

DWA-Regelwerk

Merkblatt DWA-M 907

Erzeugung von Biomasse für die Biogasgewinnung unter Berücksichtigung des Boden- und Gewässerschutzes

April 2023

VORSCHAU

VORSCHAU

DWA-Regelwerk

Merkblatt DWA-M 907

Erzeugung von Biomasse für die Biogasgewinnung unter Berücksichtigung des Boden- und Gewässerschutzes

April 2023

VORSCHAU

Dieses Merkblatt erscheint inhaltsgleich als DVGW-Information Wasser Nr. 73.

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 Gesetzgebung, 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

Satz:

Christiane Krieg, DWA

Druck:

Bonner Universitäts-Buchdruckerei

ISBN:

978-3-96862-567-6 (Print)

978-3-96862-568-3 (E-Book)

Gedruckt auf 100 % Recyclingpapier

© DWA, 1. Auflage, Hennef 2023

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

Die rasche Bestandsentwicklung von Biogas- und Abfallanlagen, die in den letzten 20 Jahren zu verzeichnen ist, unterstützt die Klimaziele der Europäischen Union und leistet ihren Beitrag zur Diversifizierung des Energieangebots, insbesondere in den regionalen Märkten. Ferner leitet sich aus den politischen Rahmenbedingungen, die unter diesem Blickwinkel geschaffen wurden, speziell für die Landwirtschaft eine ergänzende Möglichkeit zur Existenzsicherung ab. Inwieweit sich diese Entwicklung angesichts der sich stürmisch steigernden Nachfrage nach Lebensmitteln und der sich in Folge des Klimawandels verknappenden Agrarflächen und steigenden Boden- und Pachtpreisen fortsetzen wird, bleibt abzuwarten. Die Zuwachsrate der Biogasproduktion verlangsamte sich bereits in den zurückliegenden fünf Jahren deutlich. Weiter bleibt eine offene Frage, wie sich die gesetzlichen Rahmenbedingungen und vor allem die agrarpolitischen Maßnahmen der EU auf den Anbau von nachwachsenden Rohstoffen (NawaRo) auswirken werden.

Gleichzeitig entstehen bei der energetischen Nutzung nachwachsender Rohstoffe Gärrückstände als Nebenprodukte der Biogasgewinnung. Sind diese gütegesichert, so werden diese im Folgenden als Gärprodukte bezeichnet. Aufgrund der in den letzten 10 Jahren deutlich angestiegenen Mengen an Gärrückständen sowie der schlecht steuerbaren Zusammensetzung der Inhaltsstoffe treten diese zunehmend als möglicher Risikofaktor für den Gewässerschutz hervor.

Dies war Grund, das im Jahr 2010 vor dem Hintergrund der aktuellen Diskussion um die Förderung nachwachsender Rohstoffe zur Wärme- und Energienutzung erstellte Merkblatt zu überarbeiten.

Änderungen

Gegenüber dem Merkblatt DWA-M 907 (04/2010) wurden im vorliegenden Merkblatt folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Anpassung an die europäische Normung und zwischenzeitlich eingetretene Veränderungen hinsichtlich Gesetzen und Verordnungen;
- b) Weitergehende Ausführungen zu Grundlagen der Bewertung von Gärrückständen und beispielhafte Düngeplanung zur bedarfsgerechten Ausbringung von Gärrückständen aufgrund zwischenzeitlich eingetretener Veränderungen hinsichtlich Gesetzen und Verordnungen;
- c) Aktualisierung und Neufassung der Ausführungen zu Fruchtfolgen und Flächennutzung sowie Umweltwirkungen und deren Bewertung;
- d) Aktualisierung der Hinweise zur Ausbringung von Gärrückständen in Wasserschutzgebieten;
- e) Anpassung an die geltenden Gestaltungsregeln nach Arbeitsblatt DWA-A 400:2018.

Das vorliegende Merkblatt richtet sich mit seinen Denkanstößen an die Politik, Verwaltung, landwirtschaftliche Beratung und Landwirte, die NawaRo anbauen, und bietet der landwirtschaftlichen Beratung eine Grundlage zur konstruktiven Unterstützung der Landwirtschaft bei der Wahl der Fruchtfolgen, bei der Anbaugestaltung sowie der Verwertung von Gärrückständen unter den Aspekten des Boden- und Gewässerschutzes.

Die Kostenwirkung kann nicht genau definiert werden, da sie im Anwendungsfall sehr variabel ist. Das Merkblatt dient der Optimierung der Düngung und Reduktion der Stoffausträge aus Gärresten, die bei der Biogasproduktion anfallen. Das Ausmaß der Kostenreduktion ist abhängig vom Ausmaß der Reduktion der Stoffemission in das Grundwasser und der Atmosphäre.

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.

Paulinenaue, im Februar 2023

Prof. Dr. Frank Eulenstein

Frühere Ausgaben

Merkblatt DWA-M 907 (04/2010)

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 Merkblatt wurde wie folgt eingestuft:

KA2 = Das Merkblatt hat direkten Bezug zur Klimaanpassung

KS2 = Das Merkblatt hat direkten Bezug zu Klimaschutzparametern

BEGRÜNDUNG:

Das gesamte Merkblatt widmet sich den wasserwirtschaftlichen Konsequenzen der Erzeugung von Biogas. Diese wird wiederum aus erneuerbaren Quellen und Rohstoffen zur Substitution fossiler Energien eingesetzt. Es werden Maßnahmen zur Reduktion von klimarelevanten Spurengasen bei der Ausbringung und Lagerung von Gärresten angegeben.

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

VORSCHAU

Verfasserinnen und Verfasser

Dieses Merkblatt wurde von der DWA-Arbeitsgruppe GB-6.6 „Nachwachsende Rohstoffe“ im Auftrag des DWA-Hauptausschusses „Gewässer und Boden“ (HA GB) im Fachausschuss GB-6 „Bodennutzung und Stoffeinträge in Gewässer“ erarbeitet.

Der DWA-Arbeitsgruppe GB-6.6 „Nachwachsende Rohstoffe“ gehören folgende Mitglieder an:

EULENSTEIN, Frank	Prof. Dr. sc. agr. Dr. h. c. mult., Leibniz-Zentrum für Agrarlandschaftsforschung (ZALF) e. V., Müncheberg (Sprecher)
AUE, Christina	Dr. agr., OOWV Oldenburgisch-Ostfriesischer Wasserverband, Brake
BEISECKER, Richard	Dr. agr., Ingenieurbüro für Ökologie und Landwirtschaft GmbH, Kassel
VON BUTTLAR, Christine	Dr. agr., IGLU Ingenieurgesellschaft für Landwirtschaft und Umwelt GbR, Göttingen
DRECHSLER, Hartwig	Dr. sc. agr., Drechsler Ingenieurdienst, Göttingen
FELDWISCH, Norbert	Dr. agr., Ingenieurbüro Dr. Feldwisch, Bergisch Gladbach
HOFMEIER, Katja	Dr., Umweltbundesamt, Dessau
LUYTEN-NAUJOKS, Karin	Dipl.-Ing. agr., Bundesgütegemeinschaft Kompost e. V., Köln
SCHINDLER, Roland	Dipl.-Geol., Nettetal
WOLTER, Rüdiger	Dr., Dessau

Als Gäste der DWA-Arbeitsgruppe GB-6.6 haben mitgewirkt:

AHLBORN, Julian	Dipl. Biogeograph, Leibniz-Zentrum für Agrarlandschaftsforschung (ZALF) e. V., Müncheberg
BEHRENDT, Axel	Dr., Leibniz-Zentrum für Agrarlandschaftsforschung (ZALF) e. V., Außenstelle Paulinenaue, Paulinenaue
DEHMEL, Birthe	M. Sc. agr., Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V., Gülzow
HÖGENAUER, Anita	Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Freising
THIELICKE, Matthias	Dipl. Biologe, Leibniz-Zentrum für Agrarlandschaftsforschung (ZALF) e. V., Müncheberg
SCHARSCHMIDT, Phillipp	Dipl. Ing. agr. Leibniz-Zentrum für Agrarlandschaftsforschung (ZALF) e. V., Müncheberg
WESINGER, Reinhard	Dipl.-Geoökol., GeoTeam, Gesellschaft für umweltgerechte Land- und Wasserwirtschaft GmbH, Bayreuth

Dem DWA-Fachausschuss GB-6 „Bodennutzung und Stoffeinträge in Gewässer“ gehören folgende Mitglieder an:

CREMER, Nils	Dr. Dipl.-Geol., Erftverband, Bergheim (Obmann)
KNOBLAUCH, Steffi	Dr. agr., Thüringer Landesamt für Landwirtschaft und Ländlichen Raum (TLLLR), Buttstedt (stellv. Obfrau)
AUE, Christina	Dr. sc. agr., OOWV Oldenburgisch-Ostfriesischer Wasserverband, Brake
BARION, Dirk	Dipl.-Geogr., Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V., Hennef
BEISECKER, Richard	Dr. agr., Ingenieurbüro für Ökologie und Landwirtschaft GmbH, Kassel

BERTHOLD, Georg	Dr. Dipl.-Ing, Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie, Wiesbaden
BOTSCHKEK, Johannes	PD Dr. agr., Bonn
VON BUTTLAR, Christine	Dr. agr., IGLU Ingenieurgesellschaft für Landwirtschaft und Umwelt GbR , Göttingen
DRECHSLER, Hartwig	Dr. sc. agr., Drechsler Ingenieurdienst, Göttingen
EULENSTEIN, Frank	Prof. Dr. sc. agr. Dr. h. c. mult., Leibniz-Zentrum für Agrarlandschaftsforschung (ZALF) e. V., Müncheberg
GERMERSHAUSEN, Lars	Dr., NLWKN, Hildesheim
GODZIK, Gloria	Wasserwirtschaftsamt Ansbach, Ansbach
GREVEN, Katharina	M. Sc., NEW NiederrheinWasser GmbH, Viersen
HAFERKORN, Ulrike	Dr. sc. agr. Leipzig
HÖGENAUER, Anita	Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Freising
LABONTE, Caroline	M. Sc., Landwirtschaftskammer NRW, Köln-Auweiler
LITZ, Norbert	Dr. rer. nat., Berlin
LUYTEN-NAUJOKS, Karin	Dipl.-Ing. agr., Bundesgütegemeinschaft Kompost e. V., Köln
MEIßNER, Ralph	Prof. Dr. habil, Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung, Altmärkische Wische
SCHINDLER, Roland	Dipl.-Geol., Nettetel
WERISCH, Stefan	Staatliche Betriebsgesellschaft für Umwelt und Landwirtschaft, Radebeul
Projektbetreuer in der DWA-Bundesgeschäftsstelle	
BARION, Dirk	Dipl.-Geogr., Hennef Abteilung Wasser- und Abfallwirtschaft

Inhalt

Vorwort	3
Verfasserinnen und Verfasser	5
Bilderverzeichnis	8
Tabellenverzeichnis	9
Hinweis für die Benutzung	10
Einleitung	10
1 Anwendungsbereich	16
2 Abkürzungen	17
3 Rechtliche Vorgaben	20
3.1 Allgemeines	20
3.2 Wasserrechtliche Vorgaben	20
3.2.1 Grundlegendes.....	20
3.2.2 Vorgaben zur landwirtschaftlichen Erzeugung und Verwertung.....	22
4 Energiepflanzenanbau	26
4.1 Grundlagen des Anbaus von Energiepflanzen	26
4.2 Fruchtfolge und Flächennutzung	28
4.2.1 Umweltwirkungen und Bewertung.....	28
4.2.2 Empfehlungen zur Fruchtfolge und Flächennutzung	36
4.3 Düngung und Nährstoffbilanzen	38
4.3.1 Umweltwirkungen und Bewertung.....	38
4.3.2 Empfehlungen zur Düngung.....	39
4.4 Humushaushalt und Humusbilanz	41
4.4.1 Umweltwirkungen und Bewertung.....	41
4.4.2 Empfehlungen zum Humushaushalt und zur Humusbilanz	43
4.5 Pflanzenschutzmaßnahmen	43
4.5.1 Umweltwirkungen und Bewertung.....	43
4.5.2 Empfehlungen zum Pflanzenschutz.....	44
4.6 Bodenbearbeitung und Erosionsschutz	45
4.6.1 Umweltwirkungen und Bewertung.....	45
4.6.2 Empfehlungen zum Erosionsschutz.....	46
4.7 Bodenwasserhaushalt und klimatische Wasserbilanz	47
4.7.1 Umweltwirkungen und Bewertung.....	47
4.7.2 Empfehlungen zum Bodenwasserhaushalt beim Energiepflanzenanbau.....	48
5 Verwertung der Gärückstände	49
5.1 Grundlagen zur Bewertung von Gärückständen	49
5.1.1 Allgemeines	49
5.1.2 Nährstoffgehalte.....	49
5.1.3 Organische Substanz	50
5.1.4 pH-Wert	51

5.1.5	Schadstoffe und Hygieneaspekte	51
5.2	Empfehlungen für eine gewässerschonende Gärrückstän- deverwertung	52
5.2.1	Allgemeines	52
5.2.2	Einbeziehung der Gärrückstände in die Dünged- bedarfsermittlung	54
5.2.3	Begrenzung der Stickstofffrachten bei der Aus- bringung	55
5.2.4	Lagerung und Lagerkapazität	56
5.2.5	Emissionsarme Ausbringung der Gärrückstände.....	58
5.2.6	Durchführung einer gebietsbezogenen Beratung	59
5.2.7	Anforderungen an die Ausbringung von Gärrück- ständen in Wasserschutzgebieten und in wasser- wirtschaftlich empfindlichen Gebieten.....	59
5.2.8	Güte-/Qualitätssicherung zur Zertifizierung von Gärrückständen	60
6	Gemeinsame Empfehlungen von DWA und DVGW	62
	Quellen und Literaturhinweise	64

Bilderverzeichnis

Bild 1:	Entwicklung der Anbaufläche nachwachsender Rohstoffe von 2006-2021	11
Bild 2:	Schematische Darstellung von Verfahren der Energieerzeugung aus nachwachsenden Rohstoffen.....	12
Bild 3:	Entwicklung der Biogasanlagenstandorte in Deutschland von 2013 bis 2020 nach Fachverband Biogas	12
Bild 4:	Massebezogener Substrateinsatz in Biogasanlagen in Deutschland.....	13
Bild 5:	Entwicklung der Maisanbaufläche in Deutschland.....	14
Bild 6:	Masse und energiebezogener Substrateinsatz in landwirtschaftlichen Biogasanlagen mit Biomethanproduktion	26
Bild 7:	Vergleich der Energiepflanzen-Anbausysteme Winter- bzw. Sommer-Hauptfrucht-Nutzung mit Zwischenfrüchten und Zweikultur-Nutzung	32
Bild 8:	Nachernte- und Herbst- N_{\min} -Werte von Getreide GPS ohne Nachnutzung im Vergleich zum Nachbau verschiedener Zwischenfrüchte	33
Bild 9:	Herbst- N_{\min} nach Mais ohne Untersaat mit Bodenruhe im Vergleich zu mit Weidelgrasuntersaat sowie Mais-Trockenmasseertrag.....	34
Bild 10:	Beispiele für Energiepflanzenfruchtfolgen und Bewertung der Grundwasser- Boden- und Klimaschutzleistung Gewässerschutz	37

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Flächenbelegung im In- und Ausland für Ernährungsgüter in 1.000 Hektar (Deutschland)	15
Tabelle 2:	Regelungen zu verschiedenen Bereichen der Biogaserzeugung	21
Tabelle 3:	Rechtliche Regelungen hinsichtlich verwendeter Ausgangsstoffe	25
Tabelle 4:	Bewertung unterschiedlicher Energiepflanzen im Hinblick auf das Gewässerschutzrisiko	27
Tabelle 5:	Übersicht verschiedener Anbaumischungen im Energiepflanzenanbau und Einschätzung aus Gewässerschutzsicht.....	31
Tabelle 6:	Zulässige Phosphor-Überschüsse aus Sicht des Boden- und Gewässerschutzes	40
Tabelle 7:	Fruchtfolgebeispiele mit Phasen unterschiedlicher Bodenbedeckung und kritischer Beeinträchtigungen der Bodenoberflächen	46
Tabelle 8:	Analyse von Gärsubstraten (Praxisbetriebe), Anhaltswerte	49
Tabelle 9:	Durchschnittliche Analyseergebnisse von separierten Gärrückständen, Anhaltswerte	50
Tabelle 10:	Grundsätze für die Anwendung von Düngemitteln nach DüV.....	53
Tabelle 11:	Vergleich der Deckung des Nährstoffbedarfs verschiedener Kulturen bei einer vollständigen Deckung des Stickstoffbedarfs mit Gärrückständen, Festseparaten und Flüssigseparaten	55
Tabelle 12:	Ausbringungszeiträume mit guter Nährstoffausnutzung von flüssigen organischen Düngern.....	57
Tabelle 13:	Stickstoffeinsparung in Abhängigkeit von der Einarbeitungszeit bei Mais und der Einarbeitungstechnik bei Getreide	58

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.

Einleitung

Durch das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) und das Inkrafttreten des Gesetzes zur Förderung Erneuerbarer Energien im Wärmebereich (Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz – EEWärmeG) entwickelte sich der Anbau von Nachwachsenden Rohstoffen (NawaRo) zur energetischen Nutzung zu einem derzeit bedeutenden Standbein der landwirtschaftlichen Produktion.

Beide Gesetze fördern zielgerichtet die gesamte Biomassenutzung zur Strom- und Wärmeproduktion. Betrug die durchschnittliche Anlagenleistung in Deutschland 1999 noch etwa 60 kWel, so stieg diese über 125 kWel in 2004 auf nun über 460 kWel in 2018 (AGEE-Stat. 2018).

Unter den Gesichtspunkten der Nutzung regenerativer und damit klimaschonender Energiequellen wird dies durch die Europäische Union, aber auch durch Bund und Länder unterstützt.

In Bild 1 ist die Entwicklung des Anbaus von NawaRo in den vergangenen 12 Jahren dargestellt.

VORSCHAU

Die bedeutende Bestandsentwicklung von Biogas- und Kofermentationsanlagen, die in den letzten 20 Jahren zu verzeichnen ist, unterstützt die Klimaziele der Europäischen Union und leistet ihren Beitrag zur Diversifizierung des Energieangebots, insbesondere in den regionalen Märkten. Ferner leitet sich aus den politischen Rahmenbedingungen, die unter diesem Blickwinkel geschaffen wurden, speziell für die Landwirtschaft eine ergänzende Möglichkeit zur Existenzsicherung ab.

Gleichzeitig entstehen bei der energetischen Nutzung nachwachsender Rohstoffe Gärreste als Endprodukte der Biogasgewinnung. Aufgrund der in den letzten 10 Jahren deutlich angestiegenen Mengen an Gärresten sowie der schlecht steuerbaren Zusammensetzung der Inhaltsstoffe treten diese zunehmend als möglicher Risikofaktor für den Gewässerschutz hervor.

Inwieweit sich diese Entwicklung angesichts der sich stürmisch steigenden Nachfrage nach Lebensmitteln und der sich in Folge des Klimawandels verknappenden Agrarflächen und steigenden Boden- und Pachtpreisen fortsetzen wird, bleibt abzuwarten. Die Zuwachsrate der Biogasproduktion verlangsamte sich bereits in den zurückliegenden fünf Jahren deutlich. Weiter bleibt eine offene Frage, wie sich die gesetzlichen Rahmenbedingungen und vor allem die agrarpolitischen Maßnahmen der EU auf den Anbau von NawaRo auswirken werden.

Das vorliegende Merkblatt richtet sich mit seinen Hinweisen und Empfehlungen unter anderem an Politik und Fachverwaltungen sowie an die landwirtschaftliche Beratung und Landwirte, die NawaRo anbauen. Die Bewertungen und Anleitungen bieten der landwirtschaftlichen Beratung eine Grundlage zur konstruktiven Unterstützung der Landwirtschaft bei der Wahl der Fruchtfolgen, bei der Anbaugestaltung sowie der Verwertung von Gärresten unter den Aspekten des Boden- und Gewässerschutzes.

VORSCHAU

ISBN: 978-3-96862-567-6 (Print)
978-3-96862-568-3 (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