

DWA-Regelwerk

Merkblatt DWA-M 379

Klärschlamm-trocknung

Juni 2021

VORSCHAU

VORSCHAU

DWA-Regelwerk

Merkblatt DWA-M 379

Klärschlamm-trocknung

Juni 2021

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
Fax: +49 2242 872-100
E-Mail: info@dwa.de
Internet: www.dwa.de

© DWA, 1. Auflage, Hennef 2021

Satz:

Christiane Krieg, DWA

Druck:

druckhaus köthen GmbH & Co KG

ISBN:

978-3-96862-097-8 (Print)

978-3-96862-098-5 (E-Book)

Gedruckt auf 100 % Recyclingpapier

Alle Rechte, insbesondere die der Übersetzung in andere Sprachen, vorbehalten. Kein Teil dieses Merkblatts 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 Datenverarbeitungsmaschinen, verwendbare Sprache übertragen werden.

Bilder und Tabellen, die keine Quellenangaben aufweisen, sind im Rahmen der Merkblätterstellung als Gemeinschaftsergebnis des DWA-Fachgremiums zustande gekommen. Die Nutzungsrechte obliegen der DWA.

Vorwort

Im Jahr 2017 sind durch die Fortschreibung maßgeblicher Regelungen zur Klärschlammbehandlung und -verwertung, insbesondere im Düngemittelrecht und im Abfallrecht, die Weichen für die zukünftige Klärschlammentsorgung neu gestellt worden. Die Mitverbrennung in Kohlekraftwerken, Zementwerken, Abfallverbrennungs- oder Monoverbrennungsanlagen wird mittelfristig (ab 2029/2032) kaum noch ohne vor- oder nachgelagerte Maßnahmen eines Phosphorreyclings möglich sein. Es wird ein Ausbau von Kapazitäten zur Klärschlammmonoverbrennung erwartet.

In Deutschland liegen umfangreiche Erfahrungen mit der Trocknung von Klärschlamm vor. Klärschlamm-trocknungsanlagen dienen dem weitergehenden Wasserentzug aus einem in der Regel zuvor mechanisch entwässerten Klärschlamm. Ziel ist es dabei, die Masse zu reduzieren, den Heizwert zu erhöhen und/oder die biologische Stabilität zu verbessern. Außerdem wird auch eine Reduktion der im Schlamm enthaltenen Mikroorganismen erreicht (Hygienisierung).

Das überarbeitete und inhaltlich erweiterte Merkblatt DWA-M 379 greift die technischen Entwicklungen seit Erscheinen der Vorgängerausgabe des Merkblatts im Jahr 2004 auf und stellt die Neuerungen und Weiterentwicklungen umfassend, aber praxisorientiert dar.

Bei Monoverbrennungsanlagen dominieren Kontakttrockner zur Teiltrocknung des Klärschlammes. Bei Müllheizkraftwerken und Biomasseheizkraftwerken steht teilweise im Mitteltemperaturbereich zwischen 90 °C und 130 °C freie Abwärme zur Verfügung. An solchen Standorten kommen insbesondere Bandtrockner zum Einsatz. Solare, abwärmegestützte Trocknungsanlagen oder reine Hallentrockner werden eingesetzt, wo ausreichend Grundfläche und Abwärme vorhanden ist. Rein solar betriebene Trockner kommen für kleine bis mittlere Kläranlagen bei fehlender Abwärme zum Einsatz. Letztendlich hängt die Entscheidung über ein Trocknungsverfahren vom geplanten Verwertungsweg sowie vom verfügbaren Wärme- und vom Platzangebot ab.

Änderungen

Gegenüber dem Merkblatt ATV-DVWK-M 379 (02/2004) wurden im vorliegenden Merkblatt DWA-M 379 insbesondere folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Aktualisierung von Auslegungs- und Bemessungshinweisen;
- b) Ergänzungen zu sicherheitstechnischen Aspekten im Bereich des Brand- und Explosionsschutzes sowie der Arbeitssicherheit;
- c) Ergänzungen zur Abwärmenutzung, z. B. aus Blockheizkraftwerken von (Co-)Vergärungsanlagen;
- d) Ergänzungen zu neuen Entwicklungen insbesondere bei Bandtrocknern, solaren und abwärmegestützten Hallentrocknern;
- e) Stärkere Beachtung der technischen Peripherie (Annahme, Abluftbehandlung, Abwasser, Förderaggregate und Trockenguthandling);
- f) Hinweise für die Auswahl eines geeigneten Trocknungsverfahrens in Abhängigkeit vom vorgesehenen Verwertungsweg.

In das neue Merkblatt fließen umfassende praktische Betriebserfahrungen der letzten 10 Jahre ein. Diese Kenntnisse sollen Planern und Betreibern helfen, Klärschlamm-trocknungsanlagen technisch sicher und wirtschaftlich auszulegen.

In diesem Merkblatt 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

ATV-DVWK-M 379 (02/2004)

Verfasser

Dieses Merkblatt wurde von der DWA-Arbeitsgruppe KEK-3.1 „Klärschlamm-Trocknungsanlagen“ im Auftrag des DWA-Hauptausschusses „Kreislaufwirtschaft, Energie und Klärschlamm“ (HA KEK) im Fachausschuss KEK-3 „Thermische Klärschlammbehandlung“ erarbeitet.

Folgende Mitglieder der DWA-Arbeitsgruppe KEK-3.1 „Klärschlamm-Trocknungsanlagen“ haben an der Erarbeitung mitgewirkt:

JACOBS, Ulrich	Dipl.-Ing., Grömitz (Sprecher)
FEHR, Günter	Dr.-Ing., Hannover
GEYER, Jürgen	Dr.-Ing., Ravensburg
HEINDL, Albert	Dr.-Ing., Berching
HUSMANN, Mark	Dr.-Ing., Düsseldorf
KELLERMANN, Hans-Georg	Dipl.-Ing., Kamp-Lintfort
LEHRMANN, Falko	Dipl.-Ing., Lünen
RITTERBUSCH, Steffen	Dr.-Ing., Stuttgart
SCHÖNEFELD, Reiner	Dipl.-Ing., Erkelenz
TOMALLA, Manfred	Dr.-Ing., Kreuztal

Dem Fachausschuss KEK-3 „Thermische Klärschlammbehandlung“ gehören folgende Mitglieder an:

LEHRMANN, Falko	Dipl.-Ing., Lünen (Obmann)
SCHMITTEL, Peter	Dr.-Ing., Ludwigshafen (Stellvertretender Obmann)
BEATT, Berend	Dipl.-Ing., Bremen
HANßEN, Harald	Dipl.-Ing., Hamburg
HASELWIMMER, Thomas	Dipl.-Ing., Stuttgart
HOCHGÜRTEL, Herbert	Dipl.-Ing., Mainz
HÜPPE, Paul	Dr., Leverkusen
JACOBS, Ulrich	Dipl.-Ing., Grömitz
JASPER, Matthias	Dipl.-Ing., Herford
KAPPA, Sven	Dipl.-Ing., Cottbus
KNAKE, Alexander	M.Eng., Bottrop
KRISTKEITZ, Rainer	Dipl.-Ing., München
LUDWIG, Paul	Dipl.-Ing., Frankfurt am Main
MAURER, Martin	Dipl.-Ing., Karlsruhe
PIETSCH, Bernhard	Dipl.-Ing., Berlin
SIJSTERMANS, Luc	Noord-Barbant (NL)
SIX, Jörg	Dr. rer. nat., Hagen
STAMER, Frank	Frankfurt
WERTHER, Joachim	Prof. Dr.-Ing., Hamburg

Projektbetreuer in der DWA-Bundesgeschäftsstelle

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

Inhalt

Vorwort	3
Verfasser	4
Bilderverzeichnis	8
Tabellenverzeichnis	9
Hinweis für die Benutzung	10
1 Anwendungsbereich	10
2 Begriffe	10
2.1 Definitionen.....	10
2.1.1 Klärschlamm-trocknungsanlage.....	10
2.1.2 Hochtemperatur-trocknung (HT-Trocknung).....	10
2.1.3 Mitteltemperatur-trocknung (MT-Trocknung)	11
2.1.4 Niedertemperatur-trocknung (NT-Trocknung)	11
2.1.5 Volltrocknung.....	11
2.1.6 Teiltrocknung.....	11
2.1.7 Leimphase	11
2.1.8 Konvektionstrocknung.....	11
2.1.9 Kontakt-trocknung	11
2.1.10 Strahlungstrocknung.....	11
2.1.11 Wärmeträger	12
2.1.12 Brüden	12
2.1.13 Abluft.....	12
2.1.14 Kondensation	12
2.1.15 Nicht kondensierbare Brüden	12
2.1.16 Leckluft, Falschluff.....	12
2.2 Formelzeichen	12
2.3 Abkürzungen.....	14
3 Grundlagen der Klärschlamm-trocknung	16
3.1 Bedeutung der Schlammfeuchtigkeit	16
3.1.1 Wasserbindung	16
3.1.2 Bedeutung des Wassergehalts bzw. des Trockenrückstands für den entwässerten und den getrockneten Schlamm	17
3.1.3 Relevante Eigenschaften der Schlämme	18
3.2 Teil-/Volltrocknung.....	20
3.3 Klärschlamm-Strukturierung vor der Trocknung	20
3.4 Wärmeübertragung der verschiedenen Trocknungsverfahren	21
3.4.1 Vorbemerkung	21
3.4.2 Konvektionstrocknung.....	22
3.4.3 Kontakt-trocknung	22
3.4.4 Strahlungstrocknung.....	23
3.4.5 Wärmeträger	23

3.5	Trocknungsverlauf.....	24
4	Sicherheitstechnische Aspekte.....	26
4.1	Sicherheitstechnische Analyse.....	26
4.2	Brand- und Explosionsschutz.....	27
4.2.1	Brand- und Explosionsschutz in Hinblick auf Gas.....	27
4.2.2	Brand- und Explosionsschutz in Hinblick auf Staub.....	28
4.2.2.1	Allgemeines.....	28
4.2.2.2	Gefährdungspotenzial bei ruhendem Staub.....	29
4.2.2.3	Die Selbstentzündungstemperatur.....	30
4.2.2.4	Gefährdungspotenzial bei aufgewirbeltem Staub.....	31
4.2.3	ATEX-Zonen Einteilung und Explosionsschutz.....	31
5	Trocknungsverfahren.....	33
5.1	Allgemeines.....	33
5.2	Kontaktrockner.....	34
5.2.1	Scheibentrockner.....	34
5.2.1.1	Aufbau und Funktionsweise.....	34
5.2.1.2	Wesentliches Regelkonzept.....	36
5.2.1.3	Sicherheitskonzept Scheibentrockner.....	37
5.2.1.4	An- und Abfahrkonzept.....	37
5.2.2	Dünnschichtrockner.....	38
5.2.2.1	Aufbau und Funktionsweise.....	38
5.2.2.2	Sicherheitskonzept Dünnschichtrockner.....	39
5.2.2.3	An- und Abfahrkonzept.....	39
5.2.3	Schneckenrockner.....	39
5.2.4	Knet-/Schaufelrockner.....	40
5.2.4.1	Aufbau und Funktionsweise.....	40
5.2.4.2	Wesentliches Regelkonzept.....	41
5.2.4.3	Sicherheitskonzept Schaufelrockner.....	41
5.2.4.4	An- und Abfahrkonzept.....	42
5.3	Konvektionstrockner.....	42
5.3.1	Trommelrockner.....	42
5.3.1.1	Vorbemerkung.....	42
5.3.1.2	Aufbau und Funktionsweise.....	42
5.3.1.3	Wesentliches Regelkonzept.....	44
5.3.1.4	Sicherheitskonzept Trommelrockner.....	44
5.3.1.5	An- und Abfahrkonzept.....	45
5.3.2	Wirbelschichtrockner.....	45
5.3.2.1	Aufbau und Funktionsweise.....	45
5.3.2.2	Wesentliches Regelungskonzept.....	46
5.3.2.3	Sicherheitskonzept Wirbelschichtrockner.....	47
5.3.2.4	An- und Abfahrkonzept.....	47
5.3.3	Bandrockner.....	48
5.3.3.1	Aufbau und Funktionsweise.....	48
5.3.3.2	Wesentliches Regelungskonzept.....	50

5.3.3.3	Sicherheit der Bandtrocknung	50
5.3.3.4	An- und Abfahrkonzept.....	52
5.4	Solare und abwärme gestützte Hallentrockner.....	52
5.4.1	Definition und Abgrenzung	52
5.4.2	Grundlagen der Solartrocknung.....	53
5.4.3	Verfahrensvarianten	54
5.4.4	Einsatz von Abwärme	55
5.4.5	Anlagenkomponenten.....	56
5.4.5.1	Bodenplatte und Seitenwände.....	56
5.4.5.2	Hallenkonstruktion und Eindeckung	56
5.4.5.3	Lüftungstechnik – Abluft	57
5.4.5.4	Lüftungstechnik – Umluft.....	58
5.4.5.5	Wendetechnik	58
5.4.5.6	Steuerung	60
5.4.5.7	Sicherheitstechnik.....	60
5.4.5.8	Betriebsdaten	60
5.5	Gegenüberstellung der Trocknungsverfahren.....	61
5.5.1	Allgemeines	61
5.5.2	Vor- und Nachteile der Trocknungsverfahren	61
5.6	Nachweis der Wasserverdampfung	65
6	Energieeinsatz und Wärmerückgewinnung	66
6.1	Bedarf an thermischer Energie.....	66
6.2	Bedarf an elektrischer Energie	71
6.3	Energiequellen.....	72
6.4	Möglichkeiten der Energierückgewinnung	73
7	Emissionen	76
7.1	Abluft & Abluftbehandlung bei der Klärschlamm-trocknung	76
7.1.1	Allgemeines	76
7.1.2	Emissionen bei der Niedertemperaturtrocknung in Hallentrocknern	77
7.1.3	Emissionen & Abluftreinigung bei der Mittel- und Hochtemperaturtrocknung.....	79
7.1.4	Emissionsrelevante Komponenten der Abluft	83
7.2	Abwasser	84
7.2.1	Allgemeines	84
7.2.2	Belastungen von Kondensaten oder Waschwässern	84
7.2.3	Abwasser der Abluftbehandlungsanlage, bestehend aus Wäschern	85
7.2.3.1	Saure Wäscher.....	85
7.2.3.2	Alkalischer Wäscher.....	85
7.3	Relevanz von Emissionen bezüglich Arbeitssicherheit.....	86
8	Nebenanlagen	87
8.1	Klärschlamm-anlieferung	87
8.2	Annahmestation/Bunker/Silo für entwässerten Schlamm.....	87
8.3	Fördertechnik für den entwässerten Schlamm zum Trockner	88
8.4	Fördertechnik für den getrockneten Schlamm zum Trockengutlager.....	88
8.5	Lagerung des teil-/vollgetrockneten Schlamms	88

8.5.1	Einleitung	88
8.5.2	Lagerung von teilgetrocknetem Material.....	88
8.5.3	Lagerung von vollgetrocknetem Material.....	89
9	Entsorgungswege und Erfordernisse der Produktqualität.....	90
9.1	Entwicklung der Entsorgungswege für Klärschlamm.....	90
9.2	Anforderungen an thermisch zu behandelnde Klärschlamm.....	91
10	Genehmigungsanforderungen	91
10.1	Klärschlamm-trocknung außerhalb des Standorts einer Abwasserbehandlungsanlage	91
10.2	Klärschlamm-trocknung am Standort einer Abwasserbehandlungsanlage	92
10.3	Allgemeine Hinweise	92
11	Verfügbarkeit und Wartung.....	94
	Quellen und Literaturhinweise	94

Bilderverzeichnis

Bild 1:	Wasserbindung an eine Schlammflocke.....	16
Bild 2:	Klärschlamm-masse und Massenverring-erung durch mechanische Entwässerung und thermische Trocknung.....	17
Bild 3:	Notwendige Wasserverdampfung bei der Trocknung von entwässertem Klärschlamm in Abhängigkeit vom Trockenrückstand am Eintritt TR_{ein} und am Austritt TR_{aus}	18
Bild 4:	Wärme- und Stoffübertragung bei der Klärschlamm-trocknung	22
Bild 5:	Trocknungsverlauf – Konvektionstrocknung.....	24
Bild 6:	Trocknungsverlauf (theoretisch) bei der Klärschlamm-trocknung	25
Bild 7:	Selbstentzündungstemperatur zylindrischer Klärschlamm-staub-schüttungen.....	30
Bild 8:	Einteilung thermische Trocknungsverfahren für Klärschlamm	33
Bild 9:	Prinzipielles Verfahrensfliessbild einer Scheibentrocknungsanlage zur Teil- und zur Volltrocknung.....	35
Bild 10:	Prinzipielles Verfahrensfliessbild einer Dünnschicht-trocknungsanlage.....	38
Bild 11:	Prinzipielles Verfahrensfliessbild einer Schaufel-trocknungsanlage.....	41
Bild 12:	Prinzipielles Verfahrensfliessbild einer Trommel-trocknungsanlage (indirekte Trocknung)	43
Bild 13:	Prinzipielles Verfahrensfliessbild einer Wirbelschicht-trocknungsanlage.....	47
Bild 14:	Prinzipielles Verfahrensfliessbild einer Band-trocknungsanlage.....	50
Bild 15:	Prinzipiskizzen – Wendemaschinen.....	59
Bild 16:	Grobe Entscheidungsmatrix für den Einsatz von Trocknungsanlagen unter Einbeziehung der Teil- oder Volltrocknung und den möglichen Verwertungswegen ...	65
Bild 17:	Vereinfachtes Schema einer Brüdenkondensation mit Wärmerückgewinnung	73
Bild 18:	Indirekte Kondensationswärmetauscher und integrierte Wärmerückgewinnung einer Kondensationslinie im Luftkreislauf eines Band-trockners.....	75

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Übliche Wärmeträger bei der Klärschlamm-trocknung.....	23
Tabelle 2:	Eigenschaften von Gasen zur explosionstechnischen Beurteilung	28
Tabelle 3:	Sicherheitsrelevante Eigenschaften (Erwartungsbereiche) und Kenngrößen von Klärschlammstaub ¹⁾	29
Tabelle 4:	Typische Stoffwerte und Erfahrungsgrößen für gängige fabrikneue transparente Eindeckungen solarer Klärschlamm-trocknungsanlagen	57
Tabelle 5:	Gegenüberstellung spezifischer Vor- und Nachteile einzelner Trocknungsverfahren.....	62
Tabelle 6:	Eigenschaften des Trockenguts bei verschiedenen Trocknungsverfahren	64
Tabelle 7:	Orientierungswerte für den spezifischen elektrischen Energiebedarf von Klärschlamm-Trocknungsverfahren, abhängig von peripherer Anlagentechnik und Endtrockenrückstand	71
Tabelle 8:	Typische mittlere Konzentrationen in der Trocknerabluft vor der Abluftbehandlung bei der Hallentrocknung von kommunalen Klärschlämmen im Vergleich zu den Grenzwerten der TA-Luft	78
Tabelle 9:	Geruchsschwellen von Abluftkomponenten.....	83
Tabelle 10:	Auszug der Grenzwerte nach TA-Luft (2002), Kap. 5.4.8.10.b für Anlagen zum Trocknen von kommunalem Klärschlamm	83
Tabelle 11:	Eigenschaften Brüdenkondensate.....	85
Tabelle 12:	Arbeitsplatzgrenzwerte (AGW) und Kurzzeitwerte (KZW) für Gase im Bereich Trocknung.....	86

Hinweis für die Benutzung

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 ein Merkblatt besteht eine tatsächliche Vermutung, dass es inhaltlich und fachlich richtig ist.

Jeder Person steht die Anwendung des Merkblatts 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.

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

Dieses Merkblatt soll Planern und Betreibern von Klärschlammbehandlungsanlagen den Zugang zur Klärschlamm-trocknung erleichtern und in die verfahrenstechnischen Belange einführen. Dazu werden die einzelnen Trocknungssysteme vorgestellt. Im Rahmen dieses Merkblatts wird nur auf praxiserprobte Trocknungsverfahren eingegangen. Es werden Möglichkeiten und Einsatzgrenzen dargestellt und besondere Anforderungen an Trocknungsanlagen und periphere Einrichtungen spezifiziert. Damit sollen eine solide Planung sowie die sachgerechte Verfahrensauswahl erleichtert werden.

2 Begriffe

2.1 Definitionen

Zum besseren Verständnis werden einige Begriffe und Zusammenhänge kurz dargestellt und spezifiziert. Für weitergehende Informationen wird auf die entsprechende Fachliteratur verwiesen.

2.1.1 Klärschlamm-trocknungsanlage

Technische Einrichtung zum Wasserentzug durch Verdunstung oder Verdampfung aus Klärschlamm. Dieser wird in der Regel zuvor maschinell entwässert.

2.1.2 Hochtemperatur-trocknung (HT-Trocknung)

Trocknung bei einer Guttemperatur von > 100 °C.

VORSCHAU

Im Jahr 2017 sind durch die Fortschreibung maßgeblicher Regelungen zur Klärschlammbehandlung und -verwertung die Weichen für die zukünftige Klärschlamm Entsorgung neu gestellt worden. Es wird ein erheblicher Ausbau von Kapazitäten zur Klärschlammverbrennung erwartet. Im Zuge dieser Entwicklung werden auch die Verfahren zur Trocknung von Klärschlämmen an Bedeutung gewinnen.

Das vorliegende Merkblatt führt in die technischen Belange der Trocknungsverfahren ein. Ziel ist es, Planern und Betreibern von Klärschlammbehandlungsanlagen den Zugang zur Klärschlamm-trocknung zu erleichtern.

Es werden die Möglichkeiten und Anwendungsbereiche verschiedener Trocknungssysteme aufbereitet, sodass die Entscheidung zum Einsatz einer Trocknungsanlage sachgerecht fundiert und die Wahl eines Trocknungssystems auf guter Grundlage ermöglicht werden.

VORSCHAU

ISBN: 978-3-96862-097-8 (Print)
978-3-96862-098-5 (E-Book)

Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. (DWA)

Theodor-Heuss-Allee 17 · 53773 Hennef
Telefon: +49 2242 872-333 · Fax: +49 2242 872-100
info@dwa.de · www.dwa.de