

# DWA-Regelwerk

## **Arbeitsblatt DWA-A 716-9**

Öl- und Chemikalienbindemittel – Anforderungen/Prüfkriterien –  
Teil 9: Anforderungen an „R“-Ölbindemittel zur Anwendung auf  
Verkehrsflächen (road/Straße)

November 2024

VORSCHAU

VORSCHAU

# DWA-Regelwerk

## Arbeitsblatt DWA-A 716-9

Öl- und Chemikalienbindemittel – Anforderungen/Prüfkriterien –  
Teil 9: Anforderungen an „R“-Ölbindemittel zur Anwendung auf  
Verkehrsflächen (road/Straße)

November 2024

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.

Der DWA-Fachausschuss IG-7 „Gerätschaften und Mittel zur Abwehr von Gewässergefährdungen (GMAG)“ beschäftigt sich mit Fragen der Bekämpfung von Schäden durch wassergefährdende Stoffe“. Bis 2006 war der Fachausschuss GMAG im Beirat „Lagerung und Transport wassergefährdender Stoffe (LTwS)“ des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB) angesiedelt. Seit 2006, bedingt durch die Auflösung des BMUB-Beirats LTwS, werden die Arbeiten im DWA-Fachausschuss IG-7 in Kooperation mit der Bundesanstalt Technisches Hilfswerk (THW) und seit 2013 auch in gemeinsamer Kooperation mit dem Deutschen Feuerwehrverband e. V. (DFV) fortgeführt.

### 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](mailto:info@dwa.de)  
Internet: [www.dwa.de](http://www.dwa.de)

**Satz:**  
Christiane Krieg, DWA

**Druck:**  
bprintmedien, Bonn

**ISBN:**  
978-3-96862-765-6 (Print)  
978-3-96862-766-3 (E-Book)

Gedruckt auf 100 % Recyclingpapier

© DWA, 1. Auflage, Hennef 2024

Alle Rechte, insbesondere die der Übersetzung in andere Sprachen, vorbehalten. Kein Teil dieses Arbeitsblatts 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. Die DWA behält sich das Text- und Data-Mining nach § 44b UrhG vor, was hiermit Dritten ohne Zustimmung der DWA untersagt ist.

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

## Vorwort

Die Anforderungen an Öl- und Chemikalienbindemittel, die bislang durch die LTWS 27 und LTWS 31 geregelt wurden, werden zukünftig unter Berücksichtigung der neuesten Erkenntnisse und gesetzlichen Regelungen in der Arbeitsblattreihe DWA-A 716 fortgeführt.

Ziel der Arbeitsblätter ist es, durch einheitliche Verfahren zur Prüfung und Bewertung von Bindemitteln die wahrscheinliche Eignung für den angestrebten Einsatzzweck sowie die Zuverlässigkeit solcher Produkte auch unter wirtschaftlichen und ökologischen Gesichtspunkten vergleichbar zu machen. Auf diese Weise kann der sachlich richtige und schnelle Einsatz sichergestellt und der freie Austausch geeigneter Mittel ermöglicht werden. Dies dient auch der Transparenz im Wettbewerb.

Der DWA-Fachausschuss IG-7 „Gerätschaften und Mittel zur Abwehr von Gewässergefährdungen (GMAG)“ hat beschlossen, die für alle Gruppen von Öl- und Chemikalienbindemitteln gültigen, grundsätzlichen „Allgemeine Anforderungen“ im ersten Teil der Arbeitsblattreihe DWA-A 716 zu beschreiben und die spezifischen Bindemittel in den nachfolgenden Teilen.

Der vorliegende Teil 9 der Arbeitsblattreihe DWA-A 716 basiert auf DIN CEN/TS 15366:2009 und den zurückgezogenen „Anforderungen an Ölbindemittel“ (LTWS 27).

Maßnahmen zur Beseitigung von Öl auf Verkehrsflächen dienen vorrangig der Aufrechterhaltung der Verkehrssicherheit. Wegen der Toxizität vieler Ölinhaltsstoffe müssen die Maßnahmen auch darauf gerichtet sein, gesundheitliche, ökologische und finanzielle Schäden durch Beeinträchtigung von Böden und Gewässern abzuwehren. Der Einsatz von Ölbindemitteln bei Unfällen mit Mineralöl und Mineralölprodukten auf Verkehrsflächen (Gruppe „R“) hat große Bedeutung.

Unterschiedliche Einsatzverhältnisse, vor allem aber auch die verschiedenen physikalischen Eigenschaften der Mineralöle und Mineralölprodukte können bei grundsätzlich gleichem Verhalten zu unterschiedlichem Aufsaugvermögen und SRT-Werten führen. In Angleichung an die CEN-Normung (DIN CEN/TS 15366:2009) wurde handelsüblicher Dieseldieselkraftstoff als exemplarische Prüflüssigkeit für die Untersuchungen festgelegt. Zum einen ist Dieseldieselkraftstoff eine der am häufigsten in die Umwelt freigesetzten Mineralölfractionen. Zum anderen sind Bindemittel, die Dieseldieselkraftstoff durch Sorptionsvorgänge aufzunehmen vermögen, auch in der Lage, andere Kohlenwasserstoffe dieser Art zu absorbieren. Umfang und Geschwindigkeit des Absorptionsprozesses sind dabei eine Funktion der Viskosität und anderer physikalischer Größen.

Die praktischen Einsatzmöglichkeiten sind im Einzelfall zu prüfen. Auf die gemäß Merkblatt DWA-M 715 notwendige Prüfung weiterer Reinigungsmaßnahmen nach Anwendung von Ölbindemitteln des Typs „R“ wird hingewiesen.

### Änderungen

Gegenüber dem Arbeitsblatt DWA-A 716-9 (12/2014) wurden insbesondere folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Anpassung an rechtliche Vorgaben;
- b) Berücksichtigung technischer Entwicklungen und praktischer Erfahrungen;
- c) Klarstellung zum Geltungsbereich;
- d) Harmonisierungen innerhalb der Arbeitsblattreihe DWA-A 716;
- e) Modifizierung und Aktualisierung von Prüfmethoden und Bewertungsgrundlagen.

Die Arbeitsblattreihe DWA-A 716 wendet sich speziell an die Hersteller, Vertreiber und Prüfinstitute von Öl- und Chemikalienbindemitteln.

Die Arbeitsblattreihe DWA-A 716 „Öl- und Chemikalienbindemittel – Anforderungen/Prüfkriterien“ ist nach folgendem Schema aufgebaut:

- DWA-A 716-1: Allgemeine Anforderungen
- DWA-A 716-2: Anforderungen an „A“-Bindemittel für saure Flüssigkeiten, z. B. Säuren (acid)
- DWA-A 716-3: Anforderungen an „B“-Bindemittel für basische Flüssigkeiten, z. B. Laugen
- DWA-A 716-4: Anforderungen an „F“-Bindemittel für feuergefährliche, brennbare Flüssigkeiten
- DWA-A 716-5: Anforderungen an „H“-Bindemittel für unpolare, organische, hydrophobe Flüssigkeiten
- DWA-A 716-6: Anforderungen an „M“-Bindemittel für mit Wasser mischbare organische Flüssigkeiten (mixable)
- DWA-A 716-7: Anforderungen an „O“-Bindemittel für oxidative Flüssigkeiten
- DWA-A 716-8: Anforderungen an „P“-Bindemittel für polare Flüssigkeiten
- DWA-A 716-9: Anforderungen an „R“-Ölbindemittel zur Anwendung auf Verkehrsflächen (road)
- DWA-A 716-10: Anforderungen an „W“-Ölbindemittel zur Anwendung auf Gewässern (water)
- DWA-A 716-11: Anforderungen an „S“-Bindemittel für spezielle Anwendungen

In diesem Arbeitsblatt 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

Arbeitsblatt DWA-A 716-9 (12/2014)

### 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 Arbeitsblatt wurde wie folgt eingestuft:

**KA0** = Das Arbeitsblatt hat keinen Bezug zur Klimaanpassung

**KS0** = Das Arbeitsblatt hat keinen Bezug zu Klimaschutzparametern

Einzelheiten zur Ableitung der Bewertungskriterien sind im „Leitfaden zur Einführung der Klimakennung im DWA-Regelwerk“ erläutert, der online unter [www.dwa.info/klimakennung](http://www.dwa.info/klimakennung) verfügbar ist.

## Verfasserinnen und Verfasser

Dieses Arbeitsblatt wurde von der DWA-Arbeitsgruppe IG-7.1 „Öl- und Chemikalienbindemittel“ im Auftrag des DWA-Hauptausschusses „Industrieabwässer und anlagenbezogener Gewässerschutz“ (HA IG) im DWA-Fachausschuss IG-7 „Gerätschaften und Mittel zur Abwehr von Gewässergefährdungen“ erarbeitet.

Der DWA-Arbeitsgruppe IG-7.1 „Öl- und Chemikalienbindemittel“ gehören folgende Mitglieder an:

BIEN, Sebastian	Dipl.-Umweltwiss., Hygiene-Institut des Ruhrgebiets, Gelsenkirchen (Sprecher)
DAL, Attila	Dr. Dipl.-Chem., Cirkel GmbH & Co. KG, Rheine (stellv. Sprecher)
BRABENEC, Maike	Dipl.-Geol., Freiburger Institut für Umweltchemie e. V., Freiburg
KAMPHAUSEN, Heinz	Dipl.-Ing., bis 2022 Landeshauptstadt Düsseldorf, Feuerwehr, Rettungsdienst und Bevölkerungsschutz, Düsseldorf
KORNMEYER, Ingrid	Dr. Dipl.-Chem., Silikalzit Marketing GmbH, München
SCHLOSSER, Daniela	M. Sc., DEKRA Automobil GmbH, Stuttgart
SCHMIECHEN, Sebastian	Dr. M. Sc., DEKRA Automobil GmbH, Saarbrücken
SEIFERT, Mathias	Prof. Dr., ehem. Hochschule Fresenius gemeinnützige Trägergesellschaft mbH, Idstein
TUSCHY, Claudia	Materialprüfungsamt Nordrhein-Westfalen, Dortmund

Als Gäste haben mitgewirkt:

BERNZEN, Michael	Dipl.-Ing. (FH), Institut der Feuerwehr Nordrhein-Westfalen, Münster
KONRATH, Patrick	Dipl.-Ing., ehem. Schoeller Industries, Düsseldorf
MONZ, Christian	Dipl.-Ing. M. Sc., IGF Technikum der Berufsgenossenschaft Rohstoffe und chemische Industrie (BG RCI), Dortmund
URUQI, Julia	Wi.-Ing. B. Sc. (FH), SEG Umwelt-Service GmbH, Mettlach

Dem DWA-Fachausschuss IG-7 „Gerätschaften und Mittel zur Abwehr von Gewässergefährdungen“ gehören folgende Mitglieder an:

BERNZEN, Michael	Dipl.-Ing. (FH), Institut der Feuerwehr Nordrhein-Westfalen, Münster (Obmann)
ARMBRÜSTER, Michael	Sachverständigen-Agentur, Solingen
AXINGER, Michael	Dipl.-Chem., Berufsfeuerwehr Gelsenkirchen, Gelsenkirchen
BIEN, Sebastian	Dipl.-Umweltwiss., Hygiene-Institut des Ruhrgebiets, Gelsenkirchen
DAL, Attila	Dr. Dipl.-Chem., Cirkel GmbH & Co. KG, Emsdetten
FÄRBER, Erik	Dipl.-Ing., Deutsche Transalpine Oelleitung GmbH, Lenting
JEPSEN, Julian	Prof. Dr.-Ing., Helmholtz-Zentrum hereon GmbH, Hamburg
KROLL, Sebastian	Dipl.-Chem., Havariekommando, Cuxhaven
LEHMANN, Wolfgang	Tedimex GmbH, Seevetal
LINDOW, Bernd	Dipl.-Ing., Landkreis Prignitz, Perleberg
NOTZKE, Holger	Dipl.-Ing. (FH), Berliner Feuerwehr, Berlin
RAAB, Simone	B. Eng., Bundesanstalt Technisches Hilfswerk, Bonn
RAUTERBERG, Jens	Dipl.-Ing., Havariekommando, Cuxhaven

## DWA-A 716-9

STHAMER, Frithjof	M. Sc., Fabrik chemischer Präparate von Dr. Richard Sthamer GmbH & Co. KG, Hamburg
WILKES, Eberhard	Dr., KRAVAG Umweltschutz und Sicherheitstechnik GmbH (KUSS), Wiesbaden

Projektbetreuerin in der DWA-Bundesgeschäftsstelle:

GRABOWSKI, Iris	Dipl.-Ing., Hennef Abteilung Wasser- und Abfallwirtschaft
-----------------	--

VORSCHAU



# Inhalt

<b>Vorwort</b> .....	<b>3</b>
<b>Verfasserinnen und Verfasser</b> .....	<b>5</b>
<b>Bilderverzeichnis</b> .....	<b>8</b>
<b>Tabellenverzeichnis</b> .....	<b>8</b>
<b>Hinweis für die Benutzung</b> .....	<b>9</b>
<b>1 Anwendungsbereich</b> .....	<b>9</b>
<b>2 Begriffe</b> .....	<b>9</b>
2.1 Definitionen .....	9
2.1.1 Bindemittel .....	9
2.1.2 Ölbindemittel der Gruppe „R“ .....	10
2.1.3 Öle .....	10
2.1.4 Prüflüssigkeit .....	10
2.1.5 Verkehrsflächen .....	10
2.1.6 Mineralölprodukte .....	10
2.1.7 Griffigkeit oder Rutschwiderstand oder Rutschfestigkeit .....	10
2.1.8 SRT – Rutschfestigkeitstest (engl. <i>Skid Resistance Test</i> ) .....	10
2.2 Abkürzungen .....	11
<b>3 Prüfung für Anforderungen an „R“-Ölbindemittel zur Anwendung auf Verkehrsflächen</b> .....	<b>12</b>
3.1 Antragsunterlagen .....	12
3.2 Prüfbericht .....	12
3.3 Liste der geprüften Ölbindemittel .....	12
3.4 Verlängerungsprüfung .....	13
<b>4 Spezifische Anforderungen</b> .....	<b>13</b>
4.1 Geräte und Chemikalien .....	13
4.2 Probenahme für die Prüfungen und Probenrückstellung .....	13
4.2.1 Allgemeines .....	13
4.2.2 Definition der Proben .....	14
4.2.3 Analysenprobe .....	14
4.3 Aufnahmevermögen nach dem Westinghouse-Verfahren und Haltevermögen .....	14
4.3.1 Grenzwertfestlegung .....	14
4.3.2 Ermittlung des Aufnahmevermögens für demineralisiertes Wasser und Prüflüssigkeit und des Haltevermögens im Westinghouse-Verfahren .....	14
4.4 Mehrbedarf an Ölbindemittel durch Bestimmung der Ölhaltefähigkeit unter Druck .....	17
4.4.1 Grenzwertfestlegung .....	17
4.4.2 Bestimmung der Ölhaltefähigkeit .....	17
4.5 Bestimmung der Veränderung der Rutschfestigkeit mittels SRT-Messung .....	18
4.5.1 Allgemeines .....	18
4.5.2 Grenzwertfestlegung .....	18
4.5.3 Ermittlung des SRT-Werts .....	18

<b>5</b>	<b>Prüfbericht für die gruppenspezifischen Anforderungen</b> .....	<b>19</b>
5.1	Prüfbericht – Inhalte.....	19
5.2	Prüfbericht – Teil 2 .....	20
<b>6</b>	<b>Kennzeichnung, Etikettierung, Verpackung</b> .....	<b>21</b>
<b>Anhang A (informativ) Herstellung der „Negativform“ aus Silikon</b> .....		<b>22</b>
<b>Quellen und Literaturhinweise</b> .....		<b>23</b>

## Bilderverzeichnis

Bild 1:	Ermittlung des Aufnahmevermögens für Wasser und Kohlenwasserstoff sowie des Haltevermögens im Westinghouse-Verfahren .....	14
Bild A.1:	Negativform, Silikonabdruck mit den verwendeten Chemikalien .....	22
Bild A.2:	Gussformen mit Harz-Katalysator-Mischung gefüllt .....	22
Bild A.3:	Kunstharzformen nach 48 h Aushärtung.....	22

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Im Arbeitsblatt verwendete Abkürzungen.....	11
------------	---	----

## Hinweis für die Benutzung

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

Jeder Person steht die Anwendung des Arbeitsblatts 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.

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

Das Arbeitsblatt DWA-A 716-9 legt Anforderungen an Bindemittel der Gruppe „R“ fest, die für den Einsatz auf Verkehrsflächen nach Unfällen mit Mineralölen oder Mineralölprodukten geeignet sind. Dieses Arbeitsblatt hat das vorrangige Ziel, Bindemittel der Gruppe „R“ anhand des SRT-Werts unter Verwendung der Prüflüssigkeit Dieselkraftstoff gemäß aktuell gültiger DIN EN 590 („Sommerqualität“, siehe NB.3 in DIN EN 590:2022) exemplarisch als geeignet zu identifizieren und einsetzen zu können.

Das Arbeitsblatt DWA-A 716-9 dient der Produktspezifizierung anhand von Laborprüfmethoden für solche Bindemittel, die den Anforderungen nach Arbeitsblatt DWA-A 716-1 entsprechen, und für die eine Prüfung nach Arbeitsblatt DWA-A 716-9 Gruppe „R“ beantragt ist. Das Arbeitsblatt DWA-A 716-9 gilt nur in Verbindung mit dem Arbeitsblatt DWA-A 716-1.

Anwendungshinweise befinden sich im Merkblatt DWA-M 715 „Ölbeseitigung auf Verkehrsflächen“.

## 2 Begriffe

### 2.1 Definitionen

#### 2.1.1 Bindemittel

Bindemittel im Sinne dieses Arbeitsblatts sind feste Stoffe, die gezielt zur Aufnahme von flüssigen Chemikalien durch Sorption oder Kapillarität eingesetzt werden. Im Sprachgebrauch werden diese unter anderem auch als Binder, Aufsaugmittel, Absorber, Adsorbens bezeichnet.

Anmerkung: Unter „Sorption“ versteht man alle Vorgänge, bei denen ein Stoff durch einen anderen mit ihm in Berührung stehenden Stoff mehr oder weniger selektiv aufgenommen wird.

VORSCHAU

Bei Unfällen mit Mineralölprodukten und anderen Chemikalien kommt der Gefahrenabwehr und Schadenbegrenzung einschließlich dem vorbeugenden Gesundheits- und Umweltschutz besondere Bedeutung zu. Bei diesen Maßnahmen ist der Einsatz von geeigneten Öl- und Chemikalienbindemitteln entscheidend. Bei unsachgemäßer Handhabung kann es zu gefährlichen Reaktionen kommen.

Ziel ist es, durch einheitliche Vorgaben zur Prüfung und Bewertung von Bindemitteln die Eignung für den angestrebten Einsatzzweck sowie die Zuverlässigkeit solcher Produkte anhand der Verpackungshinweise erkennbar zu machen. Auf diese Weise kann der sachlich richtige und schnelle Einsatz sichergestellt werden und ein besserer Schutz für Anwendende (z. B. Einsatzkräfte von Feuerwehren und Katastrophenschutz, Industrie und Gewerbe) sowie der Umwelt gewährleistet werden.

Während das Arbeitsblatt DWA-A 716-1 die allgemeinen Anforderungen und Prüfverfahren für alle Öl- und Chemikalienbindemittel umfasst, werden die speziellen Anforderungen in gruppenspezifischen Arbeitsblattteilen (Arbeitsblatt DWA-A 716-2 und folgende) ergänzt.

Das vorliegende Arbeitsblatt DWA-A 716-9 regelt die spezifischen Anforderungen an Ölbindemittel, die auf Verkehrsflächen nach Unfällen mit Mineralölen und -produkten zum Einsatz kommen sollen. Es stellt eine Weiterentwicklung der LTWS-Schriften Nr. 27 und Nr. 31 dar und baut auf DIN CEN/TS 15366/DIN SPEC 1155 „Produkte für den Straßenbetriebs- und Winterdienst – Bindemittel zur Anwendung auf Straßen“ auf. Die Prüfmethoden und Bewertungsgrundlagen wurden modifiziert und aktualisiert.

Das Arbeitsblatt DWA-A 716-9 wendet sich speziell an alle mit der Herstellung und Prüfung von Öl- und Chemikalienbindemitteln befassten Betriebe und Institutionen. Es regelt die Prüfkriterien unter Laborbedingungen zur Gewinnung vergleichbarer, reproduzierbarer Prüfergebnisse. Auf die praktischen Einsatzmöglichkeiten wird im Merkblatt DWA-M 715 „Ölbeseitigung auf Verkehrsflächen“ eingegangen.

ISBN: 978-3-96862-765-6 (Print)  
978-3-96862-766-3 (E-Book)

**Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. (DWA)**  
Theodor-Heuss-Allee 17 · 53773 Hennef  
Telefon: +49 2242 872-333 · [info@dwa.de](mailto:info@dwa.de) · [www.dwa.de](http://www.dwa.de)