einer hoch technologisierten Verfahrensweise entwickelt hat.

Sämtliches Handeln in der Siedlungsentwässerung erfolgt nach folgenden Grundsätzen, die im Arbeitsblatt DWA-A 118 aufgeführt sind:

- Hygienische Verhältnisse zu sichern, durch Ableitung sämtlichen Schmutzwassers aus Haushalten und Industrie zu jedem Zeitpunkt.
- Die Nutzung des Lebensraums und der Verkehrsflächen weitgehend unabhängig von Niederschlägen zu gewährleisten.
- Die Gewässer durch ausreichende Reinigung des anfallenden Abwassers rein zu halten und deren Wasserqualität stetig zu verbessern.

Diese Grundsätze zeigen, dass die Beschäftigung mit der Siedlungsentwässerung ein wesentlicher Beitrag zum Umweltschutz, zur Lebensqualität und zur Daseinsvorsorge darstellt.

Für die Ortskanalisation stellt insbesondere der Entwässerungskomfort bei Starkregen eine große Aufgabe dar. Es gilt Lösungen zu finden, die einen ausreichenden Schutz der öffentlichen und privaten Anwesen bieten. Hierzu stellen zentrale Leitungsnetze oder Rückhaltemaßnahmen zwar einen Basisschutz dar, müssen aber durch naturnahe, dezentrale Minderungsmaßnahmen unterstützt werden.