

Abwassertechnik verstehen

– ein kleines 1 x 1 für Einsteiger und interessierte Laien



Helmut Resch und Regine Schatz

VORSCHAU

Abwassertechnik verstehen

– ein kleines 1 x 1 für Einsteiger und Interessierte Laien

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
E-Mail: info@dwa.de
Internet: www.dwa.de

Satz:
Christiane Krieg, DWA

Druck:
bprintmedien, Bonn

ISBN:
978-3-96862-996-4 (Print)
978-3-96862-997-1 (E-Book)

Gedruckt auf 100 % Recyclingpapier

© DWA, 3. Auflage 2026

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
1 Was gehört zur Abwassertechnik?	10
2 Abwasserableitung	16
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
3 Abwasserreinigung	59
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

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	Schlamm entwässerung	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
4	Betrieb von Abwasseranlagen	122
4.1	Personalbedarf und Qualifikation	122
4.2	Dienst- und Betriebsanweisung	124
4.3	Betriebskosten	127
4.4	Betriebsoptimierung	130
	Stichwortverzeichnis	132

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:	Rückstau ebene	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:	Funktionsskizze 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 Aueinanderfolge 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 Düngemiteleinsatz. 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