

DWA-Regelwerk

Arbeitsblatt DWA-A 131

Bemessung von einstufigen Belebungsanlagen

Juni 2016



DWA-Regelwerk

Arbeitsblatt DWA-A 131

Bemessung von einstufigen Belebungsanlagen

Juni 2016



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:

DWA Deutsche Vereinigung für
Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V.
Theodor-Heuss-Allee 17
53773 Hennef, Deutschland
Tel.: +49 2242 872-333
Fax: +49 2242 872-100
E-Mail: info@dwa.de
Internet: www.dwa.de

Satz:

DWA

Druck:

druckhaus köthen GmbH & Co. KG

ISBN:

978-3-88721-331-2 (Print)
978-3-88721-332-9 (E-Book)

Gedruckt auf 100 % Recyclingpapier

© DWA Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V., Hennef 2016

Alle Rechte, insbesondere die der Übersetzung in andere Sprachen, vorbehalten. Kein Teil dieses Arbeitsblattes 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

Seit 1991 beinhaltet das Arbeitsblatt ATV-A 131 „Bemessung von einstufigen Belebungsanlagen ab 5.000 Einwohnerwerten“ den Bemessungsgang für nitrifizierende und denitrifizierende Belebungsanlagen, aufbauend auf der gemessenen BSB₅-Fracht. Bereits in der Ausgabe aus dem Jahr 2000 ist ein Bemessungsgang über die CSB-Fracht als Anhang enthalten. Da der BSB₅ keine vollständige Bilanzierung des Schlammanfalls und des Sauerstoffbedarfs ermöglicht und in der Praxis nicht mehr flächendeckend gemessen wird, hat sich der Fachausschuss KA-6 entschlossen, die Bemessung ausschließlich auf den CSB aufzubauen. Trotz der Einordnung des Quecksilbers, das bisher in der DIN 38409-41 zur Maskierung des Chlorids vorgeschrieben ist, als prioritär gefährlicher Stoff mit dem Ziel eines späteren *phasing out* (Richtlinie 2008/105/EG), ist der CSB als Grundlage für Dimensionierung und Modellierung der biologischen Abwasserreinigung nicht entbehrlich. Die Nutzung von Kaliumdichromat als Oxidationsmittel wird durch die REACH-Verordnung (Verordnung Nr. 1907/2006/EG) ebenfalls eingeschränkt. Auf eine Änderung der DIN 38409-41 wird hingearbeitet.

Aufgrund der guten weltweiten Erfahrungen mit dem bisherigen Arbeitsblatt ATV-DVWK-A 131 wird der statische Bemessungsansatz für das Belebungsbeckenvolumen beibehalten. Die Parametrierung des statischen Ansatzes wurde aus dem bisherigen Verfahren und begleitenden dynamischen Simulationen abgeleitet.

Die Belastungsermittlung für die Kläranlage wird zukünftig ausschließlich mit dem Arbeitsblatt ATV-DVWK-A 198 durchzuführen sein. Folgerichtig werden die einwohnerspezifischen Belastungen aus dem Arbeitsblatt ATV-DVWK-A 131 gestrichen. Die Wirkungsgrade für unterschiedliche Aufenthaltszeiten in der Vorklärung werden von diesen Daten abgetrennt und in überarbeiteter Form weiterhin im Arbeitsblatt DWA-A 131 benannt.

In diesem Arbeitsblatt wird im Hinblick auf einen gut verständlichen und lesefreundlichen Text für personenbezogene Berufs- und Funktionsbezeichnungen verallgemeinernd die männliche Form verwendet. Alle Informationen beziehen sich in gleicher Weise auf beide Geschlechter.

Frühere Ausgaben

Arbeitsblatt ATV-DVWK-A 131 (05/2000)

Arbeitsblatt ATV-A 131 (02/1991)

Arbeitsblatt ATV-A 131 (11/1981)

Verfasser

Das Arbeitsblatt wurde von den DWA-Fachausschüssen KA-5 „Absetzverfahren“ und KA-6 „Aerobe biologische Abwasserreinigungsverfahren“ erstellt, denen folgende Mitglieder angehören:

Fachausschuss KA-5 „Absetzverfahren“

ARMBRUSTER, Martin	Dr.-Ing., Dresden
BILLMEIER, Ernst	Prof. Dr.-Ing., Bayerisch Gmain
BORN, Winfried	Dr.-Ing., Vellmar (Obmann)
DEININGER, Andrea	Prof. Dr.-Ing., Deggendorf (stellv. Obfrau)
GÜNTHERT, F. Wolfgang	Prof. Dr.-Ing., Neubiberg
JANZEN, Michael	Dr.-Ing., Oldenburg
JARDIN, Norbert	Prof. Dr.-Ing., Essen
KELLER, Steffen	Dipl.-Ing., Berlin
KEUDEL, Lars	Dr.-Ing., Wolfsburg
KREBS, Peter	Prof. Dr. sc. techn., Dresden
LAURICH, Frank	Dipl.-Ing., Hamburg
RESCH, Helmut	Dr.-Ing., Weißenburg
RÖLLE, Reinhold	Dr.-Ing., Stuttgart
SCHULZ, Andreas	Prof. Dr.-Ing., Essen

Fachausschuss KA-6 „Aerobe biologische Abwasserreinigungsverfahren“

ALEX, Jens	Dr.-Ing., Magdeburg
ALT, Klaus	Dipl.-Ing., Düsseldorf
BOLL, Reiner	Dr.-Ing., Hannover
DIEHM, Boris	Dipl.-Ing., Stuttgart
JARDIN, Norbert	Prof. Dr.-Ing., Essen
KOLISCH, Gerd	Dr.-Ing., Wuppertal
KÜHN, Volker	Dr.-Ing., Dresden
LEMMER, Hilde	Prof. Dr. rer. nat., Augsburg
MATSCHÉ, Norbert	Univ.-Prof. i. R. Dipl.-Ing. Dr.techn., Wien
PINNEKAMP, Johannes	Univ.-Prof. Dr.-Ing., Aachen
ROSENWINKEL, Karl-Heinz	Prof. Dr.-Ing., Hannover
SCHREFF, Dieter	Dr.-Ing., Irschenberg
TEICHGRÄBER, Burkhard	Prof. Dr.-Ing., Essen (Obmann)

Als Gäste haben mitgewirkt:

FRÖSE, Gero	Dipl.-Ing., Cremlingen
HETSCHEL, Martin	Dipl.-Ing., Essen

Projektbetreuer in der DWA-Bundesgeschäftsstelle:

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

Inhalt

Vorwort	3
Verfasser	4
Bilderverzeichnis	7
Tabellenverzeichnis	7
Benutzerhinweis	8
1 Anwendungsbereich	8
1.1 Zielsetzung	8
1.2 Geltungsbereich	9
2 Symbole und Abkürzungen	9
3 Beschreibung des Verfahrens und Ablauf der Bemessung	16
3.1 Allgemeines	16
3.2 Belebungsbecken	18
3.3 Nachklärbecken	21
3.4 Ablauf der Bemessung	22
4 Bemessungsgrundlagen	24
4.1 Ermittlung der Belastungsdaten	24
4.2 Fraktionierung des chemischen Sauerstoffbedarfs	25
4.3 Rückbelastung aus der anaeroben Schlammbehandlung	27
4.4 Eliminationsleistung der Vorklärung	27
4.5 Bemessung der biologischen Stufe auf der Grundlage von Versuchen	29
5 Berechnung der Schlammmasse	29
5.1 Erforderliches Schlammalter	29
5.1.1 Allgemeines	29
5.1.2 Anlagen ohne Nitrifikation	29
5.1.3 Anlagen mit Nitrifikation	30
5.1.4 Anlagen mit ausschließlicher Nitrifikation	31
5.1.5 Anlagen mit Nitrifikation und Denitrifikation	31
5.1.6 Anlagen mit aerober Schlammstabilisierung	32
5.2 Ermittlung des Volumenanteils für Denitrifikation (V_D/V_{BB})	33
5.2.1 Allgemeines	33
5.2.2 Berechnung der Schlammproduktion aus dem CSB-Abbau	34
5.2.3 Berechnung der zu denitrifizierenden Nitratstickstoffkonzentration	34
5.2.4 Sauerstoffbedarf für den Kohlenstoffabbau	35
5.2.5 Vergleich von Sauerstoff-Verbrauch und Sauerstoff-Dargebot	36
5.3 Phosphorelimination	37
5.3.1 Grundlagen	37
5.3.2 Berechnung der Schlammproduktion aus der Phosphorelimination	38
5.4 Zusammenstellung der Schlammmasse	38

6	Bemessung der Nachklärung	39
6.1	Anwendungsgrenzen	39
6.2	Schlammindex und Eindickzeit	39
6.3	Trockensubstanzgehalt des Rücklaufschlammes	40
6.4	Rücklaufverhältnis und Schlamm-trockensubstanzgehalt im Zulauf zur Nachklärung.....	41
6.5	Flächenbeschickung und Schlammvolumenbeschickung.....	42
6.6	Beckenoberfläche	43
6.7	Beckentiefe	43
6.8	Einlaufgestaltung	46
6.9	Überprüfung und Nachrechnung von bestehenden Nachklärbecken	47
6.10	Auslegung der Schlammräumung	48
7	Bemessung der Belebung	49
7.1	Volumen des Belebungsbeckens	49
7.2	Erforderliche Rückführung bzw. Taktdauer	49
7.3	Sauerstoffbedarf	50
7.4	Säurekapazität	52
7.5	Bemessung eines aeroben Selektors	53
8	Planerische und betriebliche Aspekte	54
8.1	Vorklärbecken	54
8.2	Belebungsbecken	55
8.2.1	Beckenkonstruktion.....	55
8.2.2	Ansammlung von Schaum und Schwimmschlamm.....	55
8.2.3	Regelung der Pumpen für die interne Rezirkulation	55
8.2.4	Nitritbildung in nicht für Nitrifikation bemessenen Anlagen	55
8.2.5	Biologische Phosphorentfernung	56
8.3	Nachklärbecken	56
8.3.1	Allgemeines.....	56
8.3.2	Vorwiegend horizontal durchströmte Becken.....	56
8.3.3	Vorwiegend vertikal durchströmte Becken	57
8.4	Rücklaufschlamm	58
9	Simulation	58
9.1	Reaktionskinetische Modellierung	58
9.2	Numerische Strömungsmodellierung	59
10	Kosten und Umweltauswirkungen	60
Anhang A	(informativ) Bemessungsschema der Denitrifikation	61
Anhang B	(informativ) Auslegung der Schlammräumung	62
B.1	Räumernachweis mit Feststoffbilanz	62
B.2	Räumer in horizontal durchströmten Rundbecken	62
B.3	Räumer in Rechteckbecken	63
B.4	Nachweis der Feststoffbilanz.....	64
Anhang C	(informativ) Auslegung der Übergangs- und Pufferzone	64
Quellen und Literaturhinweise	65

Bilderverzeichnis

Bild 1:	Fließbild zur Nomenklatur einer Belebungsanlage zur Stickstoffelimination ohne und mit vorgeschaltetem anaerobem Mischbecken zur biologischen Phosphorelimination oder aerobem Selektor.....	17
Bild 2:	Verfahren zur Stickstoffelimination.....	19
Bild 3:	Ablauf der Planung und Bemessung.....	22
Bild 4:	Veränderung des CSB und der abfiltrierbaren Stoffe bei der biologischen Behandlung (Prinzipschema).....	25
Bild 5:	Ablauf der Iteration zur Bestimmung des Denitrifikationsvolumens.....	33
Bild 6:	Trockensubstanzgehalt im Bodenschlamm bei 2 h Eindickzeit in Abhängigkeit vom Schlammindex.....	41
Bild 7:	Hauptströmungsrichtungen und funktionale Beckenzonen von horizontal durchströmten runden Nachklärbecken.....	43
Bild 8:	Hauptströmungsrichtungen und funktionale Beckenzonen von längsdurchströmten Rechteckbecken.....	44
Bild 9:	Klarwasserzonen bei verschiedenen Ablaufkonstruktionen.....	45
Bild 10:	Funktionale Zonen und Tiefen von vertikal durchströmten Trichterbecken.....	46

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Eigenschaften von externen Kohlenstoffquellen.....	27
Tabelle 2:	Abscheideleistung der Vorklärung in Abhängigkeit von der Aufenthaltszeit bezogen auf den mittleren Tagesdurchfluss bei Trockenwetter $Q_{T,aM}$	28
Tabelle 3:	Erforderlicher Prozessfaktor in Abhängigkeit des NH_4 -N-Überwachungswerts im Ablauf und der Schwankungen der KN-Zulaufkraft (Zwischenwerte können interpoliert werden).....	31
Tabelle 4:	Richtwerte für den Schlammindex.....	40
Tabelle 5:	Zulässige Werte für den Übergangsbereich zwischen überwiegend horizontal und überwiegend vertikal durchströmten Nachklärbecken (geschlossener Flockenfilter).....	43
Tabelle 6:	Richtwerte für die Auslegung von Schlammräumern.....	48
Tabelle 7:	Stoßfaktoren für den Sauerstoffverbrauch.....	52
Tabelle 8:	pH-Werte im Belebungsbecken in Abhängigkeit von der Sauerstoffausnutzung und der Säurekapazität, berechnet nach TEICHGRÄBER (1991).....	53
Tabelle B.1:	Richtwerte für die Auslegung von Schlammräumern.....	63

Benutzerhinweis

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 dieses besteht nach der Rechtsprechung eine tatsächliche Vermutung, dass es inhaltlich und fachlich richtig sowie allgemein anerkannt ist.

Jedermann steht die Anwendung des Arbeitsblattes 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.

1 Anwendungsbereich

1.1 Zielsetzung

Mit den in diesem Arbeitsblatt empfohlenen Bemessungswerten lassen sich für kommunales Abwasser mit einstufigen Belebungsanlagen die Anforderungen der Abwasserverordnung, Anhang 1, und den zugehörigen Prüfvorschriften einhalten bzw. unterschreiten. Gleiches gilt für die europäischen Vorgaben nach der Richtlinie für kommunales Abwasser (Richtlinie 91/271/EG), die eine von der Abwasserverordnung abweichende Überwachungsmethodik formuliert. Wird in die Kanalisation gewerbliches oder industrielles Abwasser mit hohen Anteilen an biologisch schwer oder nicht abbaubaren organischen Stoffen eingeleitet, kann sich ein höherer Rest-CSB als bei häuslichem Abwasser einstellen. Das Gleiche gilt für Gebiete mit geringem Wasserverbrauch und/oder geringem Fremdwasserzufluss.

Es werden technische Regeln zur Wahl der zweckmäßigsten Verfahren zur Kohlenstoff-, Stickstoff- und Phosphorelimination und zur Bemessung der wesentlichen Anlagenteile und -einrichtungen zusammengestellt. Die Wahl und die Auslegung der Belüftungseinrichtungen werden in diesem Arbeitsblatt nicht behandelt.

Da dieses Arbeitsblatt auch außerhalb Deutschlands verwendet wird und weil im wasserrechtlichen Vollzug örtlich auch strengere Anforderungen gestellt werden können, ist es nicht ausschließlich auf die Einhaltung der in Anhang 1 der Abwasserverordnung (AbwV) festgelegten Überwachungswerte für Stickstoff ausgerichtet.

Die Planung ist im Einklang mit den wasserrechtlichen Anforderungen, der baulichen und betrieblichen Erfordernis und der Empfindlichkeit des Gewässers durch parallele Einheiten, Reserveaggregate usw. auf eine entsprechend hohe Betriebssicherheit auszurichten.

Eine Voraussetzung für die sichere Funktion der nach diesem Arbeitsblatt geplanten Anlagen ist, dass ausreichend befähigtes, ausgebildetes und fachlich ständig betreutes Betriebspersonal eingesetzt wird, siehe Merkblatt ATV-M 271 „Personalbedarf für den Betrieb kommunaler Kläranlagen“. Es wird empfohlen, dass Betriebspersonal von Beginn an in den Planungsprozess einzubeziehen.