

Jetzt
kaufen auf
shop.wvgw.de

Als Print oder
PDF-Download

Deutscher Verein des
Gas- und Wasserfaches e.V.



www.dvgw-regelwerk.de

Technischer Hinweis – Merkblatt DVGW G 436-1 (M) März 2023

Biogas – Membranspeichersysteme über Behältern

Biogas – Membrane Storage Systems above Tanks

GAS



Der DVGW mit seinen rund 14.000 Mitgliedern ist der technisch-wissenschaftliche Verein im Gas- und Wasserfach, der seit mehr als 160 Jahren die technischen Standards für eine sichere und zuverlässige Gas- und Wasserversorgung setzt, aktiv den Gedanken- und Informationsaustausch in den Bereichen Gas und Wasser anstößt und durch praxisrelevante Hilfestellungen die Weiterentwicklung im Fach motiviert und fördert.

Der DVGW ist wirtschaftlich unabhängig, politisch neutral und dem Gemeinwohl verpflichtet.

Das DVGW-Regelwerk ist ein zentrales Instrument zur Erfüllung des satzungsgemäßen Zwecks und der Aufgaben des DVGW. Auf Basis der gesetzlichen Bestimmungen werden im DVGW-Regelwerk insbesondere sicherheitstechnische, hygienische, umweltschutzbezogene, gebrauchstauglichkeitsbezogene, verbraucher-schutzbezogene und organisatorische Anforderungen an die Versorgung und Verwendung von Gas und Wasser definiert. Mit seinem Regelwerk entspricht der DVGW der Eigenverantwortung, die der Gesetzgeber der Versorgungswirtschaft zugewiesen hat – für technische Sicherheit, Hygiene, Umwelt- und Verbraucherschutz.

Benutzerhinweis

Mit dem DVGW-Regelwerk sind folgende Grundsätze verbunden:

- Das DVGW-Regelwerk ist das Ergebnis ehrenamtlicher Tätigkeit, das nach den hierfür geltenden Grundsätzen (DVGW-Satzung, Geschäftsordnung GW 100) erarbeitet worden ist. Für dieses besteht nach der Rechtsprechung eine tatsächliche Vermutung, dass es inhaltlich und fachlich richtig ist.
- Das DVGW-Regelwerk steht jedermann zur Anwendung frei. Eine Pflicht kann sich aus Rechts- oder Verwaltungsvorschriften, einem Vertrag oder sonstigem Rechtsgrund ergeben.
- Durch das Anwenden des DVGW-Regelwerkes entzieht sich niemand der Verantwortung für eigenes Handeln. Wer es anwendet, hat für die richtige Anwendung im konkreten Fall Sorge zu tragen.
- Das DVGW-Regelwerk ist nicht die einzige, sondern eine wichtige Erkenntnisquelle für fachgerechte Lösungen. Es kann nicht alle möglichen Sonderfälle erfassen, in denen weitergehende oder einschränkende Maßnahmen geboten sein können.

ISSN 0176-3490

© DVGW, Bonn, März 2023

DVGW Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e. V.

Technisch-wissenschaftlicher Verein

Josef-Wirmer-Straße 1–3

D-53123 Bonn

Telefon: +49 228 9188-5

Telefax: +49 228 9188-990

E-Mail: info@dvgw.de

Internet: www.dvgw.de

Jede Art der urheberrechtlichen Verwertung und öffentlichen Wiedergabe, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung des DVGW Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e. V., Bonn, gestattet.

Vertrieb: Wirtschafts- und Verlagsgesellschaft Gas und Wasser mbH, Josef-Wirmer-Str. 3, 53123 Bonn

Telefon: +49 228 9191-40 · Telefax: +49 228 9191-499

E-Mail: info@wvgw.de · Internet: shop.wvgw.de

Art. Nr.: 311359 G

Das Merkblatt DVGW G 436-1 erscheint inhaltsgleich und unter gleichem Titel auch als DWA-M 377.

Inhalt

Vorwort	6
Verfasserinnen und Verfasser	8
1 Anwendungsbereich	11
2 Normative Verweisungen	11
3 Begriffe	13
3.1 Definitionen.....	13
3.2 Abkürzungen und Formelzeichen.....	15
4 Allgemeine Anforderungen	16
4.1 Allgemeines.....	16
4.2 Anforderungen an Materialien des Membranspeichersystems.....	17
4.3 Brandschutz.....	17
5 Bauformen	18
5.1 Allgemeines.....	18
5.2 Einschalige Gasspeichersysteme.....	19
5.2.1 Vorbemerkungen.....	19
5.2.2 Mechanisch vorgespannte, abgestützte Membranabdeckungen.....	20
5.2.3 Gasdruckgestützte einschalige Membrane.....	22
5.3 Zweischalige Gasspeichersysteme.....	24
5.3.1 Vorbemerkungen.....	24
5.3.2 Zweischalige, mechanisch vorgespannte Membranabdeckungen.....	25
5.3.3 Pneumatisch vorgespannte Membranabdeckungen.....	26
6 Gebrauchstauglichkeit und Tragfähigkeit	28
6.1 Allgemeines.....	28
6.2 Lastannahmen für die statische Berechnung von Speicherabdeckungen.....	29
6.2.1 Vorbemerkungen.....	29
6.2.2 Ständige Lasten.....	29
6.2.2.1 Vorbemerkungen.....	29
6.2.2.2 Eigengewicht.....	29
6.2.2.3 Mechanische Vorspannung einschaliger, abgestützter Systeme.....	29
6.2.2.4 Innendruck.....	30

6.2.2.4.1	Vorbemerkungen	30
6.2.2.4.2	Gasinnendruck	30
6.2.2.4.3	Stützluftdruck	31
6.2.3	Veränderliche Einwirkungen (direkte Einwirkungen)	32
6.2.3.1	Vorbemerkungen	32
6.2.3.2	Windlast (gemäß DIN EN 1991-1-4)	32
6.2.3.3	Schneelast (gemäß DIN EN 1991-1-3/NA)	32
6.2.4	Lasten durch sonstige Beanspruchungen	33
6.2.4.1	Extreme Temperaturen (gemäß DIN EN 1991-1-5)	33
6.2.4.2	Setzungen unter dem Mittelmast	33
6.2.4.3	Punktuellen Belastung durch Instandhaltungsarbeiten	34
6.3	Werkstoffwiderstand	34
6.3.1	Vorbemerkungen	34
6.3.2	Korrektur der Materialfestigkeiten aufgrund statistischer Mehrfachmessungen)	35
6.3.3	Abminderungsfaktor	35
6.4	Einfluss der Speicherform/Zuschnittsform auf die Statik bei pneumatisch vorgespannten Gasspeichersystemen	36
6.5	Einfluss des Zuschnitts und der Konfektion auf die Statik bei Gasspeichersystemen	36
6.6	Einfluss des Befestigungssystems auf die Statik	37
7	Planung, Herstellung und Errichtung	38
8	Dichtheitsüberprüfungen	38
9	Inbetriebnahme	39
9.1	Allgemeines	39
9.2	Maßnahmen vor der Inbetriebnahme	39
9.2.1	Prüfung der Dokumentation	39
9.2.2	Prüfpflichtige Anlagenteile/Aggregate	39
9.2.3	Feststellung der vollständigen Lieferung und Montage	40
9.2.4	Einweisung	40
9.3	Funktionsprüfungen	40
9.3.1	Vorbemerkungen	40
9.3.2	Leistungsnachweise und Probelauf	40
10	Dokumentation	41
10.1	Allgemeines	41
10.2	Technische Spezifikation bei Auslieferung	41
10.3	Nachweise zur Inbetriebnahme	42
11	Betrieb und Instandhaltung	43
11.1	Allgemeines	43
11.2	Überprüfung durch den Betreiber	43
11.3	Überprüfung des Zustands der Gebrauchstauglichkeit	45
Anhang A (informativ) – Beispielhafte Berechnungen		47
A.1	Beispielhafte Lastannahmen für die Berücksichtigung des Eigengewichts (g_{gesamt})	47
A.2	Beispiel für die Berechnung der Vorspannung der äußeren Membrane	47
A.3	Beispiel für aerodynamische Beiwerte auf Kugelkalotten	47
A.4	Beispiel für die Berechnung der charakteristischen Schneelasten nach Schneezonen	49
A.5	Beispiel für die Berechnung des Innendrucks bei abgeschlossenem Volumen	51

A.6	Berechnung zu- und abströmender Luft- bzw. Gasmengen zur Aufrechterhaltung eines konstanten Drucks bei Temperaturänderung	52
A.7	Beispielhafte Ausführung einer Polkappe	54

Quellen und Literaturhinweise	55
Recht	55
Technische Regeln.....	55
DIN-Normen.....	55
DWA-Regelwerk.....	56
Sonstige technische Regeln.....	57
Literatur	57
Weiterführende Literatur (im Merkblatttext nicht zitierte Quellen)	57

Bilderverzeichnis

Bild 1 – Einschaliges Speicherabdeckungssystem mit kegelförmiger Membrane – einachsig vorgespanntes System (Variante A)	20
Bild 2 – Einschaliges Speicherabdeckungssystem mit biaxial gekrümmter Membrane – zweiachsig vorgespanntes System (Variante B)	21
Bild 3 – Gasdruckgestützte einschalige Membranabdeckung	22
Bild 4 – Ausführungsvarianten einschaliger EPDM-Gasspeicher	24
Bild 5 – Mechanisch vorgespannte, zweischalige Membranabdeckung	25
Bild 6 – Pneumatisch vorgespannte, zweischalige Membranabdeckung	27
Bild A.1 – Ausführung einer Polkappe	54

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 – Abkürzungen und Formelzeichen	15
Tabelle 2 – Bestandteile von Gasspeichersystemen	19
Tabelle A.1 – Nahtbreite bezogen auf die Materialqualität	54

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 DVGW G 436-1 legen DVGW, FvB und DWA gemeinsam eine technische Regel für die vor allem auf landwirtschaftlichen Biogasanlagen eingesetzten Membranspeichersysteme vor.

Inzwischen finden diese Speicher auch auf Kläranlagen oder abfallwirtschaftlichen Biogasanlagen Anwendung.

Nicht Gegenstand dieses Merkblatts

- sind externe Gasspeicher: diese werden im Merkblatt DVGW G 443 „Freistehende Biogasspeicher“ behandelt;
- ist die Gewährleistung der Gasdichtheit: diese wird im Merkblatt DVGW G 436-2 „Technische Dichtheit von Membranspeichersystemen“ behandelt.

Das vorliegende Merkblatt gibt Planenden, Betreibern und Sachverständigen praxisorientierte Leitlinien für die Auslegung und den Betrieb von Membranspeichersystemen, die auf Fermentern, Nachgärern oder Gärrestlagern montiert sein können.

Für weiterführende technische Hinweise zum Bau und Betrieb von Biogasanlagen, deren technische Ausrüstung oder sicherheitstechnische Anforderungen, wird unter anderem auf die Merkblätter DVGW G 293, DVGW G 437, DVGW G 438, DVGW G 439, DVGW G 436-2, DVGW G 443 oder das Arbeitsblatt DWA-A 793-1 verwiesen.

Kosten- und Umweltauswirkungen

Das Merkblatt weist auf erhöhte Anforderungen an die Materialeigenschaften von Membranspeichersystemen hin. Durch die erhöhten Materialanforderungen werden Gasspeicher um ca. 10 % teurer.

Durch Konkretisierung der Anforderungen zur Gewährleistung der Gasdichtheit kann zukünftig von einer nennenswerten Reduzierung von ungewollten Methanemissionen ausgegangen werden.

Änderungen

Gegenüber dem Merkblatt DVGW G 436-1:2016-11 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Konkretisierung der Materialanforderungen, insbesondere bzgl. Brandschutzbestimmungen;
- b) Konkretisierung der Anforderungen an eine Stützluftversorgung;
- c) Formulierung von Qualifikationsanforderungen für befähigte Personen zur Verlängerung der Gebrauchstauglichkeit von Gasspeichermembranen;
- d) Formulierung von Prüfkriterien und Prüffristen zur Verlängerung der Gebrauchstauglichkeit von Gasspeichermembranen;
- e) Konkretisierung von notwendigen Funktionsprüfungen;
- f) Anpassung des Titels.

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

DVGW G 436-1:2016-11

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 Merkblatt wurde wie folgt eingestuft:

KA1 = Das Merkblatt hat indirekten Bezug zur Klimaanpassung

KS2 = Das Merkblatt hat direkten Bezug zu Klimaschutzparametern

Einzelheiten zur Ableitung der Bewertungskriterien sind im „Leitfaden zur Einführung der Klimakennung im DWA-Regelwerk“ erläutert, der online unter www.dwa.de/klimakennung verfügbar ist.

BEGRÜNDUNG: Das Merkblatt berücksichtigt die Klimaanpassung über den Bezug auf statische Normen mit künftig klimabedingt erhöhten Windlasten.

Die Sicherstellung der Gebrauchstauglichkeit und Tragfestigkeit von Membranabdeckungen ist eine wesentliche Voraussetzung für eine nachhaltige und klimaschonende Nutzung von aus Biomasse erzeugtem Gas als regenerative Energiequelle. Die Nutzung von Biogas leistet einen wesentlichen Beitrag für die Energieversorgung aus erneuerbaren Quellen.

Verfasserinnen und Verfasser

Dieses Merkblatt wurde im Rahmen der „Kooperation Biogas“ von der gemeinsamen DWA-DVGW-FvB-Arbeitsgruppe KEK-8.5 „Biogasspeicherung – Membranabdeckungen“ im Auftrag und unter der Mitwirkung des DWA-Fachausschusses KEK-8 „Biogas“ und der FvB-DVGW-DWA-Arbeitsgruppe „Biogaserzeugung“ sowie in Abstimmung mit dem DVGW-Gemeinschaftsausschuss G-GTK-0-1 „Erneuerbare Gase“ erarbeitet.

Der DWA-DVGW-FvB Arbeitsgruppe KEK-8.5 „Biogasspeicherung – Membranabdeckungen“ gehören folgende Mitglieder an:

ZIEGLER, Josef	Dipl.-Ing., Schwandorf (Sprecher)
BAUR, Josef	Dipl.-Ing., Wolfertschwenden
BLOCK, Ralf	Dipl.-Ing., Sonsbeck
KLINKMÜLLER, Lars	Dipl.-Ing., Berlin
RETTEBERGER, Gerhard	Prof. Dr.-Ing., Trier
SCHNATMANN, Christian	Dipl.-Ing., Dortmund
SEYBOLD, Bernd	Dipl.-Ing., Düren
SPRICK, Achim	Dipl.-Ing., Lemgo
TÖPPERWIEN, Linus	Dipl.-Ing., Merkendorf
VELMERIG, Christoph	Dipl.-Ing., Unna
WAGNER, Rosemarie	Prof. Dr., Karlsruhe

Dem DWA-Fachausschuss KEK-8 „Biogas“ gehören folgende Mitglieder an:

SCHÄFER, Arnold	Dipl.-Ing., Hamburg (Obmann)
STEHLE, Roland	Dr. rer. nat., Heilbronn (stellv. Obmann)
ALDA, Jörg	Dipl.-Ing., Bochum
DICHTL, Norbert	Prof. Dr.-Ing., Braunschweig
GEBAUER, Jörg	Essen
HEETKAMP, Jörg	Dipl.-Ing., Aachen
HOBUS, Inka	Dr. Ing., Wuppertal
KLAAS, Uwe	Dipl.-Chem., Bonn
MÜLLER, Volker	Dr.-Ing., Dresden
RETTEBERGER, Gerhard	Prof. Dr.-Ing., Trier
SPRICK, Achim	Dipl.-Ing., Lemgo
VOß, Detlef	Dipl.-Ing., Essen
ZIEGENFUSS, Hans Peter	Dr., Frankfurt
ZIEGLER, Josef	Dipl.-Ing., Schwandorf (Sprecher)

Der FvB-DVGW-DWA-Arbeitsgruppe „Biogaserzeugung“ gehören folgende Mitglieder an:

KLINKMÜLLER, Lars	Dipl.-Ing., Berlin (Sprecher)
BLOCK, Ralf	Dipl.-Ing., Sonsbeck
MACIEJCZYK, Manuel	Dipl.-Ing. agr., Freising
RETTEBERGER, Gerhard	Prof.-Dr.-Ing., Trier
SCHÄFER, Arnold	Dipl.-Ing., Hamburg
SCHNATMANN, Christian	Dipl.-Ing., Dortmund
WIESHEU, Marion	Dipl.-Wirt.-Ing., Freising
ZIEGLER, Josef	Dipl.-Ing., Schwandorf

Projektbetreuer in der DWA-Bundesgeschäftsstelle:

REIFENSTUHL, Reinhard

Dipl.-Ing., Hennef

Abteilung Wasser- und Abfallwirtschaft

Projektbetreuer in der DVGW-Hauptgeschäftsstelle:

SCHRADER, Andreas

Dipl.-Ing., Bonn,

Gastechnologie und Energiesysteme