

DWA-Regelwerk

Arbeitsblatt DWA-A 281

Bemessung von Tropfkörpern, Anlagen mit Rotationstauchkörpern
und Anlagen mit getauchten Festbetten

März 2025

VORSCHAU

VORSCHAU

DWA-Regelwerk

Arbeitsblatt DWA-A 281

Bemessung von Tropfkörpern, Anlagen mit Rotationstauchkörpern
und Anlagen mit getauchten Festbetten

März 2025

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:
978-3-96862-803-5 (Print)
978-3-96862-804-2 (E-Book)

Gedruckt auf 100 % Recyclingpapier

© DWA, 1. Auflage, Hennef 2025

Alle Rechte, insbesondere die der Übersetzung in andere Sprachen, vorbehalten. Kein Teil dieses Arbeitsblatts darf vorbehaltlich der gesetzlich erlaubten Nutzungen ohne schriftliche Genehmigung der Herausgeberin in irgendeiner Form – durch Fotokopie, Digitalisierung oder irgendein anderes Verfahren – reproduziert oder in eine von Maschinen, insbesondere von Datenverarbeitungsanlagen, verwendbare Sprache übertragen werden. Die DWA behält sich das Text- und Data-Mining nach § 44b UrhG vor, was hiermit Dritten ohne Zustimmung der DWA untersagt ist.

Vorwort

Die Überarbeitung des Arbeitsblatts ATV-DVWK-A 281 (jetzt Arbeitsblatt DWA-A 281) ist erforderlich geworden, um die Bemessung analog zum Arbeitsblatt DWA-A 131 auf den Parameter CSB umzustellen. Gleichzeitig wurde nunmehr auch der Bemessungsgang für die Tropfkörper unter Berücksichtigung der Fraktionierung des CSB von der Raumbelastung auf die Flächenbelastung umgestellt.

Eine ausführliche Beschreibung der theoretischen Grundlagen und praktischen Anwendung von Festbettverfahren ist in den ATV-Handbüchern „Biologische und weitergehende Abwasserreinigung“ (ATV 1997a) und „Mechanische Abwasserreinigung“ (ATV 1997b) enthalten. Die Entwicklung des Tropfkörperverfahrens, der Rotationstauchkörper und der getauchten Festbetten sowie die Einflussgrößen auf deren Reinigungsleistung sind in der weiterführenden Literatur ausführlich dargestellt.

Wie bei allen aeroben Verfahren zur biologischen Abwasserbehandlung ist der Kontakt zwischen Biomasse und Abwasser herzustellen und die Biomasse ist mit Sauerstoff zu versorgen. Beim Tropfkörperverfahren wird das Abwasser über dem Füllmaterial verregnet, sodass sich während des Durchtropfens der Kontakt zwischen Biomasse und Abwasser ergibt. Die Belüftung erfolgt im Allgemeinen ohne weiteren Energieeinsatz. Bei Rotationstauchkörpern wird das zum Teil getauchte Füllmaterial durch Einsatz von Energie um seine Längsachse gedreht. Während der Auftauchphase des Materials kann der Biofilm aus der Umgebungsluft Sauerstoff und in der Tauchphase die Schmutz- und Nährstoffe aus dem Abwasser aufnehmen. Bei den getauchten Festbetten erfolgt der Aufwuchs der aktiven Biomasse auf Festbetten, die permanent unter Wasser sind. Es ist daher zusätzlich eine getrennte Belüftung erforderlich. Verfahren mit zusätzlicher Schlammrückführung sind nicht Gegenstand des vorliegenden Arbeitsblatts.

Als günstige Eigenschaften von Tropfkörpern, Rotationstauchkörpern und getauchten Festbetten sind zu erwähnen:

- Sie sind im Allgemeinen einfach und stabil zu betreiben.
- Es ist keine Schlammrückführung erforderlich.
- Tropfkörper, Rotationstauchkörper und getauchte Festbetten ermöglichen die Besiedelung mit Mikroorganismen, die lange Generationszeiten haben.
- Der ausgeschwemmte Schlamm ist in der Regel gut absetzbar.
- Der Energiebedarf ist bei Tropfkörpern und Rotationstauchkörpern vergleichsweise gering.

Änderungen

Gegenüber dem Arbeitsblatt ATV-DVWK-A 281 (09/2001) wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Aufnahme von Anlagen mit getauchten Festbetten;
- b) Umstellung der Bemessung auf den Parameter CSB;
- c) vollständige Umstrukturierung der Bemessung bei den Tropfkörpern;
- d) Streichung des bisher enthaltenen Unterabschnitts 5.2.4 mit Angaben für die Bemessung von Tropfkörpern zur Denitrifikation aufgrund fehlender belastbarer Daten;
- e) Änderung des Titels.

In diesem Arbeitsblatt werden, soweit wie möglich, geschlechtsneutrale Bezeichnungen für personenbezogene Berufs- und Funktionsbezeichnungen verwendet. Sofern dies nicht möglich ist, wird die weibliche und die männliche Form verwendet. Ist dies aus Gründen der Verständlichkeit nicht möglich, wird nur eine von beiden Formen verwendet. Alle Informationen beziehen sich aber in gleicher Weise auf alle Geschlechter.

Frühere Ausgaben

Arbeitsblatt ATV-DVWK-A 281 (09/2001)

Arbeitsblatt ATV-A 135 (1989)

Arbeitsblatt ATV-A 135 (1983)

DWA-Klimakennung

Im Rahmen der DWA-Klimastrategie werden Arbeits- und Merkblätter mit einer Klimakennung ausgezeichnet. Über diese Klimakennung können Anwendende des DWA-Regelwerks schnell und einfach erkennen, in welcher Intensität sich eine technische Regel mit dem Thema Klimaanpassung und Klimaschutz auseinandersetzt. Das vorliegende Arbeitsblatt wurde wie folgt eingestuft:

KA0 = Das Arbeitsblatt hat keinen Bezug zur Klimaanpassung

KS1 = Das Arbeitsblatt hat indirekten Bezug zu Klimaschutzparametern

BEGRÜNDUNG: Durch die vergleichsweise einfache Bauart und folglich den geringen Ressourceneinsatz für die Errichtung, den vergleichsweise geringen Energiebedarf im Betrieb, sowie der einfachen und stabilen Betriebsweise, leisten Tropfkörper und Rotationstauchkörper im Vergleich zu konventionellen Belebungsanlagen einen Beitrag zum Klimaschutz.

Einzelheiten zur Ableitung der Bewertungskriterien sind im „Leitfaden zur Einführung der Klimakennung im DWA-Regelwerk“ erläutert, der online unter www.dwa.info/klimakennung verfügbar ist.

Verfasserinnen und Verfasser

Dieses Arbeitsblatt wurde von der DWA-Arbeitsgruppe KA-6.3 „Biofilmverfahren“ im DWA-Fachausschuss KA-6 „Aerobe biologische Abwasserreinigungsverfahren“ und im DWA-Fachausschuss KA-5 „Mechanische Vorreinigung und Absetzverfahren“ im Auftrag des DWA-Hauptausschusses „Kommunale Abwasserbehandlung“ erarbeitet.

Der DWA-Arbeitsgruppe KA-6.3 „Biofilmverfahren“ gehören folgende Mitglieder an:

MEDA, Alessandro	Dr.-Ing., Leonberg (Sprecher)
BARJENBRUCH, Matthias	Prof. Dr.-Ing., Berlin
BAUMANN, Peter	Prof. Dr.-Ing., Stuttgart
BENSTÖM, Frank	Dr.-Ing., Aachen
BLANK, Andreas	Dr.-Ing., Kaiserslautern
BÖHM, Bernhard	Dr.-Ing., München
CHUI PRESSINOTTI, Fabio	Dr.-Ing., Darmstadt
GEBERT, Werner	Dr.-Ing., München
HENRICH, Christian	Dr., Mayen
KÖSER, Heinz	Prof. Dr.-Ing. habil., Magdeburg
LACKNER, Susanne	Prof. Dr.-Ing., Darmstadt
MAURER, Martin	Dipl.-Ing., Karlsruhe
PARRAVICINI, Vanessa	Dipl.-Ing. Dr. techn., Wien
PASCIK, Imre	Dr. rer. nat., Monheim
SCHMID, Susanne	Dr. rer. nat., Frankfurt am Main
SEEGER, Michael	Dr.-Ing., Pforzheim
STEINMANN, Gerald	Prof. Dr.-Ing., Würzburg
THIEL, Hermann-Josef	Dr.-Ing., Karlsruhe
TSCHUI, Manfred	Dr. sc. nat., ETH, Bern (Schweiz)
WEGMANN, Uwe	Dipl.-Ing., Ludwigshafen (bis Juli 2023)
WICHERN, Marc	Prof. Dr.-Ing., Bochum

Dem DWA-Fachausschuss KA-6 „Aerobe biologische Abwasserreinigungsverfahren“ gehören folgende Mitglieder an:

BEIER, Meike	Dr.-Ing., Hannover (Obfrau ab Mai 2024)
TEICHGRÄBER, Burkhard	Prof. Dr.-Ing., Essen (Obmann bis Mai 2024)
MORCK, Tobias	Prof. Dr.-Ing., Kassel (stellv. Obmann ab Mai 2024)
ALEX, Jens	Dr.-Ing., Magdeburg
ALT, Klaus-Stephan	Dipl.-Ing., Düsseldorf
ETTL, Marina	Dr. rer. nat., Dülmen
JARDIN Norbert	Prof. Dr.-Ing., Essen
KELLER, Steffen	Dipl.-Ing., Berlin
KOLISCH, Gerd	Dr.-Ing., Wuppertal
KRAMPE, Jörg	Prof. Dr.-Ing., Würzburg (ab Mai 2024)
KÜHN, Volker	Dr.-Ing., Dresden
MEDA, Alessandro	Dr.-Ing., Leonberg
MORGENROTH, Eberhard	Prof. Dr.-Ing., Dübendorf

PINNEKAMP, Johannes	Univ. Prof. Dr.-Ing., Aachen (bis Dezember 2021)
SCHREFF, Dieter	Dr.-Ing., Irschenberg
STEINMANN, Gerald	Prof. Dr.-Ing., Würzburg (ab Mai 2024)
SVERDAL, Karl	Ass.-Prof. Dr. techn., Wien (Österreich) (bis April 2024)
WAGNER, Martin	Prof. Dr.-Ing., Darmstadt
WICHERN, Marc	Prof. Dr.-Ing., Bochum

Dem DWA-Fachausschuss KA-5 „Mechanische Vorreinigung und Absetzverfahren“ gehören folgende Mitglieder an:

BORN, Winfried	Dr.-Ing., Vellmar (Obmann)
DEININGER, Andrea	Prof. Dr.-Ing., Deggendorf (stellv. Obfrau)
ARMBRUSTER, Martin	Dr.-Ing., Dresden
GÜNTHERT, F. Wolfgang	Prof. Dr.-Ing., Neubiberg
HENNERKES, Jörg	Dr.-Ing., Essen
HIRSCHBECK, Christina	Dr.-Ing., Ingolstadt
JANZEN, Michael	Dr.-Ing., Brake
KELLER, Steffen	Dipl.-Ing., Berlin
KEUDEL, Lars	Dr.-Ing., Braunschweig
LAURICH, Frank	Dipl.-Ing., Hamburg
PATZIGER, Miklós	Univ. Doz. Dr.-Ing., Budapest (Ungarn)

Projektbetreuer in der DWA-Bundesgeschäftsstelle:

WILHELM, Christian	Dr.-Ing., Hennef Abteilung Wasser- und Abfallwirtschaft
--------------------	--

Inhalt

Vorwort	3
Verfasserinnen und Verfasser	5
Bilderverzeichnis	9
Tabellenverzeichnis	9
Hinweis für die Benutzung	10
1 Anwendungsbereich	10
1.1 Vorbemerkung	10
1.2 Zielsetzung	10
1.3 Geltungsbereich	11
2 Verweisungen	12
3 Formelzeichen und Abkürzungen	12
4 Bemessungsgrundlagen	17
4.1 Belastung mit Abwasser	17
4.2 Belastung aus Prozesswasser und externen Schlämmen	18
5 Vorbehandlung	19
6 Tropfkörper	20
6.1 Beschreibung des Verfahrens	20
6.1.1 Allgemeines	20
6.1.2 Füllmaterial	21
6.2 Bemessung	22
6.2.1 Allgemeine Angaben zur Bemessung	22
6.2.2 Bemessungsgrundlagen	23
6.2.3 Abwasserbehandlung für Kohlenstoffelimination ohne Nitrifikation	23
6.2.4 Abwasserbehandlung mit Nitrifikation	25
6.3 Ausführung und Betrieb	27
6.3.1 Wasserverteilung, Hydraulik und Spülkraft	27
6.3.2 Tropfkörperspülung	28
6.3.3 Anmerkungen zu Betriebsproblemen bei Tropfkörpern	29
7 Rotationstauchkörper	31
7.1 Beschreibung des Verfahrens	31
7.1.1 Allgemeines	31
7.1.2 Material und Typen	32
7.2 Bemessung	33
7.2.1 Allgemeine Angaben zur Bemessung	33
7.2.2 Abwasserbehandlung für Kohlenstoffabbau ohne Nitrifikation	34
7.2.3 Abwasserbehandlung mit Nitrifikation	35
7.3 Anmerkungen zu Betriebsproblemen bei Rotationstauchkörpern	37

8	Getauchte Festbetten	38
8.1	Beschreibung des Verfahrens.....	38
8.1.1	Allgemeines.....	38
8.1.2	Festbettmaterialien	38
8.2	Bemessung.....	39
8.2.1	Hinweise zur Konstruktion	39
8.2.2	Allgemeine Angaben zur Bemessung.....	40
8.2.3	Abwasserbehandlung für Kohlenstoffabbau ohne Nitrifikation.....	41
8.2.4	Abwasserbehandlung mit Nitrifikation.....	41
8.2.5	Bemessung zur Luftzufuhr und Sauerstoffbedarf	41
8.3	Ausführung und Betrieb	42
8.3.1	Stickstoffelimination.....	42
8.3.2	Hinweise zu Betriebsproblemen bei getauchten Festbetten	43
9	Phosphorelimination	44
10	Überschussschlammproduktion	44
11	Nachklärbecken	44
11.1	Allgemeines.....	44
11.2	Bemessung der Nachklärung	45
11.3	Hinweise zur Beckenform und -gestaltung.....	46
12	Kosten- und Umweltauswirkungen	47
12.1	Kostenauswirkungen.....	47
12.2	Umweltauswirkungen.....	47
Anhang A (informativ) Bemessungsbeispiel Tropfkörper		48
A.1	Bemessungsbeispiel: Abwasserbehandlung mit einem Tropfkörper für Kohlenstoffelimination ohne Nitrifikation	48
A.2	Bemessungsbeispiel: Abwasserbehandlung mit einem Tropfkörper für Kohlenstoffelimination mit Nitrifikation.....	50
Anhang B (informativ) Bemessungsbeispiel Rotationstauchkörper		52
B.1	Bemessungsbeispiel: Abwasserbehandlung mit einem Rotationstauchkörper für Kohlenstoffelimination ohne Nitrifikation	52
B.2	Bemessungsbeispiel: Abwasserbehandlung mit einem Rotationstauchkörper für Kohlenstoffelimination mit Nitrifikation.....	53
Anhang C (informativ) Bemessungsbeispiel getauchte Festbetten		54
C.1	Bemessungsbeispiel: Abwasserbehandlung mit einem getauchten Festbett für Kohlenstoffelimination ohne Nitrifikation.....	54
C.2	Bemessungsbeispiel: Abwasserbehandlung mit einem getauchten Festbett für Kohlenstoffelimination mit Nitrifikation	56
Quellen und Literaturhinweise		58

Bilderverzeichnis

Bild 1:	Verfahrensschema einer Tropfkörperanlage.....	20
Bild 2:	Kohlenstoffelimination und Nitrifikation im Tropfkörper.....	22
Bild 3:	Schematische Darstellung eines Wannentests zur Überprüfung der Abwasserverteilung	28
Bild 4:	Vorgehen zur Beseitigung von Betriebsproblemen bei Tropfkörpern.....	30
Bild 5:	Verfahrensschema einer Rotationstauchkörperanlage	31
Bild 6:	Verfahrensschema einer Anlage mit getauchten Festbetten	38
Bild 7:	Beispiel für die Gestaltung von Reaktoren mit getauchten Festbetten.....	40
Bild 8:	Vorgehen zur Beseitigung von Betriebsproblemen bei getauchten Festbetten	43

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Allgemeine und in Abschnitt 6 „Tropfkörper“ verwendete Formelzeichen und Abkürzungen	12
Tabelle 2:	Zusätzliche Formelzeichen zu Abschnitt 7 „Rotationstauchkörper“	16
Tabelle 3:	Zusätzliche Formelzeichen zu Abschnitt 8 „Getauchte Festbetten“	16
Tabelle 4:	Abscheideleistung der Vorklärung in Abhängigkeit von der Aufenthaltszeit bezogen auf den mittleren Tagesdurchfluss bei Trockenwetter $Q_{T,aM}$	19
Tabelle 5:	Flächenbezogene Nitrifikationsrate $k_{NH_4,15}$ bei 15 °C	26
Tabelle 6:	Bemessungswerte für Scheibentauchkörper und Walzentauchkörper für Kohlenstoffabbau (C-Abbau) (ohne Nitrifikation) bei 12 °C	35
Tabelle 7:	Bemessungswerte für Scheibentauchkörper und Walzentauchkörper für C-Abbau und Nitrifikation bei 12 °C.....	36

Hinweis für die Benutzung

Dieses Arbeitsblatt ist das Ergebnis ehrenamtlicher, technisch-wissenschaftlicher/wirtschaftlicher Gemeinschaftsarbeit, das nach den hierfür geltenden Grundsätzen (Satzung, Geschäftsordnung der DWA und dem Arbeitsblatt DWA-A 400) zustande gekommen ist. Für ein Arbeitsblatt besteht nach der Rechtsprechung eine tatsächliche Vermutung, dass es inhaltlich und fachlich richtig sowie allgemein anerkannt ist.

Jeder Person steht die Anwendung des Arbeitsblatts frei. Eine Pflicht zur Anwendung kann sich aber aus Rechts- oder Verwaltungsvorschriften, Vertrag oder sonstigem Rechtsgrund ergeben.

Dieses Arbeitsblatt ist eine wichtige, jedoch nicht die einzige Erkenntnisquelle für fachgerechte Lösungen. Durch seine Anwendung entzieht sich niemand der Verantwortung für eigenes Handeln oder für die richtige Anwendung im konkreten Fall; dies gilt insbesondere für den sachgerechten Umgang mit den im Arbeitsblatt aufgezeigten Spielräumen.

Normen und sonstige Bestimmungen anderer Mitgliedstaaten der Europäischen Union oder anderer Vertragsstaaten des Abkommens über den Europäischen Wirtschaftsraum stehen Regeln der DWA gleich, wenn mit ihnen dauerhaft das gleiche Schutzniveau erreicht wird.

1 Anwendungsbereich

1.1 Vorbemerkung

Die Behandlung des Niederschlagsabflusses im Kanalnetz und des Abwassers in der Kläranlage bilden zum Schutz des Gewässers eine Einheit. Für die Bemessung der Kläranlage und der Regenwasserentlastungen sind die Planungszeiträume aufeinander abzustimmen. Der Planungszeitraum sollte ca. 20 bis 25 Jahre umfassen.

Mithilfe von Versuchen und Betriebsergebnissen bestehender Anlagen kann die Bemessung bei speziellen Randbedingungen häufig zutreffender durchgeführt werden. Unter Umständen lassen sich hierdurch Kosten sparen. Die Versuchsanlagen sind hierzu mindestens im halbtechnischen Maßstab zu errichten und nicht kürzer als ein halbes Jahr mit Einschluss der kalten Jahreszeit unter praxisnahen Betriebsverhältnissen zu betreiben.

1.2 Zielsetzung

Mit den in diesem Arbeitsblatt empfohlenen Bemessungswerten lassen sich für kommunales Abwasser mit Tropfkörperanlagen, Rotationstauchkörperanlagen und Anlagen mit getauchten Festbetten die Ablaufwerte einhalten bzw. unterschreiten, die den Anforderungen der Abwasserverordnung (AbwV), Anhang 1, und den zugehörigen Prüfvorschriften entsprechen. Gleiches gilt für die europäischen Vorgaben nach der Richtlinie für kommunales Abwasser (Richtlinie 91/271/EWG), die eine von der Abwasserverordnung abweichende Überwachungsmethodik formuliert¹⁾. Die für die Einhaltung von N_{ges} -Grenzwerten erforderliche Denitrifikation erfordert dabei in der Regel eine Kombination mit anderen Verfahren.

1) Auf Artikel 32 der Richtlinie (EU) 2024/3019 wird ausdrücklich hingewiesen.

VORSCHAU

Die Überarbeitung des 2001 veröffentlichten Arbeitsblatts ATV-DVWK-A 281 ist erforderlich geworden, um die Bemessung analog zum Arbeitsblatt DWA-A 131 „Bemessung von einstufigen Belebungsanlagen“ auf den Parameter CSB umzustellen. Gleichzeitig wurde nunmehr auch der Bemessungsgang für Tropfkörper unter Berücksichtigung der Fraktionierung des CSB von der Raumbelastung auf die Flächenbelastung umgestellt. Erstmals sind Anlagen mit getauchten Festbetten in das Arbeitsblatt aufgenommen worden.

Wie bei allen aeroben Verfahren zur biologischen Abwasserbehandlung sind der Kontakt zwischen Biomasse und Abwasser herzustellen und die Biomasse mit Sauerstoff zu versorgen. Beim Tropfkörperverfahren wird das Abwasser über dem Füllmaterial verregnet, sodass sich während des Durchtropfens der Kontakt zwischen Biomasse und Abwasser ergibt. Die Belüftung erfolgt im Allgemeinen ohne weiteren Energieeinsatz. Bei Rotationstauchkörpern wird das zum Teil getauchte Füllmaterial durch Einsatz von Energie um seine Längsachse gedreht. Während der Auftauchphase des Materials kann der Biofilm aus der Umgebungsluft Sauerstoff und in der Tauchphase die Schmutz- und Nährstoffe aus dem Abwasser aufnehmen. Bei den getauchten Festbetten erfolgt der Aufwuchs der aktiven Biomasse auf Festbetten, die permanent unter Wasser sind. Es ist daher zusätzlich eine getrennte Belüftung erforderlich. Verfahren mit zusätzlicher Schlammrückführung sind nicht Gegenstand des vorliegenden Arbeitsblatts DWA-A 281.

Das Arbeitsblatt DWA-A 281 gilt grundsätzlich für die Bemessung von Tropfkörpern, Rotationstauchkörpern und getauchten Festbetten sowie der zugehörigen Einrichtungen zur Nachklärung. Für Tropfkörper und Rotationstauchkörper in der zweiten Reinigungsstufe werden Hinweise gegeben. Hinsichtlich mehrstufiger Anlagen, Abwasserteichanlagen mit zwischengeschalteten Tropf- und Rotationstauchkörpern, kleiner Kläranlagen sowie Kleinkläranlagen bis zu 50 Einwohnerwerten ohne Regenwasserzufluss wird auf das geltende Regelwerk verwiesen. Das Arbeitsblatt DWA-A 281 gilt für Abwasser, das im Wesentlichen aus Haushaltungen stammt oder aus Anlagen, die gewerblichen oder landwirtschaftlichen Zwecken dienen, sofern die Schädlichkeit dieses Abwassers durch biologische Verfahren mit gleichem Erfolg wie bei Abwasser aus Haushaltungen vermindert werden kann.

Das Arbeitsblatt DWA-A 281 richtet sich an Betreiber kommunaler Kläranlagen und Mitarbeitende von Ingenieurbüros und Fachbehörden.

ISBN: 978-3-96862-803-5 (Print)
978-3-96862-804-2 (E-Book)

Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. (DWA)
Theodor-Heuss-Allee 17 | 53773 Hennef
Telefon: +49 2242 872-333 | info@dwa.de | www.dwa.de