

DWA-Regelwerk

Merkblatt DWA-M 230-4

Treibhausgase – Teil 4: Strukturiertes Vorgehen zur Planung, Durchführung und Auswertung von N₂O-Emissionsmessungen

November 2025

Entwurf

Frist zur Stellungnahme: 31. Januar 2026

Hinweis zur Abgabe von Stellungnahmen

Stellungnahmen im Rahmen des Beteiligungsverfahrens (Ergänzungen, Änderungen oder Einsprüche zum Entwurf einer Regelwerkspublikation, Gelbdruck) können von der DWA urheberrechtlich verwertet werden.

Mit der Abgabe einer Stellungnahme räumt die stellungnehmende Person der DWA die Nutzungsrechte an etwaigen schutzfähigen Inhalten ihrer Stellungnahme unentgeltlich zeitlich, räumlich sowie inhaltlich unbeschränkt ein. Die stellungnehmende Person wird in der Publikation nicht namentlich genannt.

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:
978-3-96862-892-9 (Print)
978-3-96862-893-6 (E-Book)
Gedruckt auf 100 % Recyclingpapier

© DWA, 1. Auflage, Hennef 2025

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. Die DWA behält sich das Text- und Data-Mining nach § 44b UrhG vor, was hiermit Dritten ohne Zustimmung der DWA untersagt ist.

Vorwort

Auf nationaler und europäischer Ebene sind die Bemühungen groß, den Ausstoß klimaschädlicher Treibhausgase (THG) über alle Sektoren hinweg zu reduzieren. Auch in der Siedlungswasserwirtschaft findet seit einigen Jahren eine Sensibilisierung im Hinblick auf einen emissionsarmen Kläranlagenbetrieb statt. Mit Verabschiedung der überarbeiteten EU-Kommunalabwasserrichtlinie (KARL, Richtlinie (EU) 2024/3019) sind die prozessbedingten direkten Treibhausgase Distickstoffmonoxid/Lachgas (N₂O), Methan (CH₄) und Kohlenstoffdioxid (CO₂) stärker in den Fokus einer emissionsarmen Abwasserbehandlung gerückt. Mit der Richtlinie werden aktuell zwar noch keine verpflichtenden Reduktionsziele eingeführt, zukünftig wird allerdings eine Erfassung dieser Treibhausgasemissionen für Kläranlagen mit mehr als 10.000 Einwohnerwerten (EW) verlangt.

Mit der Merkblattreihe DWA-M 230 wurde das Thema der Treibhausgasemissionen aus der Wasserwirtschaft durch die DWA aufgegriffen. Nach einem ersten einführenden Arbeitsbericht „Treibhausgasemissionen bei der Abwasserreinigung“ (DWA 2017), wurde mit dem Merkblatt DWA-M 230-1 „Treibhausgasemissionen bei der Abwasserbehandlung – Teil 1: Direkte Treibhausgasemissionen – Messen und Bewerten“ (Oktober 2022) grundlegendes Wissen zur Erhebung, Einordnung und Reduzierung der Treibhausgase Lachgas und Methan für die Fachöffentlichkeit zusammengestellt. Das Merkblatt DWA-M 230-2 (Oktober 2022) behandelt die Grundsätze der CO₂e-Bilanzierung, die Vorgehensweise bei der Bilanzierung je nach Anwendungsbereich und die Verwendung spezifischer Emissionskennwerte.

Das Merkblatt DWA-M 230-4 gliedert sich in die Merkblattreihe ein und beschreibt konkrete Ansätze und Möglichkeiten zur Erhebung und Beurteilung der N₂O-Emissionsdaten. Dem Merkblatt DWA-M 230-4 ging der Arbeitsbericht „Standardisiertes Vorgehen zur Planung, Durchführung und Auswertung von N₂O-Emissionsmessungen“ voraus (DWA 2024), in dem bereits Hinweise zur Emissionseinordnung, zur Durchführung von Sondierungsmessungen und zur Ableitung von Kennzahlen zur Bewertung der N₂O-Emission aufgeführt sind.

Kosten- und Umweltaspekte werden im vorliegenden Merkblatt nicht im Detail behandelt.

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

Kein Vorgängerdokument

DWA-Klimakennung

Im Rahmen der DWA-Klimastrategie werden Arbeits- und Merkblätter mit einer Klimakennung aus gekennzeichnet. 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 Merkblatt wird wie folgt eingestuft:

KA0 = Das Merkblatt hat keinen Bezug zur Klimaanpassung

KS2 = Das Merkblatt hat direkten Bezug zu Klimaschutzparametern

BEGRÜNDUNG: Es wird ein strukturiertes Vorgehen zur Planung, Durchführung und Auswertung von N₂O-Emissionsmessungen beschrieben. Damit hat das Merkblatt eine hohe Relevanz zum Klimaschutz und wird im Zuge der Klimakennung des DWA-Regelwerks als sehr relevant für den Klimaschutz (KS2) eingestuft. Es besteht keine Schnittstelle zur Klimaanpassung und wird daher als nicht relevant eingestuft (KA0).

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.

Frist zur Stellungnahme

Dieses Merkblatt wird bis zum

31. Januar 2026

zur Diskussion gestellt. Für den Zeitraum des öffentlichen Beteiligungsverfahrens kann der Entwurf kostenfrei im DWA-Entwurfsportal (DWAdirekt): www.dwa.info/entwurfsportal eingesehen werden.

Dort und unter www.dwa.info/Stellungnahmen-Entwurf finden Sie eine digitale Vorlage für Ihre Stellungnahme.

Hinweis zur Abgabe von Stellungnahmen

Stellungnahmen im Rahmen des Beteiligungsverfahrens (Ergänzungen, Änderungen oder Einsprüche zum Entwurf einer Regelwerkspublikation, Gelbdruck) können von der DWA urheberrechtlich verwertet werden. Mit der Abgabe einer Stellungnahme räumt die stellungnehmende Person der DWA die Nutzungsrechte an etwaigen schutzfähigen Inhalten ihrer Stellungnahme unentgeltlich zeitlich, räumlich sowie inhaltlich unbeschränkt ein. Die stellungnehmende Person wird in der Publikation nicht namentlich genannt.

Stellungnahmen sind zu richten – vorzugsweise per E-Mail – an:
Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. (DWA)
Theodor-Heuss-Allee 17
53773 Hennef
tschocke@dwa.de

Verfasserinnen und Verfasser

Dieses Merkblatt wurde vom DWA-Fachausschuss KA-2 „Klimaschutz und Treibhausgase“ im Auftrag des DWA-Hauptausschusses „Kommunale Abwasserbehandlung“ erarbeitet.

Dem DWA-Fachausschuss KA-2 „Klimaschutz und Treibhausgase“ gehören folgende Mitglieder an.

BEIER, Maike	Dr.-Ing., Hannover (Obfrau)
NIEBUHR, Judith	M. Sc., Hamburg (stellv. Obfrau)
FREYSCHMIDT, Arne	Dr.-Ing., Hannover
MAUER, Christian	Dr.-Ing., Essen
PARRAVICINI, Vanessa	Dipl.-Ing. Dr. techn., Wien (Österreich)
PFEIFFER, Ekkehard	Dipl.-Ing., Dipl.-Wirt.-Ing., Essen
UHLENHUT, Frank	Priv.-Doz. Dr. rer. nat. habil., Emden
VOß, Ronja	M. Sc., Essen
WEILBEER, Julia	Dr.-Ing., Hetlingen

Als Gäste haben mitgewirkt:

HRAD, Marlies	Dipl.-Ing. Dr., Wien (Österreich)
PILTZ, Bastian	Dr. rer. nat., Aarhus (Dänemark)
STIER, Matthias	Dr.-Ing., Stuttgart
THORMANN, Malte	M. Sc., Kassel

Projektbetreuer in der DWA-Bundesgeschäftsstelle:

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

1	Inhalt	
2	Vorwort	3
3	Verfasserinnen und Verfasser	4
4	Bilderverzeichnis	6
5	Tabellenverzeichnis	6
6	Hinweis für die Benutzung	7
7	Einleitung	7
8	1 Anwendungsbereich	7
9	2 Verweisungen	8
10	3 Abkürzungen und Formelzeichen	8
11	4 Vorgehen bei der Emissionsbewertung	10
12	4.1 Allgemeines	10
13	4.2 Emissionseinordnung	11
14	4.3 Erforderliche Datengrundlage	14
15	4.4 Bestimmung des Messumfangs	15
16	5 Auswahl des Messverfahrens	17
17	5.1 Allgemeines	17
18	5.2 Gasphase (lokale Messung)	20
19	5.3 Wässrige Phase (lokale Messung)	23
20	5.4 Gasphase (Großräumige Messung)	23
21	6 Konzeptionierung von Sondierungs- und Langzeitmessungen	25
22	6.1 Allgemeines	25
23	6.2 Sondierungsmessung	25
24	6.3 Langzeitmessung	26
25	6.4 Potenzielle Anordnung von Messhauben und Sensoren in Becken mit Druckbelüftung	28
27	6.5 Ermittlung des Abluftvolumenstroms	29
28	6.6 Parameter zur Einschätzung der Emission	31
29	7 Qualitative Berechnung des Emissionsgeschehens	34
30	7.1 Allgemeines	34
31	7.2 Berechnung der Lachgasemissionen aus punktuellen Messungen in Belebungsbecken mit Druckbelüftung	34
33	7.2.1 Vorbemerkungen	34
34	7.2.2 Auswertung der Messung in der Gasphase – Ablufthaube	34
35	7.2.3 Auswertung der Messung in der wässrigen Phase	35
36	7.3 Berechnung der Lachgasemissionen aus großräumigen Messungen	36
37	7.4 Berechnung des Emissionsfaktors	37
38	7.5 Hinweise für die Messung und Auswertung von Sonderverfahren	38
39	8 Bewertung und Verwendung der Messdaten	42

1	Anhang A Beispielberechnungen	43
2	A.1 Zusatz: Berechnung der N ₂ O-Emissionen aus der wässrigen Phase.....	43
3	A.2 Zusatz: Bestimmung des Stoffübergangskoeffizienten in	
4	oberflächenbelüfteten Systemen.....	45
5	Quellen und Literaturhinweise	48

6 **Bilderverzeichnis**

7	Bild 1: Vorgehen zur strukturierten Planung, Durchführung und	
8	Auswertung von N ₂ O-Emissionsmessungen in Anlehnung an	
9	DIN EN 15259.....	11
10	Bild 2: Einordnung der zu erwartenden N ₂ O-Emission und Ableitung	
11	des Messumfangs	13
12	Bild 3: Skala zur Abschätzung des Messumfangs – Sondierungs- oder	
13	Langzeitmessung	17
14	Bild 4: Schematische Darstellung einer passiven Haube (a) und einer	
15	aktiven Haube (b), ©TU Wien.....	20
16	Bild 6: Grundlagen der Messung der Strömungsgeschwindigkeit eines	
17	Gases in einer Leitung mittels Staudrucksonde	39
18	Bild A.1: Standard-Belüftereffizienz als Funktion der Eintauchtiefe des Rotors,	
19	gemessen auf der KA-Silkeborg, Dänemark.....	46
20	Bild A.2: Standard-Belüftereffizienz als Funktion der Frequenz des Rotors,	
21	gemessen auf der KA-Silkeborg, Dänemark.....	46

22 **Tabellenverzeichnis**

23	Tabelle 1: Im Merkblatt verwendete Abkürzungen und Formelzeichen	8
24	Tabelle 2: Kriterien zur N ₂ O-Emissionseinordnung für die Hauptstrombiologie	16
25	Tabelle 3: Übersicht der Messverfahren zur N ₂ O-Emissionsmessung	18
26	Tabelle 4: Qualitative Einordnung der Messprinzipien.....	22
27	Tabelle 5: Übersicht über die zu erhebenden Parameter in der Hauptstrombiologie	31
28	Tabelle A.1: Beispielberechnung der N ₂ O-Emission für die Kläranlage Silkeborg,	
29	Dänemark	47

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

Lachgasemissionen aus der Abwasserbehandlung resultieren aus einer unplanmäßig unvollständigen Nitrifikation und/oder Denitrifikation im Haupt- und Nebenstrom. Damit unterliegen sie signifikanten räumlichen und zeitlichen Schwankungen und sind stark prozess- und anlagenspezifisch, weshalb die messtechnische Quantifizierung Fachkenntnis zur korrekten Planung, Durchführung und Auswertung voraussetzt. Anders hingegen verhält es sich bei den Methanemissionen, die vergleichsweise gleichmäßig anfallen. Auf Anlagen mit Schlammfäulung ist Methan ein gezielt erzeugtes und gewünschtes Produkt der Schlammbehandlung. Die CH_4 -Emissionen lassen sich daher im laufenden Betrieb durch Stichprobenmessungen lokalisieren und quantifizieren. (DWA 2017)

Werden die direkten Treibhausgasemissionen der Abwasserbehandlung als CO_2 -Äquivalente bilanziert, so entfällt der größte Anteil häufig auf die Lachgasemissionen. Lachgas hat im Vergleich zu Kohlenstoffdioxid eine 273-fach höhere Treibhausgaswirkung (IPCC 2021), weshalb die Lachgasemissionen bei der Bilanzierung der CO_2 -Äquivalente sehr stark ins Gewicht fallen. Gleichzeitig zeigen aber auch umfangreiche Messungen (VASILAKI et al. 2019), dass bei schwach belasteten kommunalen Kläranlagen mit einer weitestgehenden vollständigen Stickstoffelimination Lachgasemissionen gegen Null tendieren.

Die Erhebung von Emissionsdaten ist die Voraussetzung für die Einordnung des N_2O -Emissionsgeschehens des Kläranlagenbetriebs. Ausgehend von diesen Daten, können prozesstechnische Optimierungen zur Vermeidung der N_2O -Bildung und zur Reduzierung der N_2O -Emission abgeleitet werden, sodass langfristig ein emissionsarmer Betrieb der Kläranlage erreicht werden kann.

1 Anwendungsbereich

Mit Teil 4 der Merkblattreihe DWA-M 230 wird ein strukturiertes Vorgehen zur Planung, Durchführung und Auswertung von N_2O -Emissionsmessungen zur Verfügung gestellt, sodass die vorhandenen Ressourcen möglichst effizient genutzt und Fehlerquellen bei der messtechnischen Quantifizierung minimiert werden. So werden insbesondere die Anlagenbetreiber bei der Priorisierung von Messkampagnen, der Erstellung von Messkonzepten und der Erhebung von Emissionsdaten unterstützt, um sowohl

Auf nationaler und europäischer Ebene sind die Bemühungen groß, den Ausstoß klimaschädlicher Treibhausgase (THG) über alle Sektoren hinweg zu reduzieren. Auch in der Siedlungswasserwirtschaft findet seit einigen Jahren eine Sensibilisierung im Hinblick auf einen emissionsarmen Kläranlagenbetrieb statt. Mit der Merkblattreihe DWA-M 230 wurde das Thema der Treibhausgasemissionen durch die DWA aufgegriffen. Folgende Teile der Reihe sind verfügbar oder in Erarbeitung:

- Teil 1: Direkte Treibhausgasemissionen – Messen und Bewerten (Oktober 2022)
- Teil 2: Motivation und Vorgehen zur Erstellung von CO₂e-Bilanzen (Oktober 2022)
- Teil 3: Vorgehensweise bei der CO₂e-Bilanzierung für Entwässerungssysteme (in Erarbeitung)
- Teil 4: Strukturiertes Vorgehen zur Planung, Durchführung und Auswertung von N₂O-Emissionsmessungen (Entwurf November 2025)

Das Merkblatt DWA-M 230-4 beschreibt konkrete Ansätze und Möglichkeiten zur Erhebung und Beurteilung der N₂O-Emissionsdaten. Es wird ein strukturiertes Vorgehen zur Planung, Durchführung und Auswertung von N₂O-Emissionsmessungen zur Verfügung gestellt, sodass die vorhandenen Ressourcen möglichst effizient genutzt und Fehlerquellen bei der messtechnischen Quantifizierung minimiert werden. So werden insbesondere die Anlagenbetreiber bei der Priorisierung von Messkampagnen, der Erstellung von Messkonzepten und der Erhebung von Emissionsdaten unterstützt, um sowohl den finanziellen als auch personellen Aufwand bei der Bestimmung von Lachgasemissionen aus der Abwasserbehandlung möglichst gering zu halten.

Das Merkblatt DWA-M 230-4 richtet sich an Betreiber kommunaler Kläranlagen, an Ingenieurbüros und Fachbehörden.

ISBN: 978-3-96862-892-9 (Print)
978-3-96862-893-6 (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