

DWA-Regelwerk

Merkblatt DWA-M 375

Technische Dichtheit von Membranspeichersystemen

Oktober 2026

VORSCHAU

VORSCHAU

DWA-Regelwerk

Merkblatt DWA-M 375

Technische Dichtheit von Membranspeichersystemen

Oktober 2026

VORSCHAU

Das Merkblatt DWA-M 375 und das DVGW Merkblatt G 436-2 sind inhaltsgleich.

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:

978-3-96862-935-3 (Print)
978-3-96862-936-0 (E-Book)

Gedruckt auf 100 % Recyclingpapier

© DWA, 1. Auflage, Hennef 2026

Alle Rechte, insbesondere die der Übersetzung in andere Sprachen, vorbehalten. Kein Teil dieser Publikation 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.

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

Vorwort und Klimakennung

Seit April 2012 haben der Deutsche Verein des Gas- und Wasserfaches e. V. (DVGW), der Fachverband Biogas e. V. (FvB) und die Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. (DWA) eine enge fachliche Kooperation im Bereich Biogas vereinbart. Ein wesentliches Ziel dieser Zusammenarbeit ist es, hinsichtlich der sicherheitsrelevanten Anforderungen an die Errichtung und den Betrieb von Biogasanlagen konsistente Mindeststandards zu etablieren.

Mit dem Merkblatt DWA-M 375 legen DVGW, FvB und DWA gemeinsam eine technische Regel vor, die technische Leitlinien für Planung, Bau und Betrieb von Membranspeichersystemen gibt, um Leckagen und Gasverluste entsprechend dem Stand der Technik zu minimieren. Das Merkblatt DWA-M 375 erscheint inhaltsgleich auch als DVGW Merkblatt G 436-2.

Die Aktualitätsprüfung durch die zuständigen Fachgremien ergab die Bestätigung der wesentlichen technischen Inhalte der Ausgabe „September 2018“. Unter anderem ergab sich ein Ergänzungs- und Aktualisierungsbedarf aufgrund von Fortschreibungen der im Zusammenhang stehenden rechtlichen und technischen Regelwerke. Da es sich hierbei um geringfügige Anpassungen handelt, haben die zuständigen Fachgremien einer redaktionellen Überarbeitung „nicht wesentlicher Art“ nach der Geschäftsordnung für die Gremien- und Regelwerksarbeit der DWA zugestimmt. Die Überarbeitung wurde im August 2025 in den Verbandszeitschriften der DWA mitgeteilt und der Fachöffentlichkeit Gelegenheit zur Stellungnahme zu den beabsichtigten Änderungen gegeben.

Änderungen

Gegenüber dem Merkblatt DWA-M 375 (9/2018) wurden insbesondere folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Aufnahme einer Verweisung auf die Richtlinie VDI 4321 „Diffuse Emissionen – Optische Gasdetektion zur Überprüfung von Anlagen – Biogasanlagen“;
- b) Aufnahme einer Verweisung auf die überarbeitete TRGS 529 „Tätigkeiten bei der Herstellung von Biogas“;
- c) Aktualisierung von Verweisungen auf rechtliche und technische Normen;
- d) Aufnahme der DWA-Klimakennung;
- e) Aktualisierung von Begriffsdefinitionen;
- f) redaktionelle Überarbeitung „nicht wesentlicher Art“ nach der Geschäftsordnung für die Gremien- und Regelwerksarbeit der DWA.

Frühere Ausgaben

Merkblatt DWA-M 375 (09/2018)

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 Merkblatt wurde wie folgt eingestuft (siehe 4.2):

KA0 = Das Merkblatt hat keinen Bezug zur Klimaanpassung

KS2 = Das Merkblatt hat direkten Bezug zu Klimaschutzparametern

BEGRÜNDUNG: Maßnahmen zur Klimaanpassung sind nicht Gegenstand dieses Merkblatts (KA0). Die in diesem Merkblatt beschriebenen technischen Hinweise zur Gewährleistung der Dichtheit von Membranspeichersystemen tragen unmittelbar zur Vermeidung von Treibhausgasemissionen bei (KS2).

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

Die Überarbeitung „nicht wesentlicher Art“ (Geschäftsordnung für die Gremien- und Regelwerksarbeit der DWA, §21, Abs. (2)) wurde im Rahmen der „Kooperation Biogas“ von der gemeinsam besetzten DWA-Arbeitsgruppe KEK-8.4 „Technische Dichtheit von Membranspeichersystemen“ im Auftrag und unter der Mitwirkung des DWA-Fachausschusses KEK-8 „Biogas“, der FvB-DVGW-DWA-Arbeitsgruppe „Biogaserzeugung“ und des DVGW-Gemeinschaftsausschusses G-GTK-0-1 „Biogas“ erstellt.

Der FvB-DVGW-DWA-Arbeitsgruppe KEK-8.4 „Technische Dichtheit von Membranspeichersystemen“ gehören folgende Mitglieder an:

ZIEGLER, Josef	Dipl.-Ing., Schwandorf (Sprecher)
GEBAUER, Jörg	Essen
KLINKMÜLLER, Lars	Dipl.-Ing., Berlin
PAPROTH, Martin	Dipl.-Ing., Döllerup
RETTENBERGER, Gerhard	Prof. Dr.-Ing., Trier
SCHNATMANN, Christian	Dipl.-Ing., Dortmund (Mitglied bis 2025)
SCHREIER, Wolfgang	Dipl.-Ing. (FH), Longuich (Mitglied bis 2022)
STEHLE, Roland	Dr. rer. nat., Heilbronn
WOLF, Dieter	Dipl.-Ing., Essen (Mitglied bis 2018)

Dem DWA-Fachausschuss KEK-8 „Biogas“ sowie der FvB-DVGW-DWA-Arbeitsgruppe „Biogaserzeugung“ (mit * gekennzeichnet) gehören folgende Mitglieder an:

SCHÄFER, Arnold*	Dipl.-Ing., Hamburg (Obmann)
SPRICK, Achim	Dipl.-Ing., Lemgo (stellv. Obmann)
KLINKMÜLLER, Lars*	Dipl.-Ing., Berlin (Sprecher AG „Biogaserzeugung“)
ALDA, Jörg	Dipl.-Ing., Bochum
BLOCK, Ralf*	Dipl.-Ing., Sonsbeck
DICHTL, Norbert	Prof. Dr.-Ing., Braunschweig
EßER-LUBER, Klaus	Dipl.-Ing. (FH), München
FAHLING, Felix	M. Sc., Bonn
GEBAUER, Jörg	Essen
HEETKAMP, Jörg	Dipl.-Ing., Aachen
MACIEJCZYK, Manuel*	Dipl.-Ing. agr., Freising
MÜLLER, Volker	Dr.-Ing., Dresden
PATERSON, Mark	Dipl.-Ing., Darmstadt
RETTENBERGER, Gerhard*	Prof. Dr.-Ing., Trier
STEHLE, Roland	Dr. rer. nat., Heilbronn
VOß, Detlef	Dipl.-Ing., Essen
WIESHEU, Marion*	Dipl.-Wirtsch.-Ing., Freising
ZIEGENFUSS, Hans-Peter	Dr., Wiesbaden
ZIEGLER, Josef*	Dipl.-Ing., Schwandorf

Projektbetreuer in der DWA-Bundesgeschäftsstelle:

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

Projektbetreuer in der DVGW-Hauptgeschäftsstelle:

FAHLING, Felix	M. Sc., Bonn Einheit Gasttechnologien und Energiesysteme
----------------	---

Inhalt

Vorwort und Klimakennung	3
Verfasserinnen und Verfasser	4
Bilderverzeichnis	7
Tabellenverzeichnis	7
Hinweis für die Benutzung	8
1 Anwendungsbereich	8
2 Verweisungen	9
3 Begriffe	10
3.1 Definitionen	10
3.1.1 Technisch dicht	10
3.1.2 Dauerhaft technisch dicht	10
3.1.3 Membranspeichersysteme	10
3.1.4 Biogas	10
3.1.5 Gasmessgeräte	11
3.1.6 Gebrauchstauglichkeit	11
3.1.7 Permeation	11
3.1.8 Permeabilität	11
3.1.9 Stützluftdruck	11
3.1.10 Überströmeinrichtung Luft	11
3.1.11 Querdurchströmung	11
3.1.12 Überdrucksicherung Biogas	12
3.1.13 Unterdrucksicherung Biogas	12
3.1.14 Leck	12
3.1.15 Leckage	12
3.1.16 Leckagerate	12
3.1.17 Fachkundige Person	12
3.2 Formelzeichen und Abkürzungen	13
4 Anforderungen an die Gasdichtheit von Membranspeichersystemen	15
4.1 Explosionsschutz und Arbeitssicherheit	15
4.2 Aspekte des Umweltschutzes	15
5 Potenzielle Gasfreisetzungstellen an Membranspeichersystemen	16
5.1 Vorbemerkung	16
5.2 Permeation	16
5.3 Gasfreisetzung durch Defekte in der Membranabdeckung	16
5.4 Lösbare Verbindungen, Durchführungen	17
5.5 Nicht lösbare Verbindungen	18
5.6 Betriebliche Freisetzungsquellen	18
6 Prüfmethoden zum Nachweis der technischen Dichtheit	19
6.1 Allgemeines	19
6.2 Berechnung der Permeationsrate	19

6.3	Berechnung der Leckagerate	19
6.4	Prüfungen zur Abgrenzung von Permeation und Leckage.....	20
6.4.1	Innenliegende Membranen bei Doppelmembransystemen in Tragluftbauweise	20
6.4.2	Einschalige Membransysteme	21
6.4.3	Prüfungen zur Feststellung von Leckagen aus der Gasmembrane	22
6.5	Prüfungen zur Feststellung von Leckagen an lösbaren Verbindungen.....	22
7	Durchführung der Prüfung	23
7.1	Vorbemerkungen	23
7.2	Qualifikationsanforderungen an das Prüfpersonal.....	23
7.3	Direkte Messmethoden zur Dichtheitsprüfung	23
7.3.1	Allgemein	23
7.3.2	Schaumbildende Mittel	23
7.3.3	Gasmessgeräte	24
7.3.4	Prüfung über Volumenverlust.....	24
7.3.5	Prüfung mittels Nebel	25
7.4	Indirekte Prüfung mittels Fernmessverfahren	25
7.4.1	Allgemeines.....	25
7.4.2	Lasermesssystem.....	25
7.4.3	Gaskameras	26
7.5	Eignung der Prüfverfahren nach Anwendungsbereich.....	26
8	Prüfungen	28
8.1	Allgemeines.....	28
8.2	Ordnungsprüfung.....	28
8.3	Erstprüfung auf Dichtheit nach Errichtung oder zur Wiederinbetriebnahme	29
8.4	Wiederkehrende Prüfungen im Betrieb.....	29
8.5	Bewertung der Prüfergebnisse und Maßnahmen.....	31
9	Dokumentation	31
Anhang A	Berechnungsbeispiele	32
A.1	Berechnung der Permeationsrate eines Doppelmembrangasspeichers über einem Fermenter oder Gärproduktlager	32
A.1.1	Vorbemerkungen	32
A.1.2	Anlagedaten Biogasanlage 1	32
A.1.3	Vorgehensweise	32
A.1.3.1	Berechnung der Membranoberfläche A_{MF}	32
A.1.3.2	Berechnung des Tragluftstroms	33
A.1.3.3	Berechnung der aus Permeation zu erwartenden CH_4 -Konzentration $C_{CH_4,PE}$ in der Tragluft	33
A.1.3.4	Berechnung der durch ein Leck verursachten CH_4 -Konzentration in der Tragluft ..	34
A.2	Berechnung der Permeationsrate für einen typischen freistehenden Doppelmembrangasspeicher auf einer Faulgasanlage.....	35
A.2.1	Anlagedaten Biogasanlage 2	35
A.2.2	Vorgehensweise	35
Anhang B	Nachweisbare Leckgröße am Beispiel der Prüfung mit schaumbildenden Mitteln	36
	Quellen und Literaturhinweise.....	37

Bilderverzeichnis

Bild 1:	Beispiel einer Membranbefestigung mit Klemmschiene	17
Bild 2:	Membranbefestigung mit Klemmschlauch	17
Bild 3:	Beispiel üblicher Durchführungen im Gasraum	18
Bild A.1:	Methankonzentrationswerte im Tragluftstrom von real gemessenen Anlagen (a: gemessene Werte, b: theoretisch zulässige Werte, c: Werte bei angenommenem Leck mit 5 mm ²).....	35

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Im Merkblatt verwendete Formelzeichen	13
Tabelle 2:	Im Merkblatt verwendete Abkürzungen	14
Tabelle 3:	Messmethoden für Dichtheitsprüfungen/Wiederholungsprüfungen – Einsatzbereiche und Einflussfaktoren	27
Tabelle 4:	Wiederkehrende Prüfungen im Betrieb.....	30
Tabelle A.1:	Anlagedaten Biogasanlage 1	32
Tabelle A.2:	Abhängigkeit zwischen Partialdruck und Methangehalt	33
Tabelle A.3:	Anlagedaten Biogasanlage 2	35

Hinweis für die Benutzung

Dieses Merkblatt ist das Ergebnis ehrenamtlicher, technisch-wissenschaftlicher/wirtschaftlicher Gemeinschaftsarbeit, das nach den hierfür geltenden Grundsätzen (Satzung und Geschäftsordnungen der DWA) 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

Es werden Anforderungen für neu zu errichtende Gasspeichersysteme sowie für Bestandsanlagen definiert.

Bau, Betrieb und Instandhaltung werden im Hinblick auf die Einhaltung der Anforderungen an die Gewährleistung der Dichtheit einschließlich deren Prüfung beschrieben. Es werden nur die für die Gewährleistung der Dichtheit relevanten technischen Komponenten in Bezug auf dieses Schutzziel betrachtet (Membrane, Einspannung, Einbauten, Durchführungen, relevante Mess-, Steuer- und Regeleinrichtungen).

Andere Einflussfaktoren, wie beispielsweise die Grenzen der Gasdichtheit von Beton etc. sind nicht Gegenstand dieses Merkblatts.

Ergänzend zu den Anforderungen des Merkblatts DWA-M 377 „Biogas – Membranspeichersysteme über Behältern“ legt das vorliegende Merkblatt Anforderungen an die technische Dichtheit von volumetrischen Membranspeichersystemen fest, die entweder

- auf einem Behälter (z. B. Fermenter, Nachgärer, Gärproduktlager) mit Membranabdeckungen,
- auf einer Bodenplatte, die mit einer Membrane überspannt ist
- oder aus Membransäcken oder Gaskissen

bestehen.

Dieses Merkblatt gilt nicht für externe, gewichtsbelastete Niederdruckgasspeicher mit fester Ummantelung. Diese werden im Merkblatt DWA-M 376 „Freistehende Biogasbehälter“ behandelt.

Mit der Definition von Anforderungen an die Dichtheit von Membranspeichersystemen werden folgende Schutzziele verfolgt:

- Gefährdungen für Personen und Sachen vermeiden (sicherheitstechnische Anforderungen);
- Emissionen vermeiden, um den Anforderungen an einen umwelt- und klimaschonenden Betrieb der Anlagen gerecht zu werden.

VORSCHAU

Mit dem Merkblatt DWA-M 375 legen der Deutsche Verein des Gas- und Wasserfaches e. V. (DVGW), der Fachverband Biogas e. V. (FvB) und die Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. (DWA) gemeinsam eine technische Regel vor, die technische Leitlinien für Planung, Bau und Betrieb von Membranspeichersystemen gibt, um Leckagen und Gasverluste entsprechend dem Stand der Technik zu minimieren.

Biogasanlagen verfügen in aller Regel über ein Speichersystem, um das produzierte Biogas vor der Verwertung zwischenspeichern zu können. Schwankungen in der Biogasproduktion können somit gepuffert werden, bevor das Gas einer Verwertung beispielsweise in einem Blockheizkraftwerk (BHKW) zugeführt wird.

Das Merkblatt DWA-M 375 definiert Anforderungen an die Gewährleistung der Dichtheit von (quasi-)drucklosen Biogasspeichersystemen und beschreibt die nach dem Stand der Technik geeigneten Prüfmethoden. Es gibt konkrete technische Hinweise, wie Speichersysteme auszuführen, zu prüfen und instand zu halten sind, um den Anforderungen an die technische Dichtheit gerecht zu werden.

Dabei werden die für die Gewährleistung der Dichtheit relevanten technischen Komponenten in Bezug auf dieses Schutzziel betrachtet (Membrane, Einspannung, Einbauten, Durchführungen, relevante Mess-, Steuer- und Regeleinrichtungen). Der Geltungsbereich des Merkblatts fokussiert auf volumetrische Membranspeichersysteme, die zumeist als Dachspeichersysteme, zum Beispiel auf dem Fermenter, Nachgärer oder Gärproduktlager, ausgeführt werden oder aus einer Bodenplatte bestehen, die mit einer Membrane überspannt ist. Zusätzlich wird auch die Ausführung von Biogasspeichern als Membransack oder Gaskissen berücksichtigt.

Das Merkblatt richtet sich insbesondere an Fachleute, die mit Planung, Bau und Betrieb von Biogasspeichersystemen befasst sind.

ISBN: 978-3-96862-935-3 (Print)
978-3-96862-936-0 (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