

# DWA-Regelwerk

## **Merkblatt DWA-M 375**

Technische Dichtheit von Membranspeichersystemen

September 2018



# DWA-Regelwerk

## **Merkblatt DWA-M 375**

Technische Dichtheit von Membranspeichersystemen

September 2018



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 14 000 Mitglieder repräsentieren die Fachleute und Führungskräfte aus Kommunen, Hochschulen, Ingenieurbüros, Behörden und Unternehmen.

### Impressum

**Herausgeber und Vertrieb:**

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:**

Siebengebirgsdruck, Bad Honnef

**ISBN:**

978-3-88721-560-6 (Print)  
978-3-88721-561-3 (E-Book)

Gedruckt auf 100 % Recyclingpapier

© Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. (DWA), Hennef 2018

Alle Rechte, insbesondere die der Übersetzung in andere Sprachen, vorbehalten. Kein Teil dieses Merkblatts darf ohne schriftliche Genehmigung des Herausgebers in irgendeiner Form – durch Fotokopie, Digitalisierung oder irgendein anderes Verfahren – reproduziert oder in eine von Maschinen, insbesondere von Datenverarbeitungsanlagen, verwendbare Sprache übertragen werden.

## Vorwort

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.

In diesem Merkblatt wird im Hinblick auf einen gut verständlichen und lesefreundlichen Text für personenbezogene Berufs- und Funktionsbezeichnungen verallgemeinernd die männliche Form verwendet. Alle Informationen beziehen sich in gleicher Weise auf alle Geschlechter.

### Frühere Ausgaben

Kein Vorgängerdokument

## Verfasser

Das Merkblatt wurde im Rahmen der „Kooperation Biogas“ von der gemeinsamen DWA-DVGW-FvB-Arbeitsgruppe KEK-8.4 „Technische Dichtheit von Membranspeichersystemen“ im Auftrage 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 DWA-DVGW-FvB-Arbeitsgruppe KEK-8.4 „Technische Dichtheit von Membranspeichersystemen“ gehören folgende Mitglieder an:

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

Mitglieder des DWA-Fachausschusses KEK-8 „Biogas“:

ALDA, JÖRG	Dipl.-Ing., Bochum
DICHTL, Norbert	Prof. Dr.-Ing., Braunschweig
FRECHEN, Franz-Bernd	Prof. Dr.-Ing., Kassel
GEBAUER, JÖRG	Essen
HEETKAMP, Jörg	Dipl.-Ing., Aachen
KLAAS, Uwe	Dipl.-Chem., Bonn
LOLL, Ulrich	Dr.-Ing., Darmstadt
MÜLLER, Volker	Dr.-Ing., Dresden
RETTENBERGER, Gerhard	Prof. Dr.-Ing., Trier
SCHÄFER, Arnold	Dipl.-Ing., Hamburg (Obmann)
SPRICK, ACHIM	Dipl.-Ing., Lemgo
STEHLE, Roland	Dr. rer. nat., Heilbronn (stellv. Obmann)
VOB, Detlef	Dipl.-Ing., Essen

## Mitglieder der FvB-DVGW-DWA-Arbeitsgruppe „Biogaserzeugung“:

BEYER, Manuela	Dipl.-Ing., Wittmund
BLOCK, Ralf	Dipl.-Ing., Rheinberg
GEHRIG, Sarah	Dr. Ing., Hannover
KLINKMÜLLER, Lars	Dipl.-Ing., Berlin (Sprecher)
MACIEJCZYK, Manuel	Dipl.-Ing. agr. (FH), Freising
RETTENBERGER, Gerhard	Prof.-Dr.-Ing., Trier
SCHÄFER, Arnold	Dipl.-Ing., Hamburg
SCHNATMANN, Christian	Dipl.-Ing., Dortmund
ZIEGLER, Josef	Dipl.-Ing., Schwandorf

## Projektbetreuer in der DWA-Bundesgeschäftsstelle:

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

## Projektbetreuer in der DVGW-Hauptgeschäftsstelle:

GROHMANN, Finn	M. Sc., Bonn Einheit Gasttechnologien und Energiesysteme
----------------	-------------------------------------------------------------

# Inhalt

<b>Vorwort</b> .....	<b>3</b>
<b>Verfasser</b> .....	<b>4</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 Verweisungen</b> .....	<b>10</b>
<b>3 Begriffe</b> .....	<b>11</b>
3.1 Definitionen .....	11
3.1.1 Technisch dicht .....	11
3.1.2 Dauerhaft technisch dicht .....	11
3.1.3 Membranspeichersysteme .....	11
3.1.4 Biogas .....	11
3.1.5 Gasmessgeräte .....	12
3.1.6 Gebrauchstauglichkeit .....	12
3.1.7 Permeation .....	12
3.1.8 Permeabilität .....	12
3.1.9 Stützluftdruck .....	12
3.1.10 Überströmeinrichtung Stützluft .....	12
3.1.11 Querdurchströmung .....	12
3.1.12 Überdrucksicherung .....	12
3.1.13 Unterdrucksicherung .....	13
3.1.14 Leck .....	13
3.1.15 Leckage .....	13
3.1.16 Leckagerate .....	13
3.1.17 Fachkundige Person .....	13
3.2 Symbole und Abkürzungen .....	13
<b>4 Anforderungen an die Gasdichtheit von Membranspeichersystemen</b> .....	<b>15</b>
4.1 Explosionsschutz und Arbeitssicherheit .....	15
4.2 Aspekte des Umweltschutzes .....	15
<b>5 Potenzielle Gasfreisetzungsstellen an Membranspeichersystemen</b> .....	<b>16</b>
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 Freisetzungquellen .....	18



<b>6</b>	<b>Prüfmethoden zum Nachweis der technischen Dichtigkeit</b> .....	<b>19</b>
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 .....	23
<b>7</b>	<b>Durchführung der Prüfung</b> .....	<b>23</b>
7.1	Vorbemerkungen .....	23
7.2	Qualifikationsanforderungen an das Prüfpersonal.....	23
7.3	Messmethoden zur Dichtheitsprüfung.....	23
7.3.1	Schaumbildende Mittel.....	23
7.3.2	Gasmessgeräte .....	24
7.3.3	Prüfung über Volumenverlust .....	24
7.3.4	Prüfung mittels Nebel .....	25
7.4	Prüfung mittels Fernmessverfahren .....	25
7.4.1	Allgemeines .....	25
7.4.2	Lasermesssystem (aktives Verfahren).....	25
7.4.3	Gaskameras (passives Verfahren).....	26
7.5	Eignung der Prüfverfahren nach Anwendungsbereich.....	27
<b>8</b>	<b>Prüfungen</b> .....	<b>29</b>
8.1	Allgemeines .....	29
8.2	Ordnungsprüfung.....	29
8.3	Erstprüfung auf Dichtheit nach Errichtung oder zur Wiederinbetriebnahme .....	30
8.4	Wiederkehrende Prüfungen im Betrieb .....	30
8.5	Bewertung der Prüfergebnisse und Maßnahmen.....	31
<b>9</b>	<b>Dokumentation</b> .....	<b>32</b>
<b>Anhang A</b>	<b>Berechnungsbeispiele</b> .....	<b>33</b>
A.1	Berechnung der Permeationsrate eines Doppelmembrangasspeichers über einem Fermenter oder Gärproduktlager .....	33
A.1.1	Vorbemerkungen .....	33
A.1.2	Anlagedaten Biogasanlage 1 .....	33
A.1.3	Vorgehensweise.....	33
A.1.3.1	Berechnung der Membranoberfläche $A_{MF}$ .....	33
A.1.3.2	Berechnung des Tragluftstroms .....	34
A.1.3.3	Berechnung der aus Permeation zu erwartenden $CH_4$ -Konzentration $C_{CH_4,PE}$ in der Tragluft .....	34
A.1.3.4	Berechnung der durch ein Leck verursachten $CH_4$ -Konzentration in der Tragluft...	35
A.2	Berechnung der Permeationsrate für einen typischen freistehenden Doppelmembrangasspeicher auf einer Faulgasanlage.....	36
A.2.1	Anlagedaten Biogasanlage 2 .....	36
A.2.2	Vorgehensweise.....	36

<b>Anhang B Nachweisbare Leckgröße am Beispiel der Prüfung mit schaumbildenden Mitteln .....</b>	<b>38</b>
<b>Quellen und Literaturhinweise .....</b>	<b>39</b>

## **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 .....	36

## **Tabellenverzeichnis**

Tabelle 1: Messmethoden für Dichtheitsprüfungen/Wiederholungsprüfungen – Einsatzbereiche und Einflussfaktoren .....	28
Tabelle 2: Wiederkehrende Prüfungen im Betrieb .....	31

## 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.

## 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 z. B. die Grenzen der Gasdichtheit von Beton etc. sind nicht Gegenstand dieses Merkblatts.

Ergänzend zu den Anforderungen des Merkblatts DWA-M 377 „Biogas – Speichersysteme – Sicherstellung der Gebrauchstauglichkeit und Tragfähigkeit von Membranabdeckungen“ 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 Um-mantelung. Diese werden im Merkblatt DWA-M 376 „Sicherheitsregeln für Biogasbehälter mit Mem-brandichtung“ behandelt.

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

- Gefährdungen für Personen und Sachen vermeiden (sicherheitstechnische Anforderungen).