

DWA- Regelwerk

Merkblatt DWA-M 381 **Eindickung von Klärschlamm**

Oktober 2007

Die Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. (DWA) ist in Deutschland Sprecher für alle übergreifenden Wasserfragen und setzt sich intensiv für die Entwicklung einer sicheren und nachhaltigen Wasserwirtschaft 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 Normung, beruflicher Bildung und Information der Öffentlichkeit eine besondere Stellung ein. Die rund 14.000 Mitglieder repräsentieren die Fachleute und Führungskräfte aus Kommunen, Hochschulen, Ingenieurbüros, Behörden und Unternehmen.

Der Schwerpunkt ihrer Tätigkeiten liegt auf der Erarbeitung und Aktualisierung eines einheitlichen technischen Regelwerkes sowie der Mitarbeit bei der Aufstellung fachspezifischer Normen auf nationaler und internationaler Ebene. Hierzu gehören nicht nur die technisch-wissenschaftlichen Themen, sondern auch die wirtschaftlichen und rechtlichen Belange des Umwelt- und Gewässerschutzes.

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: kundenzentrum@dwa.de
Internet: www.dwa.de

Satz:

DWA

Druck:

DCM • Druckcenter Meckenheim

ISBN-13: 978-3-939057-86-4

Gedruckt auf 100 % Recyclingpapier.

© DWA Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V., Hennef 2007

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, Mikrofilm oder irgendein anderes Verfahren – reproduziert oder in eine von Maschinen, insbesondere von Datenverarbeitungsmaschinen, verwendbare Sprache übertragen werden.

Vorwort

Die Eindickung von Klärschlämmen ist eine der wichtigsten Grundoperationen der gesamten Klärschlammbehandlung. Seit Jahrzehnten werden auf Kläranlagen zur Eindickung der Schlämme statische Verfahren im Eindicker oder in einer Flotationsstufe sowie maschinelle Verfahren betrieben. Die Flotation und die maschinellen Verfahren werden fast ausschließlich für die Überschussschlamm-Eindickung eingesetzt. Der frühere ATV-Fachausschuss 3.2 „Stabilisation, Entseuchung, Eindickung, Entwässerung und Konditionierung von Schlämmen“ hat 1998 den Arbeitsbericht „Eindickung von Klärschlamm“ [8] vorgelegt. Die verschiedenen Verfahren und deren Leistungsfähigkeit und Wirtschaftlichkeit wurden aktualisiert und sind in diesem Merkblatt dargestellt.

Der DWA-Fachausschuss AK-2 und seine Arbeitsgruppe AK-2.4 haben das vorliegende Merkblatt unter dem Gesichtspunkt des aktuellen Standes der Technik, der relevanten Gesetzgebung und der notwendigen betrieblichen Erfordernisse erarbeitet. Hiermit soll eine praxisbezogene Orientierungshilfe gegeben werden.

Das DWA-Merkblatt richtet sich vor allem an den Praktiker auf der Kläranlage sowie an planende und ausführende Ingenieure und Techniker.

Verfasser

Dieses Merkblatt ist im Auftrag und unter Mitwirkung des DWA-Fachausschusses AK-2 „Stabilisierung, Entseuchung, Konditionierung, Eindickung und Entwässerung von Schlämmen“ von dessen Arbeitsgruppe AK-2.4 „Eindickung und Entwässerung“ erarbeitet worden.

Mitglieder der Arbeitsgruppe AK-2.4:

BISCHOF, Fredy	Dr.-Ing., Essen
BLEI, Peter	Dipl.-Ing., Ludwigshafen
DENKERT, Ralf	Dr.-Ing., Bochum (Sprecher)
WOLF, Siegfried	Dipl.-Ing., Ottobrunn

Mitglieder des Fachausschusses AK-2:

BISCHOF, Fredy	Dr.-Ing., Essen
BLEI, Peter	Dipl.-Ing., Ludwigshafen
DENKERT, Ralf	Dr.-Ing., Bochum
EVERS, Peter	Dr.-Ing., Essen
GLASENAPP, Joachim	Dr.-Ing., Hamburg
KOPP, Julia	Dr.-Ing., Lengede
LOLL, Ulrich	Dr.-Ing., Darmstadt (Obmann)
MELSA, Armin	Prof. Dr.-Ing. E.h., Viersen (stellv. Obmann)
WOLF, Siegfried	Dipl.-Ing., Ottobrunn

Projektbetreuer in der DWA-Bundesgeschäftsstelle:

REIFENSTUHL, Reinhard	Dipl.-Ing., Hennef
-----------------------	--------------------

Abteilung Wasserwirtschaft, Abfall und Boden

Inhalt

Vorwort	3
Verfasser	3
Bilderverzeichnis	5
Tabellenverzeichnis	5
Benutzerhinweis	6
1 Anwendungsbereich	6
2 Begriffe	6
2.1 Definitionen und Grundlagen	6
2.1.1 Klärschlamm.....	6
2.1.2 Schlamm.....	6
2.1.3 Mischschlamm.....	7
2.1.4 Rohschlamm	7
2.1.5 Dickschlamm	7
2.1.6 Schlammwasser	7
2.1.7 Schlammkonditionierung	7
2.1.8 Flockungshilfsmittel (Polymer)	7
2.1.9 Feststoffgehalt.....	7
2.1.10 Abscheidegrad	7
2.1.11 Wassergehalt	8
2.1.12 Wasserbindevermögen	8
2.1.13 Klärschlammkennwerte.....	9
2.2 Abkürzungen und Kurzzeichen	9
3 Einsatzbereiche der Eindickung	10
3.1 Statistische Auswertung zu Verfahren der Eindickung	11
3.2 Veränderungen der rheologischen Schlammeigenschaften	12
4 Verfahren der Eindickung	13
4.1 Statische Eindickung	13
4.1.1 Standeindickung.....	14
4.1.2 Durchlauf eindickung.....	15
4.1.2.1 Schlammspiegelmessung	17
4.1.3 Eindickung mit dem Flotationsverfahren	18
4.2 Maschinelle Eindickung unter Ausnutzung des natürlichen Schwerefeldes	20
4.2.1 Grundlagen, Bauarten	20
4.2.2 Konstruktion, Steuerungsmöglichkeiten.....	20
4.2.2.1 Trommeleindicker (sog. Siebreaktor).....	20
4.2.2.2 Schneckeneindicker	22
4.2.2.3 Bandeindicker.....	23
4.2.2.4 Scheibeneindicker	24
4.2.2.5 Eindickungs-Pumpe	25
4.3 Maschinelle Eindickung unter Ausnutzung eines künstlichen Schwerefeldes.....	26
4.3.1 Zentrifugen – Konstruktion und Steuerungsmöglichkeiten	26
4.3.2 Weiterentwicklung der Maschinenteknik	28

5	Betriebsergebnisse der verschiedenen Eindickverfahren	29
5.1	Anwendungsmöglichkeiten	29
5.2	Eindickergebnisse und deren Abhängigkeiten.....	29
5.3	Erfahrungen und Hinweise.....	30
5.4	Weitere Entwicklungsmöglichkeiten.....	31
6	Einflüsse der verschiedenen Eindickverfahren auf andere Verfahrensstufen.....	32
6.1	Beeinflussung nachgeschalteter Verfahrensstufen	32
6.1.1	Direkte Beeinflussung	32
6.1.2	Indirekte Beeinflussung.....	32
6.2	Beeinflussung vorgeschalteter Verfahrensstufen	33
6.3	Einsatz von polymeren Flockungshilfsmitteln zur Klärschlammeindickung.....	34
6.4	Schlammwasserbehandlung.....	34
7	Kosten der Überschussschlamm-Eindickung	35
8	Zusammenfassung	37
Literatur	38

Bilderverzeichnis

Bild 1:	Voreindickung des Überschussschlammes, bezogen auf die Anzahl der Abwasserbehandlungsanlagen (ABA); Datenbasis: 2 843 ABA.....	11
Bild 2:	Voreindickung des Überschussschlammes, bezogen auf Einwohnerwerte (<i>EW</i>) Datenbasis: 97 Mio. <i>EW</i>	12
Bild 3:	Einfluss des Feststoffgehaltes und der Temperatur auf das Fließverhalten (scheinbare Viskosität) von Primär- und Überschussschlamm	13
Bild 4:	Standeindicker (Beispiel)	14
Bild 5:	Durchlaufeindicker (Beispiel)	15
Bild 6:	Absetzzonen bei der Eindickung.....	16
Bild 7:	Rechnerisch freiwerdende Luftmenge in Abhängigkeit von Temperatur und Druckdifferenz	18
Bild 8:	Prinzipskizze Entspannungs-Flotationsanlage als Rechteckbecken, Recycleverfahren.....	19
Bild 9:	Prinzipskizze Trommeleindicker (Roefilt, Fa. Passavant-Noggerath)	21
Bild 10:	Prinzipskizze Schneckeneindicker (Rotamat, Fa. Huber).....	22
Bild 11:	Prinzipskizze Bandeindicker (Turbodrain, Fa. Bellmer).....	24
Bild 12:	Prinzipskizze Scheibeneindicker (Fa. Huber)	25
Bild 13:	Prinzipskizze Eindickungs-Pumpe (Decadrain, Fa. Hiller).....	26
Bild 14:	Prinzipskizze einer Gegenstrom-Eindickzentrifuge (Fa. Flottweg).....	27
Bild 15:	Spezifische Jahreskosten (netto) der Überschussschlammeindickung.....	36

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Bemessungsgrößen von Durchlaufeindickern.....	17
Tabelle 2:	Betriebs- und Auslegungsdaten ausgeführter Entspannungsflotationsanlagen.....	20
Tabelle 3:	Größen von Trommeleindickern	21
Tabelle 4:	Größen von Schneckeneindickern.....	23
Tabelle 5:	Größen von Bandeindickern	24
Tabelle 6:	Größen von Scheibeneindickern	25
Tabelle 7:	Größen von Eindickungs-Pumpen.....	25
Tabelle 8:	Größen von Eindick-Zentrifugen.....	27
Tabelle 9:	Austrags-Feststoffgehalt [% TR], spez. Flockungshilfsmittelverbrauch und spez. Energieverbrauch von verschiedenen Eindick-Systemen.....	30
Tabelle 10:	Kostenfaktoren für einen Wirtschaftlichkeitsvergleich	35

Benutzerhinweis

Dieses Merkblatt ist das Ergebnis ehrenamtlicher, technisch-wissenschaftlicher/wirtschaftlicher Gemeinschaftsarbeit, das nach den hierfür geltenden Grundsätzen (Satzung, Geschäftsordnung der DWA und dem ATV-DVWK-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 Eindickung von Klärschlämmen ist eine der wichtigsten Grundoperationen der Schlammbehandlung. Sie stellt die einfachste und kostengünstigste Art der Aufkonzentration der Feststoffe bzw. der Fest-/Flüssig-Trennung bei der Klärschlammbehandlung dar. Der Verfahrensschritt der Eindickung wird nahezu auf jeder Kläranlage praktiziert.

Im Bereich der Schlammeindickung und der hieraus resultierenden Prozesswasserführung und -behandlung ist eine Zunahme des Interesses an einer Verfahrensoptimierung erkennbar. Dieses Interesse resultiert nicht zuletzt aus dem Kostendruck, der bei den Anlagenbetreibern besteht.

Das vorliegende Merkblatt gibt den Betreibern von Kläranlagen und beratenden Ingenieuren Empfehlungen zur Bemessung, Ausführung und zum wirtschaftlichen Betrieb von Anlagen zur Eindickung kommunaler Klärschlämme. Es fasst hierzu den aktuellen Kenntnisstand über die Grundlagen und Techniken der verschiedenen Verfahren der Eindickung zusammen und gibt Hinweise zu Betriebserfahrungen sowie den Kosten der technisch etablierten Verfahren.

Der Schwerpunkt liegt auf den Verfahren zur Eindickung, wie sie auf kommunalen Kläranlagen angewendet werden. Die Inhalte und Empfehlungen dieses Merkblattes lassen sich aber in großem Umfang analog auch auf andere Schlämme übertragen, z. B. Schlämme aus der Trinkwasseraufbereitung (siehe [20]) oder der Industrieabwasserreinigung. Es obliegt dann jedoch in besonderer Weise dem Anwender, die Übertragbarkeit der

hier gegebenen Empfehlungen zu prüfen, insbesondere hinsichtlich der im Einzelfall vorliegenden speziellen Eigenschaften des jeweiligen Schlammes und der Auswirkungen auf die Bemessung und den Betrieb der Anlagen.

2 Begriffe

Das vorliegende Merkblatt bezieht sich auf die Begriffsdefinitionen der DIN 4045 (August 2003), der DIN EN 1085 (Mai 2007), der DIN EN 12832 (November 1999) sowie der DIN EN 12255-8 (Oktober 2001). Die nachfolgenden, besonders relevanten Begriffe werden über den Hinweis zur Normung hinaus hier gesondert erläutert.

2.1 Definitionen und Grundlagen

2.1.1 Klärschlamm

Bei der Behandlung von Abwasser anfallender bzw. erzeugter Schlamm (DIN EN 12832 [3]).

Hinweis: Klärschlämme bestehen überwiegend aus einem flüssigen und einem festen Anteil und sind somit Suspensionen.

2.1.2 Schlamm

Gemisch von Wasser und Feststoffen, das durch natürliche oder künstliche Vorgänge von Wasserarten abtrennbar ist (DIN EN 1085 [2], DIN 4045 [1], DIN EN 12880 [5]).

Hinweis: Ziel einer Eindickung ist die Anreicherung des festen Anteils (Volumenminderung durch Wasserentzug) im Schlamm. Im verfahrenstechnischen Sprachgebrauch werden die im festen An-