

DWA-Regelwerk

Arbeitsblatt DWA-A 202

Elimination von Phosphor aus Abwasser

Mai 2026

VORSCHAU

VORSCHAU

DWA-Regelwerk

Arbeitsblatt DWA-A 202

Elimination von Phosphor aus Abwasser

Mai 2026

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 13 500 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
E-Mail: info@dwa.de
Internet: www.dwa.de

Satz:
Christiane Krieg, DWA

Druck:
druckhaus köthen GmbH & Co KG

ISBN:
978-3-96862-933-9 (Print)
978-3-96862-934-6 (E-Book)

Gedruckt auf 100 % Recyclingpapier

© DWA, 1. Auflage, Hennef 2026

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.

Diesem Arbeitsblatt liegt der „Leitfaden für fairen Sprachgebrauch und geschlechtergerechte Kommunikation in der DWA“ (online unter www.dwa.info/genderleitfaden) zugrunde.

Vorwort und Klimakennung

Phosphor ist in vielen biochemischen und physiologischen Prozessen beteiligt und ist ein essenzieller Nährstoff, der insbesondere das Pflanzenwachstum begünstigt und daher im Gewässer eutrophierend wirkt. Nach dem Emissionsprinzip gemäß Abwasserverordnung (AbwV Anhang 1 C Absatz 1) gelten für kommunale Kläranlagen folgende Grenzwerte:

- ab Größenklasse 4 (größer als 600 kg bis 6.000 kg BSB₅ (roh) pro Tag, > 10.000 E < 100.000 E) darf das Abwasser höchstens 2,0 mg Phosphor pro Liter enthalten.
- ab Größenklasse 5 (größer als 6.000 kg BSB₅ (roh) pro Tag, > 100.000 E) sind nur noch 1,0 mg Phosphor pro Liter erlaubt.

Aus der immissionsorientierten Betrachtung gemäß der Oberflächengewässerverordnung (OGewV) sind je nach Fließgewässertyp folgende Konzentrationen für den guten ökologischen Zustand und das gute ökologische Potenzial zu beachten:

- zwischen 0,1 mg/l und 0,30 mg/l P_{ges} und
- zwischen 0,05 mg/l und 0,2 mg/l PO₄-P

Für eutrophe Seen liegen die P_{ges}-Zielwerte bei 0,035 mg/l bis 0,09 mg/l.

Infolgedessen haben einige Bundesländer Betriebsmittelwerte für Phosphor von 0,2 mg/l für ausgewählte Kläranlagen festgelegt. In der Novelle der EU-Kommunalabwasserrichtlinie (Richtlinie (EU) 2024/3019, KARL) wird ein P_{ges}-Jahresdurchschnittswert von 0,7 mg/l (für Siedlungsgebiete von 10.000 E bis 150.000 E) und 0,5 mg/l (für Siedlungsgebiete > 150.000 E) gefordert.

Infolgedessen haben einige Bundesländer Betriebsmittelwerte für Phosphor von 0,2 mg/l für ausgewählte Kläranlagen festgelegt. In der Novelle der EU-Kommunalabwasserrichtlinie (Richtlinie (EU) 2024/3019, KARL) wird ein P_{ges}-Jahresdurchschnittswert von 0,7 mg/l (für Siedlungsgebiete von 10.000 E bis 150.000 E) und 0,5 mg/l (für Siedlungsgebiete > 150.000 E) gefordert.

Infolge der Mitte der 70er Jahre gesetzlich verfügten Begrenzung von Phosphaten in Waschmitteln und der weitgehenden Einführung der Phosphorelimination (P-Elimination) auf kommunalen Kläranlagen seit Ende der 80er Jahre des vorigen Jahrhunderts wurde die Gewässerbelastung aus kommunalen Kläranlagen um etwa 85 % reduziert. Der Beitrag aus kommunalen Kläranlagen beträgt derzeit etwa 38 % (UBA 2022) und kann als Punktquelle am einfachsten weiter reduziert werden, indem bei Kläranlagen ohne entsprechende Technik zur P-Elimination diese eingeführt wird bzw. durch Optimierungsmaßnahmen bestehender Verfahren. Die heutige Belastung der Gewässer stammt vorwiegend aus diffusen Quellen sowie aus Mischwasserentlastungen und Einleitungen über den Niederschlagswasserkanal.

Im Jahr 1992 wurde die erste Ausgabe des Arbeitsblatts ATV-A 202 „Verfahren zur Elimination von Phosphor aus Abwasser“ vom damaligen ATV-Fachausschuss 2.8 „Weitergehende Abwasserreinigung nach biologischer Behandlung“ erarbeitet und veröffentlicht. Nachdem im Jahr 2004 die zweite Fassung erschienen ist, wurden durch die breite Anwendung weitere Erkenntnisse und Erfahrungen gesammelt, die in die Version des Arbeitsblatts DWA-A 202 von 2011 eingeflossen sind. Die neu aufgelegte Version des Arbeitsblatts DWA-A 202 wurde komplett überarbeitet und beinhaltet alle anerkannten Verfahren der Phosphorelimination, inklusive der biologischen P-Elimination und der weitergehenden P-Elimination aus Abwasser.

Änderungen

Gegenüber dem Arbeitsblatt DWA-A 202 (5/2011) wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Änderung des Arbeitsblatttitels;
- b) neu: Phosphorfractionen – gelöster nicht reaktiver Phosphor;

DWA-A 202

- c) neu: Hinweise zur Aufsatzung bei Einsatz von Fällmitteln;
- d) neu: Biologische P-Elimination, sodass mithilfe des Arbeitsblatts DWA-A 202 alle Verfahren gemäß dem Stand der Technik zur P-Elimination berücksichtigt werden;
- e) neu: Integration der Verfahren zur weitergehenden P-Elimination;
- f) neu: Hinweise zu Verfahren der Feststoffabscheidung;
- g) neu: Einflüsse auf die P-Rückgewinnung;
- h) neu: Hinweise zur Resilienz bei Fällmittelknappheit;
- i) neu: Auflistung alternativer Verfahren zur P-Elimination;
- j) neu: Kostenhinweise;
- k) die Beispiele wurden an die aktuellen Verhältnisse angepasst.

Frühere Ausgaben

Arbeitsblatt DWA-A 202 (05/2011)

Arbeitsblatt ATV-DVWK-A 202 (04/2004)

Arbeitsblatt ATV-A 202 (10/1992)

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. Dieses 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 verfügbar ist.

Verfasserinnen und Verfasser

Dieses Arbeitsblatt wurde von der DWA-Arbeitsgruppe KA-8.2 „Abwasserreinigung durch Fällung und Flockung“ im Auftrag des DWA-Hauptausschusses „Kommunale Abwasserbehandlung“ (HA KA) im DWA-Fachausschuss KA-8 „Verfahren der weitergehenden Abwasserreinigung nach biologischer Behandlung“ erarbeitet.

Der DWA-Arbeitsgruppe KA-8.2 „Abwasserreinigung durch Fällung und Flockung“ gehören folgende Mitglieder an:

HEINZMANN, Bernd	Dr.-Ing., Berlin (Sprecher)
BARJENBRUCH, Matthias	Prof. Dr.-Ing., Berlin
CUSUMANO, Stefan	Leverkusen
GUGGENBERGER, Tom	M. Sc., Berlin
HOFFMANN, Erhard	Prof. h. c. Dipl.-Ing., Karlsruhe
KNERR, Henning	Dr.-Ing., Kaiserslautern
SAWATZKI, Thomas	Dipl.-Ing., Dresden
SCHEFFER, Wolfgang	Dipl.-Ing., Lohfelden
SCHWIMMBECK, Georg	Dipl.-Ing., Weilheim
TZOUPANOS, Nikolaos	Dr. rer. nat., Berlin
WILFERT, Philipp	Dr.-Ing., Delft (Niederlande)
WULF, Peter	Dipl.-Ing., Essen

Dem DWA-Fachausschuss KA-8 „Verfahren der weitergehenden Abwasserreinigung nach biologischer Behandlung“ gehören folgende Mitglieder an:

BARJENBRUCH, Matthias	Prof. Dr.-Ing., Berlin (Obmann)
GNIRS, Regina	Dipl.-Ing., Berlin (stellv. Obfrau)
BANNICK, Gerhard	Dr. sc. agr., Berlin
BEIER, Silvio	Prof. Dr.-Ing., Weimar
BIEBERSDORF, Norbert	Dipl.-Ing., Bochum
BLEISTEINER, Stefan	Dipl.-Ing., Augsburg
BÖHM, Bernhard	Dr.-Ing., München
DREWES, Jorg	Prof. Dr.-Ing., Garching
HABERKAMP, Jens	Prof. Dr.-Ing., Münster
KREUZINGER, Norbert	Ass.-Prof. Mag. Dr., Wien (Österreich)
METZGER, Steffen	Dr.-Ing., Hamburg
MIEHE, Ulf	Dr.-Ing., Berlin
MONTAG, David	Dr.-Ing., Aachen
NAFO, Issa Ibrahim	Dr.-Ing., Essen
POPPE, Andrea	Dr. rer. nat., Köln (bis 9/2024)
RENSCH, Daniel	Dipl.-Ing., Zürich (Schweiz) (bis 7/2024)
SACK, Andreas	Dipl.-Ing., Neuss
STEINMETZ, Heidrun	Prof. Dr.-Ing., Kaiserslautern
TERNES, Thomas	Prof. Dr. rer. nat., Koblenz (bis 10/2023)

Projektbetreuer in der DWA-Bundesgeschäftsstelle:

WILHELM, Christian	Dr.-Ing., Hennef Abteilung Wasser- und Abfallwirtschaft
--------------------	--

Inhalt

Vorwort und Klimakennung	3
Verfasserinnen und Verfasser	5
Bilderverzeichnis	7
Tabellenverzeichnis	8
Hinweis für die Benutzung	9
1 Anwendungsbereich	9
2 Abkürzungen und Formelzeichen	9
3 Phosphorverbindungen und Phosphorfrachten im Abwasser	13
4 Grundlagen der chemisch-physikalischen Phosphorelimination	15
4.1 Beschreibung der Vorgänge bei der chemisch-physikalischen Phosphorelimination	15
4.2 Fällmittel	15
4.3 Anforderungen an die Reinheit der Fällmittel	18
4.4 Fällungsreaktionen	19
4.5 Einflussfaktoren auf die Fällung	20
4.5.1 pH-Wert	20
4.5.2 Säurekapazität	20
4.5.3 Weitere Einflussgrößen	21
4.6 Hinweise zur Auswahl des Fällmittels	21
4.6.1 Übersicht der Parameter	21
4.6.2 Zulaufcharakteristik	21
4.6.3 Schlammcharakteristik und Faulgasqualität	21
4.6.4 Erhöhung der Konzentration an Anionen (Aufsatzung des Gewässers)	22
4.7 Fällmittelbedarf	22
4.7.1 Vorbemerkungen	22
4.7.2 Versuche zur Auswahl und Dosiermenge des Fällmittels	23
4.7.3 Dosierstellen und Einmischen	24
4.7.4 Einfluss der biologischen Stufe	25
4.8 Lagerung von Fällmitteln	25
4.9 Automatisierung der Dosierung	27
5 Grundlagen der biologischen P-Elimination	27
6 Verfahren der chemischen P-Elimination	29
6.1 Übersicht der chemischen Verfahren	29
6.2 Vorfällung	29
6.3 Simultanfällung	30
6.4 Nachfällung	31
6.5 Zweistufige Fällung	31
6.6 Auslegung der Fällmitteldosierung	32
6.6.1 Berechnung des zu fällenden Phosphors	32

6.6.2	Spezifikation des Fällmittels.....	33
6.6.3	Erforderliche Fällmittelmenge.....	34
7	Verfahren zur weitergehenden P-Elimination.....	35
7.1	Notwendigkeit der weitergehenden P-Elimination.....	35
7.2	Verfahren und Leistungsgrenzen der weitergehenden P-Elimination.....	35
7.3	Übersicht der Verfahren zur weitergehenden Feststoffabscheidung.....	37
8	Verfahren zur vermehrten biologischen P-Elimination (Bio-P).....	39
8.1	Übersicht der Verfahren.....	39
8.2	Bemessung.....	40
8.3	Planerische und betriebliche Aspekte.....	41
8.4	Einfluss auf die P-Rückgewinnung.....	42
9	Einfluss der Phosphatfällung auf die Abwasser- und Schlammbehandlung.....	43
9.1	Einfluss der Phosphatfällung auf die biologischen Prozesse.....	43
9.2	Einfluss der Phosphatfällung auf den Schlamm.....	43
9.2.1	Feststofffracht.....	43
9.2.2	Schlammvolumen.....	44
10	Weitere Aspekte der P-Elimination.....	45
10.1	Alternative Verfahren zur P-Elimination.....	45
10.2	Resilienz bei Fällmittelknappheit.....	45
10.3	Kostenabschätzung.....	45
Anhang A (informativ) Berechnungsbeispiele.....		47
A.1	Untersuchte Verfahren und Überwachungswerte P_{ges}	47
A.2	Last- und Bemessungsannahmen.....	48
A.3	Berechnungen.....	50
A.3.1	Berechnung des zu fällenden Phosphors.....	50
A.3.2	Berechnung der Fällmittelmengen.....	52
A.3.3	Berechnung des Mehranfalls an Feststoffen.....	53
Quellen und Literaturhinweise.....		57

Bilderverzeichnis

Bild 1:	Phosphorfraktionen im Abwasser.....	13
Bild 2:	Phosphorfraktionen im Abwasser vor und nach der biologischen Behandlung in kommunalen Kläranlagen.....	14
Bild 3:	Verlauf der Phosphatkonzentration bei der Bio-P.....	28
Bild 4:	Dosierstellen Vorfällung.....	30
Bild 5:	Dosierstellen Simultanfällung.....	31
Bild 6:	Schematische Darstellung der zweistufigen Fällung als Vor- und Simultanfällung (A, B), Vor- und Nachfällung (A, C) oder Simultan- und Nachfällung (B, C).....	31
Bild 7:	β -Wert in Abhängigkeit der erzielbaren PO_4 -P-Ablaufkonzentration aus verschiedenen Untersuchungen.....	36

Bild 8:	Gebundener Phosphor in Abhängigkeit der Feststoffe im Ablauf	36
Bild 9:	Dosierstelle Flockungsfiltration (in Kombination mit Bio-P, bei Vor- und Simultanfällung siehe Bild 4 und Bild 5)	37
Bild 10:	Verfahren zur vermehrten biologischen P-Elimination	40
Bild 11:	Abgeschätzte spezifische Kosten für Herstellung und Betrieb einer Phosphorelimination in Abhängigkeit der Ausbaugröße nach HELMREICH et al. (2017)	46
Bild A.1:	Mittlere Fällmittelmenge der untersuchten Behandlungsziele und Verfahren .	55
Bild A.2:	Exemplarischer Vergleich der rechnerisch erforderlichen Fällmittelmenge einer 1- und 2-Punktfällung für einen P_{ges} -Überwachungswert 0,5 mg/l.....	56

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Im Arbeitsblatt verwendete Abkürzungen und Formelzeichen	10
Tabelle 2:	Indizes	12
Tabelle 3:	Gebräuchliche Fällmittel	16
Tabelle 4:	Übersicht flüssiger Kombinationsprodukte und Eigenschaften von Basissubstanzen.....	17
Tabelle 5:	Richtwerte für eisen- und aluminiumhaltige Fällmittel in Milligramm Schadstoff pro Mol Wirksubstanz (mg/mol WS) für die landwirtschaftliche Verwertung	18
Tabelle 6:	Charakterisierung der Verfahren zur Fällung	29
Tabelle 7:	Datenblatt – Fällmittel-Angaben bzgl. der Wirksubstanz-Lieferform.....	33
Tabelle 8:	Stoßfaktoren für den Fällmittelbedarf	34
Tabelle 9:	Übersicht der praxisrelevanten Verfahren zur Feststoffabscheidung mit dem Ziel der weitgehenden P-Elimination.....	38
Tabelle 10:	Jahreskosten für die Phosphorelimination – Brutto in €/(E-a)	46
Tabelle A.1:	Berechnung des zu fällenden Phosphorgehalts $X_{P,Fäll}$ und β -Werte der untersuchten Behandlungsverfahren und Überwachungswerte aus Anhang A.1 mit den Last- und Bemessungsannahmen aus Anhang A.2.....	51
Tabelle A.2:	Berechnete Fällmittelmengen für mittleren Bedarf und Spitzenbedarf der untersuchten Behandlungsverfahren und Überwachungswerte aus Unterabschnitt A.1 mit den Last- und Bemessungsannahmen aus Anhang A.2 ...	52
Tabelle A.3:	Anfallende Schlamm-mengen der untersuchten Behandlungsverfahren und Überwachungswerte aus Abschnitt A.1 mit den Last- und Bemessungsannahmen aus Anhang A.2	54

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

Phosphor ist in Gewässern meistens der begrenzende Faktor für Algenwachstum (Eutrophierung) oder kann durch technische Maßnahmen am einfachsten dazu gemacht werden.

Dieses Arbeitsblatt befasst sich mit der Elimination von Phosphor aus kommunalem Abwasser durch die Anwendung der Fällung/Flockung und der biologischen Phosphorelimination sowie der weitergehenden Phosphorelimination. Die Anwendung der Verfahren zur Fällung bei der P-Rückgewinnung werden im Arbeitsbericht „Phosphorrückgewinnung“ (z. B. ATV-DVWK 2003a, ALLWICHER et al. 2023) beschrieben.

2 Abkürzungen und Formelzeichen

Für alle Formelzeichen wird das einheitliche System des Arbeitsblatts ATV-DVWK-A 198:2003 übernommen. Danach folgt nach dem jeweiligen Hauptbegriff zum Beispiel (Tabelle 1):

- Q für Volumenstrom,
- C für Konzentration (homogenisierte Probe),
- S für Konzentration (filtrierte Probe, 0,45 µm Membranfilter),
- X für Konzentration (Filtrerrückstand) und
- B für Frachten

und zur weitergehenden Differenzierung ein Index oder durch Kommata getrennt zusätzliche Indizes (siehe Tabelle 2).

VORSCHAU

Das Arbeitsblatt DWA-A 202 „Elimination von Phosphor aus Abwasser“ befasst sich mit der Elimination von Phosphor aus kommunalem Abwasser durch die Anwendung der Fällung/Flockung und der biologischen Phosphorelimination (P-Elimination) sowie der weitergehenden Phosphorelimination. Das Arbeitsblatt DWA-A 202 aus dem Jahr 2011 wurde diesbezüglich vollständig überarbeitet und um wesentliche Themen ergänzt, wie beispielsweise die biologische P-Elimination, Verfahren zur weitergehenden P-Elimination, Einfluss auf die P-Rückgewinnung und Hinweise zur Resilienz bei Fällmittelknappheit.

Phosphor ist in vielen biochemischen und physiologischen Prozessen beteiligt und ist ein essenzieller Nährstoff, der insbesondere das Pflanzenwachstum begünstigt und daher im Gewässer eutrophierend wirkt. Deshalb ist Phosphor nach dem Emissionsprinzip gemäß Abwasserverordnung (AbwV) für kommunale Kläranlagen ab einer Ausbaugröße von 10.000 E auf 2,0 mg/l P_{ges} und ab 100.000 E auf 1,0 mg/l P_{ges} begrenzt. In der Novelle der EU-Kommunalabwasserrichtlinie wird ein P_{ges} Jahresdurchschnittswert von 0,5 mg/l bzw. 0,7 mg/l vorgeschlagen.

Infolge der Mitte der 70er Jahre gesetzlich verfügten Begrenzung von Phosphaten in Waschmitteln und der weitgehenden Einführung der P-Elimination auf kommunalen Kläranlagen seit Ende der 80er Jahre des vorigen Jahrhunderts wurde die Gewässerbelastung aus kommunalen Kläranlagen um etwa 85 % reduziert. Der Beitrag aus kommunalen Kläranlagen beträgt derzeit etwa 38 % und kann als Punktquelle am einfachsten weiter reduziert werden, indem bei Kläranlagen ohne entsprechende Technik zur P-Elimination diese eingeführt wird bzw. durch Optimierung bestehender Verfahren. Die heutige Belastung der Gewässer stammt vorwiegend aus diffusen Quellen sowie aus Mischwasserentlastungen und Einleitungen über den Niederschlagswasserkanal.

Das Arbeitsblatt DWA-A 202 richtet sich an Fachleute aus den Bereichen des Betriebs von abwassertechnischen Anlagen, der planenden Ingenieurbüros und der Genehmigungsbehörden.

ISBN: 978-3-96862-933-9 [Print]
978-3-96862-934-6 [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 | www.dwa.de