

DWA- Regelwerk

Merkblatt DWA-M 368

Biologische Stabilisierung von Klärschlamm

Juni 2014

DWA- Regelwerk

Merkblatt DWA-M 368

Biologische Stabilisierung von Klärschlamm

Juni 2014



Herausgabe und Vertrieb:
Deutscher Verein 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

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:

978-3-944328-60-7

Gedruckt auf 100 % Recyclingpapier

© DWA Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V., Hennef 2014

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

Der DWA-Fachausschuss KEK-2 (früher AK-2) „Stabilisierung, Entseuchung, Konditionierung, Eindickung und Entwässerung von Schlämmen“ und seine Arbeitsgruppe KEK-2.1 (früher AK-2.1) „Stabilisierung von Schlämmen“ haben das seit April 2003 vorliegende Merkblatt unter dem Gesichtspunkt des aktuellen Standes der Technik, der relevanten Gesetzgebung und der betrieblichen Erfordernisse grundlegend überarbeitet und ergänzt.

Die Stabilisierung von Klärschlämmen ist eine der wichtigsten Grundoperationen der gesamten Klärschlammbehandlung. Die biologischen Verfahren der Klärschlammstabilisierung haben weltweite Verbreitung gefunden. Bisher wurden Anlagen zur Schlammstabilisierung nach empirischen Ansätzen bemessen.

Das vorliegende Merkblatt soll praxisbezogene Orientierungshilfen sowie Hinweise auf zu beachtende Randbedingungen geben. Hierbei werden aktuelle Bestrebungen zur Verringerung des Reaktorvolumens und der Stabilisierungszeit zur Verminderung der erforderlichen Investitionskosten und neue Bemessungsansätze sowie die kombinierte Nutzung von kommunalen Faulbehältern zur simultanen Abfallaufbereitung (Co-Vergärung) beleuchtet. Neben den in Deutschland gebräuchlichen Verfahren werden bewusst auch solche mit geringeren technischen Anforderungen, z. B. zum Einsatz in anderen Regionen, und erhöhten Qualitätsansprüchen, z. B. hinsichtlich der Hygiene (Desinfektion), beschrieben.

Änderungen

Gegenüber Merkblatt ATV-DVWK-M 368 wurden insbesondere folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Reaktionskinetische Grundlagen wurden aufgenommen;
- b) analog zum Arbeitsblatt ATV-DVWK-A 131 erfolgt die Bemessung der Schlammstabilisierung nach dem Schlammalter unter Verwendung von Sicherheitsfaktoren;
- c) mehrstufige Verfahren wurden berücksichtigt;
- d) bei der Ermittlung des Schlammanfalles wird unterschieden zwischen Bemessungsmenge und mittlerer Jahresmenge.

Frühere Ausgaben

Merkblatt ATV-DVWK-M 368 (04/2003)

Verfasser

Das Merkblatt wurde von der DWA-Arbeitsgruppe KEK-2.1 (früher AK-2.1) „Stabilisierung von Schlämmen“ im Auftrag und unter Mitwirkung des DWA-Fachausschusses KEK-2 „Stabilisierung, Entseuchung, Konditionierung, Eindickung und Entwässerung von Schlämmen“ erstellt, denen folgende Mitglieder angehören:

Mitglieder der Arbeitsgruppe KEK-2.1:

LOLL, Ulrich	Dr.-Ing., Darmstadt (Sprecher)
NIEHOFF, Hermann	Dr.-Ing., Gladbeck
ROEDIGER, Markus	Dr.-Ing., Stuttgart
URBAN, Ingo	Dr.-Ing., Essen

Mitglieder des Fachausschusses KEK-2:

DENKERT, Ralf	Dr.-Ing., Bochum
EWERT, Wolfgang	Hamburg
KOPP, Julia	Dr.-Ing., Lengede (stellv. Obfrau)
LOLL, Ulrich	Dr.-Ing., Darmstadt (Obmann)
MELSA, Armin	Prof. Dr.-Ing. E. h., Viersen
MEYER, Hartmut	Dr.-Ing., Dortmund
ROEDIGER, Markus	Dr.-Ing., Stuttgart
SIEVERS, Michael	Prof. Dr.-Ing., Clausthal-Zellerfeld
WOLF, Siegfried	Dipl.-Ing., Ottobrunn

Projektbetreuer in der DWA-Bundesgeschäftsstelle:

REIFENSTUHL, Reinhard	Dipl.-Ing., Hennef Abteilung Wasser- und Abfallwirtschaft
-----------------------	--

Inhalt

Vorwort	.....	3
Verfasser	.....	4
Bilderverzeichnis	.....	6
Tabellenverzeichnis	.....	7
Benutzerhinweis	.....	8
1 Anwendungsbereich	.....	8
2 Begriffe	.....	8
2.1 Definitionen	.....	8
2.2 Symbole und Abkürzungen	.....	13
3 Ziele und Verfahren der Stabilisierung	.....	15
4 Biochemische und verfahrenstechnische Grundlagen	.....	17
4.1 Reaktionskinetische Grundlagen	.....	17
4.2 Aerobe Verfahren	.....	19
4.3 Anaerobe Verfahren	.....	20
5 Einflussfaktoren auf die Anlagenbemessung	.....	23
5.1 Rohschlammanfall und Beschaffenheit	.....	23
5.1.1 Allgemeines	.....	23
5.1.2 Basis-Schlammanfall	.....	24
5.1.3 Zuschläge auf den Basis-Schlammanfall	.....	28
5.1.3.1 Zusätzliche Frachten durch Niederschlag	.....	28
5.1.3.2 Saisonale Belastungen	.....	28
5.1.3.3 Rückbelastungen	.....	29
5.1.3.4 Fremdschlämme	.....	29
5.1.3.5 Innerbetriebliche Faktoren	.....	29
5.1.3.6 Zusammenfassung	.....	29
5.2 Konditionierung und Eindickung	.....	30
5.3 Rheologische Schlammeigenschaften	.....	31
5.4 Hydrolyse und Schlammdesintegration	.....	33
6 Verfahren, Bemessung und Betrieb	.....	34
6.1 Aerobe Stabilisierung	.....	34
6.1.1 Allgemeines	.....	34
6.1.2 Gemeinsame (simultane) aerobe Schlammstabilisierung	.....	34
6.1.3 Getrennte aerobe Schlammstabilisierung ohne Erwärmung	.....	35
6.1.4 Getrennte aerob-mesophile oder -thermophile Stabilisierung	.....	35
6.1.5 Klärschlammkompostierung (Rotte)	.....	37
6.2 Anaerobe Stabilisierung (Schlammfäulung)	.....	37
6.2.1 Verfahren	.....	37
6.2.2 Bemessung	.....	38
6.2.3 Bau und Verfahrenstechnik	.....	41
6.2.3.1 Bauformen von Faulbehältern	.....	41
6.2.3.2 Ausrüstung	.....	42

6.2.3.3	Beschickung und Impfung.....	43
6.2.3.4	Durchmischung.....	43
6.2.3.5	Beheizung.....	46
6.2.3.6	Einrichtungen zum Messen, Steuern und Regeln.....	46
6.2.3.7	Betrieb.....	47
6.2.4	Co-Vergärung.....	49
6.3	Duale biologische Stabilisierung.....	50
7	Hygienische Aspekte.....	51
8	Einsatzbereiche.....	51
9	Kosten.....	53
Anhang A (informativ) Vergleich der zweistufigen mit der einstufigen Faulung.....		54
Quellen und Literaturhinweise.....		56

Bilderverzeichnis

Bild 1:	Technischer Abbaugrad in Abhängigkeit vom Schlammalter und der Temperatur bei der getrennten aeroben und anaeroben Stabilisierung gemäß den Gleichungen (5) und (7).....	18
Bild 2:	Schlammalter in Abhängigkeit von der Temperatur und dem technischen Abbaugrad bei der getrennten aeroben und anaeroben Stabilisierung gemäß den Gleichungen (5) und (7).....	18
Bild 3:	Aerobes Schlammalter in Abhängigkeit von der Temperatur für die gemeinsame und getrennte aerobe Schlammstabilisierung.....	19
Bild 4:	Abbauschema nach GUJER & ZEHNDER (1983) für die anaerobe Faulung von kommunalem Mischschlamm; die Prozentwerte entsprechen dem Anteil des abbaubaren CSB.....	20
Bild 5:	Erforderliches anaerobes Schlammalter zum Erreichen der technischen Faulgrenze bei der einstufigen Faulung von gemischtem Rohschlamm.....	22
Bild 6:	Prinzipielle Abhängigkeit der Viskosität vom Feststoffgehalt und der Temperatur für unterschiedliche Schlammarten nach Daten von BAU (1986) und LANGHANS (2012).....	32
Bild 7:	Grundformen von Faulbehältern.....	42
Bild 8:	Empfohlene Einsatzbereiche für Verfahren zur Klärschlammstabilisierung.....	52
Bild A.1:	Vereinfachtes Schema einer ein- und zweistufigen Schlammfaulungsanlage.....	55

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Symbole	13
Tabelle 2:	Abkürzungen	14
Tabelle 3:	Erforderlicher Stabilisierungsgrad in Abhängigkeit von der Entsorgung	15
Tabelle 4:	Verfahren der Schlammstabilisierung	16
Tabelle 5:	Abbauspezifische Faulgas- und Methanproduktion	23
Tabelle 6:	Anfall und Beschaffenheit von Schlämmen in Abhängigkeit von Verfahren und Betriebsbedingungen; berechnet gemäß ATV-DVWK-A 131:2000-05 für 85- und 50-Perzentile der Frachten im Rohabwasser	25
Tabelle 7:	Menge und Zusammensetzung der Schlämme im Jahresmittel, berechnet als gewichtete Mittelwerte auf Basis der Tabelle 6	27
Tabelle 8:	Zuschläge zum Basis-Schlammanfall infolge externer und interner Einflussfaktoren	30
Tabelle 9:	Abbaugrad und Gasertrag der Schlämme im Jahresmittel bei einem technischen Abbaugrad der leicht abbaubaren organischen Trockenmasse von $\eta_{\text{abb}} = 85\%$	39
Tabelle 10:	Für die Bemessung empfohlenes Gesamtschlammalter sowie empfohlene Raum- und Schlammbelastungen einer einstufigen Faulung; die Werte in Klammern gelten entsprechend für eine zweistufige Faulung: Werte in runden Klammern beziehen sich auf deren erste Stufe und Werte in eckigen Klammern auf deren zweite Stufe	41
Tabelle A.1:	Berechneter Abbau in einstufiger und zweistufiger Schlammfaulungsanlage mit gleichem Gesamtvolumen	55

Benutzerhinweis

Dieses Merkblatt 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 ist.

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

Dieses Merkblatt 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 Merkblatt aufgezeigten Spielräumen.

1 Anwendungsbereich

Die Stabilisierung von bei der Abwasserbehandlung anfallenden Klärschlämmen ist eine Grundoperation der Klärschlammbehandlung. Die Stabilisierung kann unterschiedliche Prozessziele verfolgen, die verschiedene Abbaugrade erfordern können. Hierfür werden unterschiedliche Verfahren erfolgreich eingesetzt. Deren Auswahl ist wesentlich von ökologischen und ökonomischen Randbedingungen abhängig und ist sinnvollerweise stets unter Berücksichtigung der gesamten Verfahrenskette der Schlammbehandlung zu treffen, welche von der jeweiligen Schlammentstehung bis zu seiner endgültigen Entsorgung reicht.

Im vorliegenden Merkblatt werden die relevanten Verfahren der biologischen Stabilisierung beschrieben, wobei sich die Art der Ausarbeitung im Wesentlichen auf Planer und Betreiber derartiger Anlagen ausrichtet.

Es werden Empfehlungen zur Bemessung, zur technischen Ausführung und zum Betrieb vorgelegt, die in einer Vielzahl großtechnischer Anlagen erprobt sind.

Die Verfahrensbeschreibungen umfassen neben den derzeit in Deutschland dominierenden Techniken bewusst auch Verfahrensvarianten, die für andere Klimazonen oder niedrigere technische Anforderungsprofile geeignet sind. Es werden auch Technologien berücksichtigt, die erhöhten Qualitätsanforderungen insbesondere hinsichtlich einer Desinfektion (Hygienisierung) genügen.

2 Begriffe

2.1 Definitionen

Das vorliegende Merkblatt bezieht sich im Wesentlichen auf die Begriffsdefinitionen der DIN 4045, der DIN EN 1085, der DIN EN 12255-8 und der DIN EN 16323 (Entwurf Oktober 2013). Spezielle Begriffe werden nachfolgend definiert.

Abbau

Vorgang, bei dem Abwasser oder Schlamminhaltsstoffe umgesetzt werden (Entwurf DIN EN 16323:2013-10)

Abbaugrad (η)

Quotient aus der Masse des abgebauten organischen Materials und einer Ausgangsmasse.

ANMERKUNG: Der Abbaugrad von Feststoffen kann auf die gesamten Feststoffe (η_{TM}), die organischen Feststoffe (η_{oTM}) oder die leicht abbaubaren organischen Feststoffe (η_{abb}) bezogen sein (siehe auch *Stabilisierungsgrad*).

abfiltrierbare Stoffe (AFS)

Trockenmasse der suspendierten Stoffe je Volumeneinheit (Entwurf DIN EN 16323:2013-10)

ANMERKUNG: Die Konzentration der AFS ist identisch mit der Trockensubstanzkonzentration C_{TS} .

Abscheidegrad

Quotient aus der abgeschiedenen und der zugeführten Masse eines Inhaltsstoffes (Entwurf DIN EN 16323:2013-10)