

# Abwassertechnik verstehen

Ein kleines 1 × 1 der Abwassertechnik für Einsteiger und interessierte Laien

Helmut Resch und Regine Schatz



Vorschau

# Abwassertechnik verstehen

Ein kleines 1 × 1 der Abwassertechnik für Einsteiger und interessierte Laien

Helmut Resch und Regine Schatz

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.

### **Impressum:**

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)

**Satz:**  
Christiane Krieg, DWA

**Druck:**  
Siebengebirgsdruck, Bad Honnef

**ISBN:**  
978-3-88721-959-8 (Print)  
978-3-88721-960-4 (E-Book)

Gedruckt auf 100 % Recyclingpapier

© DWA, 2. überarbeitete Auflage 2020

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

Wie oft haben wir Entscheidungsträgern die Begriffe Misch- und Trennsystem oder den Unterschied zwischen Regenüberlauf und Regenüberlaufbecken erklärt? Wie oft haben wir erläutert, warum Kläranlagen erweitert werden müssen, obwohl die Ablaufqualität bisher nicht beanstandet wurde? Fachbegriffe wie Nitrifikation und Denitrifikation spielen dabei eine große Rolle. Schadstoffdiskussionen und die künftigen Möglichkeiten der Klärschlamm Entsorgung beschäftigen interessierte Bürger.

Als Autoren dieses Buchs haben wir uns zum Ziel gesetzt, Einsteigern und interessierten Laien eine kompakte Hilfestellung zu geben, damit sie unsere Fachsprache besser verstehen und aktiv mit uns diskutieren können. Banale Vereinfachungen haben wir bewusst vermieden. Viel mehr wollen wir den Leser ein Stück weit in die Fachwelt der Abwassertechnik mitnehmen und dazu anregen, sich mit deren wichtigsten Begriffen vertraut zu machen. Schnell wird er dann erkennen, dass unser Fachgebiet äußerst interessant und ein wichtiges Thema der Daseinsvorsorge ist.

Entscheidungsträger aus Politik, Industrie und Verwaltung, aber auch Anbieter von Produkten und Dienstleistungen sowie Fachlehrer und Studenten erhalten durch die Lektüre das notwendige Verständnis darüber, wie Kanalsysteme aufgebaut sind, welche Bauteile eine Kläranlage umfasst und wie sie funktioniert. Begriffe und Verfahren werden erläutert und Abläufe transparent gemacht.

Dr.-Ing. Helmut Resch

Dipl.-Ing. Regine Schatz

## Autoren

### **Helmut Resch, Dr.-Ing.**

1947 in Nördlingen geboren, Bauingenieurstudium an der Technischen Universität München, danach Wissenschaftlicher Mitarbeiter bei Prof. Dr.-Ing. W. Bischofsberger. 1981 wurde die Doktorarbeit über „Vertikal durchströmte Nachklärbecken“ mit dem Karl-Imhoff-Preis ausgezeichnet.



1980 - 96 bei einem mittelständischen Ingenieurbüro, Betreuung von Kanalisationsprojekten und Aufbau einer Kläranlagenabteilung. Ab Oktober 1996 selbstständig mit einem spezialisierten Ingenieurbüro für die Planung, Bauleitung und Betriebsberatung von Abwasseranlagen in Weißenburg/Bay. 2011 Umfirmierung des Büros in Dr. Resch+Partner und Übergabe der Geschäftsleitung an Frau Schatz und Herrn Dr. Schaardt.

Von 1983 - 2016 Mitglied des Fachausschusses „Absetzverfahren“ der ATV bzw. DWA. 2000 - 2010 Obmann dieses Gremiums und Mitglied des Hauptausschusses „Kommunale Abwasserreinigung“.

2007 Ingenieurpreis der Bayerischen Ingenieurekammer Bau für das Pilotprojekt Membranfiltration Kläranlage Monheim. Autor und Co-Autor zahlreicher Fachveröffentlichungen aus der Abwassertechnik.

### **Regine Schatz, Dipl.-Ing. (Univ.)**

1966 in Marl geboren, Bauingenieurstudium an der Universität Stuttgart mit ersten Berufserfahrungen am Institut für Wasserbau sowie bei einem halbjährigen ASA-Stipendium in Mali, Westafrika.



Ab 1992 jeweils mehrjährige Tätigkeiten bei einem Ingenieurconsult in Stuttgart, im Tiefbauamt einer Kleinstadt in Mittelfranken sowie bei einem Ingenieurbüro für Abwassertechnik und Straßenbau.

Seit 2005 im Ingenieurbüro Dr. Resch in Weißenburg zunächst als Projektleiterin für Kanalisations- und Kläranlagenprojekte. Ab 2011 Mitinhaberin des Ingenieurbüros Dr. Resch+Partner und dort verantwortlich für alle Projekte der kommunalen und industriellen Abwasserreinigung.

# Inhalt

Vorwort .....	3
Autoren .....	4
Bilderverzeichnis .....	6
Tabellenverzeichnis .....	9
<b>1 Was gehört zur Abwassertechnik? .....</b>	<b>10</b>
<b>2 Abwasserableitung .....</b>	<b>16</b>
2.1 Begriffe der Abwasserableitung .....	16
2.2 Abflussberechnung (Niederschläge, Häufigkeiten, Sicherheiten) ...	21
2.3 Regenwasserbehandlung im Mischsystem .....	26
2.3.1 Grundlagen .....	26
2.3.2 Regenüberlauf .....	29
2.3.3 Regenüberlaufbecken (Fang- oder Durchlaufbecken) .....	31
2.3.4 Messeinrichtungen und Protokollierungen .....	44
2.3.5 Regenrückhaltebecken (RRB) im Mischsystem .....	45
2.4 Regenwasserbehandlung im Trennsystem .....	47
2.5 Retentionsbodenfilter .....	54
2.6 Regenrückhaltebecken .....	57
<b>3 Abwasserreinigung .....</b>	<b>59</b>
3.1 Begriffe der Abwasser- und Schlammbehandlung .....	59
3.1.1 Was bewirkt die Abwasserreinigung? .....	59
3.1.2 Was ist mit dem Klärschlamm? .....	61
3.1.3 Wichtige Bemessungsdaten .....	63
3.2 Verfahrensstufen der Abwasserbehandlung .....	64
3.2.1 Zulaufpumpwerke und Hebeanlagen .....	64
3.2.2 Mechanische Vorreinigung .....	66
3.2.3 Chemisch-physikalische Vorbehandlung .....	71
3.2.4 Verfahren der biologischen Abwasserreinigung .....	71

## Abwassertechnik verstehen

3.2.5	Belebungsverfahren .....	73
3.2.6	Biofilmverfahren .....	81
3.2.7	Naturnahe Verfahren .....	85
3.2.8	Weitergehende Abwasserreinigung .....	89
3.3	Verfahren der Schlammbehandlung .....	94
3.3.1	Aerobe oder anaerobe Schlammstabilisierung? .....	94
3.3.2	Voreindickung und Vorbehandlung .....	96
3.3.3	Schlammfäulung .....	98
3.3.4	Schlammentwässerung .....	102
3.3.5	Schlamm-trocknung .....	104
3.3.6	Schlamm-entsorgung und -verwertung .....	108
3.4	Kleinkläranlagen .....	111
3.4.1	Rechtliche und technische Grundlagen .....	111
3.4.2	Bauarten von Kleinkläranlagen .....	114
3.4.3	Betrieb und Wartung .....	120
<b>4</b>	<b>Betrieb von Abwasseranlagen .....</b>	<b>122</b>
4.1	Personalbedarf und Qualifikation .....	122
4.2	Dienst- und Betriebsanweisung .....	124
4.3	Betriebskosten .....	127
4.4	Betriebsoptimierung .....	130
	<b>Stichwortverzeichnis .....</b>	<b>132</b>

## **Bilderverzeichnis**

Bild 1:	Trinkwasserverbrauch in Deutschland 2013 .....	12
Bild 2:	Misch- und Trennsystem .....	17
Bild 3:	Systemskizze Druckentwässerung .....	18
Bild 4:	Systemskizze Unterdruckentwässerung .....	19
Bild 5:	Rückstauenebene .....	20
Bild 6:	Spitzenabflussfaktor nach Siedlungsgröße .....	23
Bild 7:	Beispiel für die Einteilung und Beschreibung von Einzugsgebieten zur Kanalnetz-berechnung .....	24

Bild 8:	Bereich des Faktors $f_{s,OM}$ zur Ermittlung des optimalen Mischwasserabflusses zur Kläranlage .....	27
Bild 9:	Schemazeichnung vereinfachtes Aufteilungsverfahren .....	28
Bild 10:	Prinzipskizze Regenüberlauf .....	30
Bild 11:	Beispiel eines Regenüberlaufbauwerks .....	30
Bild 12:	Anordnung eines RÜB im Hauptschluss .....	32
Bild 13:	Anordnung eines RÜB im Nebenschluss .....	32
Bild 14:	Funktionsweise eines Fangbeckens im Nebenschluss .....	35
Bild 15:	Funktionsweise eines Durchlaufbeckens im Nebenschluss .....	37
Bild 16:	Bauwerksplan Durchlaufbecken .....	38
Bild 17:	Schema Stauraumkanal mit Trockenwetterrinne .....	39
Bild 18:	Schema Rundbecken .....	40
Bild 19:	Schematische Darstellung verschiedener Schwallspüleinrichtungen .....	41
Bild 20:	Beispiel Rührwerksanordnung im Rundbecken .....	42
Bild 21:	Wirbeljet im eingebauten Zustand .....	43
Bild 22:	Siebung am Beckenüberlauf .....	44
Bild 23:	Rechen am Beckenüberlauf .....	44
Bild 24:	Messeinrichtungen an Regenüberlaufbecken .....	45
Bild 25:	Anordnung eines RRB im Mischwassernetz .....	46
Bild 26:	Zunahme der Siedlungs- und Verkehrsflächen .....	47
Bild 27:	Arten der Regenwasserbewirtschaftung in Abhängigkeit vom Durchlässigkeitsbeiwert $k_f$ des Bodens .....	49
Bild 28:	Flächenversickerung .....	50
Bild 29:	Versickerungsmulde .....	51
Bild 30:	Mulden-Rigolensystem mit Abflussdrosselung .....	51
Bild 31:	Schachtversickerung .....	52
Bild 32:	Funktionskizze Regenklärbecken mit Klär- und Beckenüberlauf ohne Dauerstau .....	53
Bild 33:	Ablaufbereich eines Regenklärbeckens mit Dauerstau .....	54
Bild 34:	Schematische Darstellung eines Retentionsbodenfilters im Mischsystem mit vorgeschaltetem RÜB .....	55
Bild 35:	Retentionsbodenfilter mit Blick auf den durch Gabionen gesicherten Zulauf .....	56
Bild 36:	Regelquerschnitt Retentionsbodenfilter .....	57
Bild 37:	Retentionsbodenfilter mit nachgeschaltetem RRB .....	58
Bild 38:	„Canyon“ an hydraulisch überlasteter Mischwassereinleitungsstelle .....	58
Bild 39:	Schematischer Aufbau einer Kläranlage .....	59

Bild 40:	Schneckenhebewerk.....	65
Bild 41:	Zwei Feinrechen mit 3 mm Stababstand .....	66
Bild 42:	Querschnittsform eines belüfteten Sandfanges mit Fettfangkammer .....	67
Bild 43:	Fotos Sandfang und Sandwäsche .....	68
Bild 44:	Kombianlage Rechen/Sandfang (2-straßig).....	69
Bild 45:	Schema einer Belebungsanlage .....	73
Bild 46:	Verfahren zur Stickstoffelimination .....	75
Bild 47:	Belebungsbecken mit vorgeschalteter Denitrifikation .....	76
Bild 49:	Hauptströmungsrichtungen und funktionale Beckenzonen von horizontal durchströmten runden Nachklärbecken .....	78
Bild 50:	Rundes Nachklärbecken mit Schildräumer .....	79
Bild 51:	Beispiel für die Aufeinanderfolge von Prozessphasen während eines SBR-Zyklus .....	79
Bild 52:	Einbau einer Membranfilterkassette .....	81
Bild 53:	Blick auf einen Tropfkörper mit Drehsprenger .....	82
Bild 54:	Schema einer Tropfkörperanlage .....	82
Bild 55:	Beispiel einer kleinen Rotationstauchkörperanlage.....	83
Bild 56:	Abwasserteichanlage mit naturnaher Gestaltung .....	86
Bild 57:	Wendelbelüfter in einem Abwasserteich .....	87
Bild 58:	Horizontal und vertikal durchströmte Pflanzenbeete.....	88
Bild 59:	Fällmitteltank für Phosphatfällung.....	89
Bild 60:	UV-Anlage im Kläranlagenablauf.....	91
Bild 61:	Schema Elimination von Spurenstoffen in der Kläranlage Weißenburg (Ozonung/Aktivkohlefilter) .....	93
Bild 62:	4. Reinigungsstufe in der Kläranlage Weißenburg.....	93
Bild 63:	Beispiel Schlammbehandlungsschema einer kleinen Kläranlage.....	95
Bild 64:	Beispiel Schlammbehandlungsschema einer großen Kläranlage .....	96
Bild 65:	ÜS-Eindickung mittels Scheibeneindicker .....	97
Bild 66:	Schema des anaeroben Abbaus bei der Faulung .....	98
Bild 66:	Faulbehälter mit Umwälzeinrichtungen und Heizsystem.....	100
Bild 67:	Faulbehälter mit neuer Verkleidung.....	101
Bild 68:	Niederdruckgasbehälter und BHKW (Gasmotor) .....	101
Bild 69:	Ausführungsbeispiel einer Vollmantelzentrifuge.....	104
Bild 70:	Massereduzierung durch Entwässerung und Trocknung .....	105
Bild 71:	Beispiel einer solaren Klärschlamm-trocknung .....	107
Bild 72:	Innen- und Außenansicht einer Trocknungshalle mit Silo .....	108

Bild 73:	Entwicklung der Klärschlamm Entsorgung in Deutschland in den Jahren 2006 – 2018 .....	109
Bild 74:	Dreikammergrube nach DIN 4261-1 .....	115
Bild 75:	Kleinkläranlage als Belebungsanlage im Aufstaubetrieb .....	116
Bild 76:	Kleinkläranlage SBR mit UV-Bestrahlung im Schacht oder außerhalb .....	117
Bild 78:	Kleinkläranlage mit getauchtem, belüftetem Festbett .....	118
Bild 79:	Kleinkläranlage mit Wirbelbettverfahren .....	118
Bild 80:	Kleinkläranlage mit Scheibentauchkörper .....	119
Bild 81:	Bodenkörperfilterschacht mit Verteilerwippe .....	119
Bild 82:	Kleinkläranlage mit frisch angelegtem Pflanzenbeet .....	120
Bild 83:	Beispiel einer prozentualen Betriebskostenaufteilung einer Kläranlage mit 50.000 EW .....	129

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Einwohnerspezifische Abwasserfrachten und Konzentrationen .....	14
Tabelle 2:	Mindestanforderungen an die Einleitungsqualität nach Anhang 1 der AbwV .....	15
Tabelle 3:	Bemessungsrichtwerte für den mittleren häuslichen Schmutzwasseranfall je Einwohner und Tag .....	22
Tabelle 4:	Jährlichkeit des Regenereignisses nach Gebieten für Bemessung und Überflutung .....	26
Tabelle 5:	Liste des Schlammanfalls .....	62
Tabelle 6:	Einwohnerspezifische Frachten mit und ohne Vorklärung .....	69
Tabelle 7:	Bemessungsgrundlagen für Kleinkläranlagen nach DIN 4261-1 .....	112
Tabelle 8:	Bemessung von Ein- und Mehrkammergruben nach DIN 4261-1 .....	114
Tabelle 9:	Personalbedarf auf kommunalen Kläranlagen .....	123
Tabelle 10:	Zusatzkosten ergänzender Technologien .....	128

# 1 Was gehört zur Abwassertechnik?

Abwassertechnik bedeutet Gewässerschutz und Gewässerschutz ist eines der wichtigsten umweltpolitischen Themen, bei dem Bürger, Fachleute und Politiker gleichermaßen gefordert sind. Gewässer, das sind Meere und Seen, Flüsse und Bachläufe, Tümpel und Weiher, sowie vor allem auch Grundwasserleiter, denen besondere Bedeutung für die Wasserversorgung zukommt.

Die Verschmutzung von Gewässern stört das Ökosystem, erschwert die Trinkwassergewinnung sowie die Wasserversorgung von Industrie und Landwirtschaft. Sie erfolgt durch Abwasser, Abfall, Luftverschmutzung und intensiven Düngemiteleinsetz. Durch Gewässerschutz müssen die Belastungen der Gewässer so gering gehalten werden, dass ihre Selbstreinigungskraft nicht überschritten wird. Die Konzentration der verschmutzenden Stoffe darf nicht zu groß sein und nicht abbaubare Schadstoffe dürfen nicht eingeleitet werden.

Abfall muss von Gewässern selbstverständlich vollständig ferngehalten werden und der landwirtschaftliche Einsatz von Düngemitteln muss mit großer Sorgfalt erfolgen, um Gewässer nicht zu schädigen. Abwassereinleitungen sind dagegen nicht vermeidbar, da das anfallende Abwasser normalerweise anderweitig nicht entsorgt werden kann. Das Lexikon der Abwassertechnik (BISCHOFBERGER/HEGEMANN 2005) definiert Abwasser wie folgt:

„Abwasser ist durch Gebrauch verändertes abfließendes Wasser und jedes in die Kanalisation gelangende Wasser. Man unterscheidet dabei Schmutzwasser, Regenwasser, Fremdwasser, Mischwasser und Kühlwasser.“

Je nach der Menge und dem Grad der Verschmutzung muss das Abwasser zwischengespeichert und gereinigt werden, ehe es in ein Gewässer eingeleitet werden darf. Dabei ist die Leistungsfähigkeit des Gewässers sowohl mengenmäßig, als auch bezüglich seiner Selbstreinigungskraft zu beachten. Bei kleinen Gewässern können vor allem Regen-, Kühl- und Mischwassereinleitungen sehr schnell zu hydraulischen Überlastungen führen. Schmutz- und Mischwassereinleitungen bewirken hygienische Beeinträchtigungen durch Krankheitserreger, verursachen Sauerstoffzehrung durch biochemische Abbauprozesse und können durch die Nährstoffe Stickstoff und Phosphor zu einer Überdüngung beitragen.

Seit Menschen dicht beisammen wohnen, ist die Abwasserbeseitigung ein Problem. Von Ausgrabungen antiker Stadtsiedlungen ist bekannt, dass damals bereits

Vorschau

# Abwassertechnik verstehen

Im Mai 2014 ist das abwassertechnische Programm des F. Hirthammer Verlages auf die DWA übergegangen. Als mitgliederstärkste, gemeinnützige Vereinigung im Bereich Wasserwirtschaft kümmert sich die DWA seit vielen Jahren intensiv um die Aus- und Weiterbildung des Betriebspersonals auf Kläranlagen. Dieser Zielgruppe bietet das breite Publikations- und Softwareangebot unter dem Namen F. Hirthammer in der DWA fundierte Praxishilfen von erfahrenen Fachleuten.

## Aus dem Inhalt

Ziel dieses Buchs ist es, Einsteigern und Laien eine kompakte Hilfestellung zum besseren Verständnis von Fachbegriffen, Zusammenhängen und Abläufen in der Abwassertechnik zu geben.

Die Autoren - selber erfahrene Planungsingenieure mit eigenem Büro - nehmen die Leser ein Stück weit mit in ihre Fachwelt und -sprache. Sie regen dazu an, sich mit dem grundlegenden Wissen vertraut zu machen und ganz nebenbei wird der Lesende erkennen, wie äußerst interessant und vielschichtig dieses Wissensgebiet ist und gleichzeitig mit welchem wichtigem Thema der Daseinsvorsorge er sich gerade beschäftigt.

ISBN: 978-3-88721-959-8 (Print)  
978-3-88721-960-4 (E-Book)

**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](mailto:info@dwa.de) · [www.dwa.de](http://www.dwa.de)