

— Bernd Goldberg

Kleinkläranlagen heute

Ein Kompendium zu den klärtechnischen
Verfahren und Anlagen der Abwasser-
behandlung

3., vollständig überarbeitete und
erweiterte Auflage

Beuth

DIN

Bernd Goldberg

Kleinkläranlagen heute

**Ein Kompendium zu den klärtechnischen
Verfahren und Anlagen der Abwasser-
behandlung**

3., vollständig überarbeitete und
erweiterte Auflage 2018

Herausgeber:
DIN Deutsches Institut für Normung e. V.

Beuth Verlag GmbH · Berlin · Wien · Zürich

Inhaltsverzeichnis

1	Vorbemerkungen	1
2	Rechtliche Grundlagen	3
2.1	Das Wasserhaushaltsgesetz (WHG) vom 31. Juli 2009	5
2.2	Das Abwasserabgabengesetz (AbwAG in der Fassung vom 18. Januar 2014)	6
2.3	Die Abwasserverordnung (AbwV in der Fassung vom 17. Juni 2004, zuletzt geändert am 2. September 2014)	8
2.4	Landeswassergesetze	10
2.5	Verordnungen, Vorschriften, Richtlinien.....	11
3	Normen zu Kleinkläranlagen	14
3.1	Rückblick	14
3.2	Entwicklung der Normenreihe DIN 4261 für Kleinkläranlagen	14
3.2.1	DIN 4261:1942-02	14
3.2.2	DIN 4261:1954-10 Kleinkläranlagen – Richtlinien für Anwendung, Bemessung, Ausführung und Betrieb	16
3.2.3	DIN 4261-1:1970-10 Kleinkläranlagen – Anwendung, Bemessung, Ausführung und Betrieb – Anlagen ohne Abwasserbelüftung	19
3.2.4	DIN 4261-1:1983-10 Kleinkläranlagen – Anlagen ohne Abwasserbelüftung – Anwendung, Bemessung, Ausführung und Betrieb.....	21
3.2.5	DIN 4261-1:1991-02 Kleinkläranlagen – Anlagen ohne Abwasserbelüftung – Anwendung, Bemessung, Ausführung und Betrieb.....	24
3.2.6	DIN 4261-1:2002-12 Kleinkläranlagen – Anlagen zur Abwasservorbehandlung	24
3.2.7	DIN 4261-1:2010-10 Kleinkläranlagen – Anlagen zur Schmutzwasservorbehandlung.....	27
3.2.8	Entwicklung maßgebender Kenngrößen im Geltungsverlauf der Normenreihe DIN 4261-1, bis zu den Kleinkläranlagen zur Schmutzwasservorbehandlung.....	29
3.3	DIN 4261-2:1984-06 Kleinkläranlagen mit Abwasserbelüftung.....	30
3.3.1	Verfahren nach DIN 4261-2.....	32
3.3.2	Verfahren, die nicht mit der DIN 4261-2 abgedeckt sind	38
3.4	DIN 4261-3 Kleinkläranlagen ohne Abwasserbelüftung, Betrieb und Wartung	39
3.5	DIN 4261-4:1984-06 Kleinkläranlagen mit Abwasserbelüftung, Betrieb und Wartung	41
3.6	DIN 4261-5:2012-10 Kleinkläranlagen – Teil 5: Versickerung von biologisch aerob behandeltem Schmutzwasser	42
4	Maßgebliche Änderungen für Kleinkläranlagen im Jahre 2005	43
4.1	Die Normenreihe DIN EN 12566 Kleinkläranlagen bis 50 EW	43
4.2	Maßgebliche Bestimmungen in der DIN EN 12566-3.....	46
4.2.1	Anforderungen	46

Herausgeber:
DIN Deutsches Institut für Normung e. V.

© 2018 Beuth Verlag GmbH
Berlin · Wien · Zürich
Am DIN-Platz
Burggrafenstraße 6
10787 Berlin

Telefon: +49 30 2601-0
Telefax: +49 30 2601-1260
Internet: www.beuth.de
E-Mail: kundenservice@beuth.de

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der Grenzen des Urheberrechts ist ohne schriftliche Zustimmung des Verlages unzulässig und strafbar. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung in elektronische Systeme.

Die im Werk enthaltenen Inhalte wurden von Verfasser und Verlag sorgfältig erarbeitet und geprüft. Eine Gewährleistung für die Richtigkeit des Inhalts wird gleichwohl nicht übernommen. Der Verlag haftet nur für Schäden, die auf Vorsatz oder grobe Fahrlässigkeit seitens des Verlages zurückzuführen sind. Im Übrigen ist die Haftung ausgeschlossen.

© für DIN-Normen DIN Deutsches Institut für Normung e. V., Berlin

Titelbild: © iStock.com/PinyoJPR
Satz: B & B Fachübersetzer-gesellschaft mbH, Berlin
Druck: COLONEL, Kraków

Gedruckt auf säurefreiem, alterungsbeständigem Papier nach DIN EN ISO 9706

ISBN 978-3-410-28202-0
ISBN (E-Book) 978-3-410-28203-7

5	Prüfzeichen und Allgemeine bauaufsichtliche Zulassungen zu Kleinkläranlagen	72
5.1	Das Deutsche Institut für Bautechnik	72
5.2	Prüfzeichen für Kleinkläranlagen	73
5.3	Allgemeine bauaufsichtliche Zulassungen für Kleinkläranlagen mit Abwasserbelüftung	78
5.3.1	Gliederung der DIBt-Zulassungen	93
5.3.2	Das Ende des deutschen Systems der Erteilung Allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassungen für Kleinkläranlagen	96
5.3.3	Nachwort zum Ende der bisherigen Zulassungserteilung für Kleinkläranlagen in Deutschland	97
6	Abwasseranfall, Anfallverteilung, Belastung des häuslichen Abwassers	108
6.1	Abwasseranfall	108
6.2	Abwasseranfallverteilung	108
6.3	Abwasserbeschaffenheit	110
6.4	Abbaubarkeit eines Abwassers	116
6.4.1	Fäulnisunfähigkeit, Fäulnisfähigkeit, Methylenblauverfahren zur Feststellung der Fäulnisfähigkeit	117
6.4.2	Erhöhte Belastung durch schwer abbaubare organische Abwasserinhaltsstoffe	120
7	Abwasservorbehandlung	133
7.1	Sedimentative Abwasservorbehandlung	133
7.1.1	Abwasservorbehandlung für bepflanzte Bodenfilter	144
7.2	Rottevorbehandlung	149
7.3	Fäkalschlammvererdung	153
7.4	Belüftete Abwasservorbehandlung	159
7.5	Abwasservorbehandlung mit einer Vorfällung	165
7.6	Verfahrenskombinationen für die Abwasservorbehandlung	166
7.7	Sonderlösungen für die Abwasservorbehandlung	168
8	Verfahrenstechnische Grundlagen der biologischen Abwasserbehandlung ...	169
8.1	Der aerobe Abbau organischer Kohlenstoffverbindungen	169
8.1.1	Sauerstoffbedarf für den aeroben Abbau organischer Abwasserinhaltsstoffe ...	171
8.1.2	Belebtschlammaufbau	173
8.1.3	Aerobe Schlammstabilisierung	177
8.1.4	Kenngößen für die Bewertung eines Belebtschlammes	178
8.1.5	Bodenfilter zur Entwässerung von aerob stabilisiertem Schlamm aus Kleinkläranlagen	193
8.2	Nitrifikation bei der Abwasserbehandlung	199
8.3	Denitrifikation bei der Abwasserbehandlung	202
8.3.1	Denitrifikation mit Kleinkläranlagen	205
8.4	Biologische Phosphoreliminierung	211
8.4.1	Biologische Phosphoreliminierung mit Kleinkläranlagen	216
8.4.2	Kleinkläranlagenkonfiguration und -dimensionierung für eine biologische Phosphoreliminierung	217

8.4.3	Hinweise zur „Schlamm Bilanz“	219
8.4.4	Zusammenfassende Bewertung	223
8.5	Chemische Phosphatfällung	224
8.6	Phosphatfällung mit Fe ³⁺ -Dosierung durch Elektrolyse	226
9	Hygienisierung von Abwasser	227
9.1	Belebungsanlagen mit Membranfiltration	227
9.1.1	Verfahrensprinzip	228
9.1.2	Bemessung von Kleinkläranlagen mit Membranfiltration	228
9.1.3	Membranfiltrationsverfahren	229
9.1.4	Filtrationsleistung	230
9.2	Weitere Verfahren zur Hygienisierung von Abwasser	233
9.2.1	Abwasserfiltration	234
9.2.2	Naturnahe Verfahren zur Hygienisierung	237
9.2.3	UV-Bestrahlung	240
10	Hydraulische Konfiguration der Abwasserbehandlung mit Kleinkläranlagen	243
10.1	Abwasserbehandlung mit einem vorgeschalteten Abwasserspeicher	245
10.2	SBR-Anlage mit einem Zyklus je Tag	251
11	Abwasserbehandlungsverfahren bei Kleinkläranlagen	252
11.1	Belebtschlammbiologie	252
11.2	SBR-Verfahrensführung	254
11.3	Membranfiltration	256
11.4	Tropfkörperanlagen	258
11.5	Tauchkörperanlagen	259
11.6	Ständig getauchten Festbetтанlagen	260
11.7	Mehrkammerausfallgrube – „Filteranlage“	263
11.8	Weitere Kleinkläranlagen	264
12	Konstruktive Ausbildung der Kleinkläranlagen	266
12.1	Tropfkörperanlagen	266
12.1.1	Störungen bei Tropfkörperanlagen und Störungsbeseitigung	280
12.2	Belebtschlammmanlagen	283
12.2.1	Traditionelle Verfahrensführung der Belebtschlammtechnologie	283
12.2.2	Belebtschlammmanlagen mit von unten angeströmten Nachklärkammern	292
12.2.3	Belebtschlammmanlagen mit Aufwuchsträgern	306
12.2.4	Belebtschlammmanlagen mit Membranfiltern zur Abtrennung der flüssigen Phase aus dem Belebtschlamm-Abwasser-Gemisch	321
12.2.5	Belebtschlammmanlagen mit Aufstaubetrieb	328
12.2.6	Filteranlagen nach Mehrkammerausfallgruben	383
12.3	Tauchkörperanlagen	424
12.3.1	Scheibentauchkörperanlagen der Firma Kingspan Enviromental GmbH	426
12.3.2	Rotationstauchkörperanlagen der Firma IBB-Umwelttechnik GmbH	428
12.4	Anlagen mit getauchtem und belüftetem Festbett	431
12.5	Kleinkläranlagen nach dem Wirbel-Schwebbett-Biofilm-Verfahren	444

12.6	Steueranlagen für Kleinkläranlagen.....	453
12.7	Anlagen zur Fernüberwachung, Datenübertragung und zur Fernsteuerung von Kleinkläranlagen.....	456
13	Pflanzenkläranlagen	458
13.1	Bodenfilteranlagen vor den Pflanzenkläranlagen	458
13.2	Pflanzenkläranlagen mit bepflanzten Bodenfiltern	461
13.2.1	Horizontal durchströmte Pflanzenbeete	469
13.2.2	Vertikal durchströmte Pflanzenbeete	471
13.3	Ordnungsgemäßes Betreiben von Pflanzenkläranlagen	494
13.4	Häufige Fragen zu Pflanzenkläranlagen	496
13.5	Novellierung des DWA-A 262:2006-02	497
13.5.1	Neue Bestimmungen des DWA-A 262:2017	500
13.5.2	Verteilung des Wasseraustritts aus Verteilerrohren zur Beschickung von Bodenfiltern und Versickerungsanlagen	507
13.5.3	Verfahrenstechnische Wertung von Bodenfiltern mit Feinkies	515
13.5.4	Nachgeschaltete Bodenfilter als zusätzliche Reinigungs- oder Schönungsstufe	532
14	Dichtheitsprüfungen von Kleinkläranlagen im eingebauten Zustand	538
14.1	Dichtheitsprüfung von Kleinkläranlagenbehältern aus Beton im eingebauten Zustand	538
14.1.1	Die wechselhafte Prüffüllhöhe bei der Dichtheitsprüfung von Kleinkläranlagen	541
14.1.2	Die Dichtheitsanforderung an Kleinkläranlagen aus Beton	547
14.1.3	Die Dichtheitsanforderung an Abwasserleitungen und -kanäle	548
14.1.4	Dichtheitsanforderungen an Abscheideranlagen.....	550
14.1.5	Dichtheitsanforderung an Kunststoffbehälter für Kleinkläranlagen und Abwassersammelgruben und Durchführung der Dichtheitsprüfung der Behälter nach deren Einbau.....	551
14.1.6	Dichtheitsprüfung von Behältern für Tropfkörperanlagen	556
14.1.7	Dichtheitsprüfung von Folienwannen für Pflanzenkläranlagen	557
15	Abwassereinleitung aus Kleinkläranlagen in den Untergrund	561
15.1	Versickerung sedimentativ vorbehandelter Abwässer	561
15.2	Versickerung von biologisch behandeltem Schmutzwasser.....	563
15.3	Versickerungsanlagen nach DIN 4261-5	569
15.3.1	Versickerungsgraben	571
15.3.2	Versickerungsgruben	574
15.3.3	Versickerungsmulden	576
15.4	Versickerungsanlage in Anlehnung an Versickerungsgräben nach DIN 4261-5	582
15.5	Bodenhydraulische Bedingungen für die Versickerung in einen nicht wassergesättigten Bodenkörper	584
15.5.1	Versickerung durch vertikale Versickerungsflächen	587
15.5.2	Versickerung nach dem bodenhydraulischen Verständnis der DWA.....	594

15.6	Dimensionierung von Versickerungsbeeten nach der horizontalen Sickerfläche	597
15.7	Ausbildung von Sickerbeeten	600
15.8	Sickerblöcke und Sickertunnel	607
15.9	Messung des Sickervermögens nicht gesättigter Bodenkörper	613
Sachwortregister		617
Inserentenverzeichnis		625

1 Vorbemerkungen

Nach inoffiziellen Schätzungen sind und werden 7 % der Einwohner Deutschlands nicht an öffentliche Abwasseranlagen angeschlossen. Das Abwasser dieser ca. 5 Mio. Einwohner wird in abflusslosen Abwassersammelgruben gespeichert und nach Bedarf zur Mitbehandlung in größeren Kläranlagen abgefahren oder in Grundstückskleinkläranlagen behandelt und nachfolgend in ein Oberflächengewässer oder in das Grundwasser eingeleitet.

Wurden Grundstückskleinkläranlagen aufgrund ihrer vor einigen Jahren noch teilweise einfachen technischen Ausbildung und damit begrenzten Reinigungsleistung früher als provisorische Lösung bewertet, haben die Entwicklungen in den zurückliegenden 20 Jahren dazu geführt, dass seit einiger Zeit mit Grundstückskleinkläranlagen sehr hohe Reinigungsleistungen und damit geringe Ablaufbelastungen erzielt werden. Ablaufbelastungen aus modernen Grundstückskleinkläranlagen mit guter Wartung stehen nicht hinter den Ablaufbelastungen kleiner und mittlerer Kläranlagen für öffentliche Abwassersysteme zurück.

Es kann davon ausgegangen werden, dass in Deutschland für öffentliche Abwassersysteme bis auf wenige Ausnahmen die erforderlichen Kläranlagen bereits errichtet und teilweise auch mehrfach zur Erhöhung ihrer Reinigungsleistung nachgerüstet und erweitert wurden. Daher wird der Bedarf für Kläranlageneubauten öffentlicher zentraler Abwassersysteme für die kommenden Jahre als gering bewertet. Es sind lediglich Nachrüstungen und Ersatzbauten bei den bestehenden Klärwerken notwendig. Aus den berechtigterweise zunehmenden gesetzlichen und behördlichen Anforderungen an die Reinigungsleistung von Grundstückskleinkläranlagen wird für diese Anlagen aber ein zunehmender Bedarf abgeleitet.

Wenn für Deutschland von 5 Mio. Einwohnern ausgegangen wird, die nicht an öffentliche Abwasseranlagen angeschlossen sind und aus Kostengründen auch nicht angeschlossen werden, und die Annahme getroffen wird, dass für 3 Mio. Einwohner eine Abwasserbehandlung in einer Grundstückskleinkläranlage möglich ist, ergibt sich bei einem mittleren Anschlusswert von 4 Einwohnern je Grundstückskleinkläranlage ein Bedarf von ca. 750.000 Grundstückskleinkläranlagen. Bei einer Lebensdauer von 20 Jahren resultiert daraus ein Bedarf von 37.500 Grundstückskleinkläranlagen jährlich.

Mit diesem Buch werden

- der wesentliche Einfluss der Normenreihe DIN 4261 auf die Entwicklung der Abwasserbehandlung mit Kleinkläranlagen in Deutschland für den langen Zeitraum von 1942 bis 1984 hinsichtlich der dafür eingesetzten Verfahren, Anlagenausbildungen und Dimensionierung und
- die Prüfung der Reinigungsleistung von Kleinkläranlagen nach diesen Normen und die Erteilung von Prüfzeichen und allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen durch das Deutsche Institut für Bautechnik

dargestellt und gewürdigt.

Die mit der europäischen Normung mit der Normenreihe DIN EN 12566 und den dazu erforderlich gewordenen Änderungen der deutschen Normen verbundenen ungünstigen Auswirkungen für die Praxis beim Einbau von Kleinkläranlagen hinsichtlich der Prüfung der Wasserdichtheit nach dem Einbau der Behälter werden kritisch analysiert und es werden