

BEDIENUNGSANLEITUNG

für den Einsatz und die bestimmungsgemäße Verwendung von

Doppelmembrangasspeicher (DMGS)



Hinweise:

- Diese Betriebsanleitung bildet mit den auftragsspezifischen separaten Anhängen (aufgelistet im Kapitel 7) die gesamte Dokumentation des gekauften Doppelmembrangasspeichers.
- Im Kapitel 8 spiegelt die Auflistung der Quellen und Regelwerke den Stand der Drucklegung dieser Betriebsanleitung wider.
- Die Originalbetriebsanleitung wurde in deutscher Sprache erstellt.
Kundenspezifisch wird dieses und weitere Dokumente der Gesamtdokumentation in die jeweilige Landessprache durch Baur Folien GmbH übersetzt.

Dieses Dokument wurde in Zusammenarbeit mit der

DAS - IB GmbH

erstellt

Stand: 02.02.2021

© Alle Rechte aus den v. g. Produkten und dieser Dokumentation liegen beim Hersteller, auch für den Fall von Schutzrechtsanmeldungen.

Weitergabe sowie Vervielfältigung dieses Dokumentes, Verwertung und Mitteilung seines Inhalts sind verboten, soweit nicht ausdrücklich gestattet. Zuwiderhandlungen verpflichten zu Schadenersatz.

Der Schutzvermerk nach ISO 16016 ist zu beachten.



Baur Folien GmbH

Baur Folien Service GmbH

Gewerbestraße 6

87787 Wolfertschwenden

Germany

Telefon: + 49 (8334) 99 99 1-0

Fax: + 49 (8334) 99 99 1-99

Web: www.baur-folien.de

E-Mail: info@baur-folien.de



+ Papier aus nachhaltiger Forstwirtschaft
oder Recyclingpapier
+ 100% Ökostrom
+ je Druckauftrag wird ein Baum gepflanzt
+ klimaneutral & emissionsarm gedruckt

Inhaltsverzeichnis

1	Zu diesem Dokument	6
1.1	Verwendete Symbolik	8
1.2	Verwendete Begriffe und mögliche Ausführungen	9
1.3	Abkürzungsverzeichnis	18
2	Zu Ihrer Sicherheit	19
2.1	Allgemeine Sicherheitshinweise	19
2.2	Spezielle Sicherheitshinweise	21
2.3	Pflichten des Arbeitgebers	21
2.4	Fachkundiges, befähigtes Personal	22
2.5	Bestimmungsgemäße Verwendung	23
2.6	Sachwidrige Verwendung	26
2.7	Produkthaftung	26
2.8	Gewährleistung	27
2.9	Farbbeständigkeit	28
2.10	CE - Konformität	28
2.11	Sicherheitshinweise für explosionsfähige Atmosphären	28
3	Produktbeschreibung	33
3.1	Aufbau	33
3.2	Arbeitsweise	34
3.3	Hinweise zum Gebrauch	35
3.4	Verpackung, Transport und Lagerung	36
4	Montage und Demontage	37
4.1	Allgemeine Hinweise	37
4.2	Montagevorbereitungen	37
4.3	Montage	38
4.3.1	Elektrischer Anschluss	38
4.4	Inbetriebnahme	40
4.5	Außerbetriebnahme, Demontage und Entsorgung	41
4.5.1	Definition Außerbetriebnahme	41

4.5.2	Ablauf Außerbetriebnahme bis zu einer Gaskonzentration über der oberen Explosionsgrenze	41
5	Instandhalten (Wartung und Störungsbeseitigung)	42
5.1	Instandhaltung / Wartung	42
5.2	Vorbereitende Maßnahmen zum Öffnen des DMGS-Systems.....	45
5.3	Reparatur / Störungsbeseitigung.....	48
5.4	Ersatzteile	50
6	Erklärung	51
7	Anhänge (optional, je nach bestelltem Lieferumfang).....	52
7.1	Technische Dokumentation / Werkszertifikat / Konformitätserklärung Gasspeichermembran	52
7.2	Technische Dokumentation Wetterschutzmembran.....	52
7.3	Herstellerbescheinigung.....	52
7.4	Gasspeichervolumen	52
7.5	Standzeit	52
7.6	Betriebsanleitung Stützluftgebläseset	52
7.6.1	Sensor (Stützluftüberwachung)	52
7.7	Betriebsanleitung Füllstandmessung	52
7.8	Bedienungsanleitung Über-/Unterdrucksicherung.....	52
7.8.1	Begleitheizung.....	52
7.8.2	Signalgeber der Über-/Unterdrucksicherung.....	52
7.9	Betriebsanleitung Druckluftkompressor.....	52
7.10	Technische Dokumentation Druckluftanschluß-Set / Druckschalter.....	52
7.11	Bedienungsanleitung Glykoler.....	52
7.12	Befestigung Klemmschlauch o. Klemmschiene.....	52
7.13	Zusatzausstattung.....	52
7.14	Abnahmeprotokoll / Dichtigkeitsprotokoll / Checkliste für Erstinbetriebnahme.....	52
7.15	Muster Freigabeschein für Arbeiten im explosionsgefährdeten Bereich	52
7.16	Explosionsdreieck Methan-Luft-Gemisch und Zündquellen,	52
	Zoneneinteilung explosionsgefährdeter Bereiche	52
7.17	Merkblatt zur Überprüfung der Gasdichtigkeit von Biogas-Stützlufthauben ...	52

7.18 Flyer der DAS – IB GmbH	52
7.19 Allgemeine Lieferbedingungen	52
8 Quellen	53

1 Zu diesem Dokument

Diese Betriebsanleitung enthält die erforderlichen und generellen Informationen zur Montage und Inbetriebnahme sowie Hinweise und Anweisungen zur Wartung, Instandhaltung und Beseitigung von Störungen. Sie ist ein Teil der gesamten auftragsspezifischen Dokumentation des gekauften Doppelmembrangasspeichers, wie dieser im Kapitel 3.1 beschrieben ist.

Lesen Sie diese Bedienungsanleitung deshalb vor der Inbetriebnahme sorgfältig und bewahren Sie sie als Bestandteil im Rahmen der Gesamtdokumentation Ihrer Biogasanlage auf.

Der DMGS ist Teil einer Gesamtanlage (z. B. eines Fermenters, Nachgärers oder Gärrestelagers einer Biogasanlage) und wird zum gasdichten Abdecken und Speichern von entstehendem Biogas auf Behältern, Fundamenten, Erdbecken und Betondecken genutzt. Der Gasspeicher ist somit keine Maschine iSd Maschinenrichtlinie (MRL).

Diese Betriebsanleitung richtet sich an den Arbeitgeber iSd [1] BetrSichV und [1] GefStoffV bzw. an den Betreiber iSd [19] 12. BImSchV (Störfallverordnung), bzw. Anlagenhersteller (sog. Marktbeteiligte / „Inverkehrbringer“ iSd [25] ProdSG und Wartungspersonal der Biogasanlage bzw. an ausgebildetes Fachpersonal, die mit der Montage und Inbetriebnahme von DMGS beauftragt werden. Der Inhalt dieser Betriebsanleitung muss dem Anwender des DMGS zugänglich gemacht und umgesetzt werden. Im folgenden Text wird die Bezeichnung „Arbeitgeber“ für die v.g. Adressaten gewählt.

Durch den Arbeitgeber bzw. den Anwender sind die Sicherheitshinweise dieser Betriebsanleitung, die landesspezifischen Installationsstandards und Regelwerke bzw. -vorschriften sowie die geltenden Sicherheitsbestimmungen, z. B. Unfallverhütungsvorschriften (UVV), am Ort der Verwendung zu beachten. Der DMGS darf nur in technisch einwandfreiem und betriebssicherem Zustand montiert, verwendet und betrieben werden.

Anzuwendende Gesetze und Verordnungen sind unmittelbares Recht.

Technische Regeln (TRx/B/Gen) sind Erkenntnisquellen.

Anzuwendende technische Normen sind im Kauf- oder Werkvertrag für den verkauften Liefer- und Leistungsumfang zu fixieren.

Hinweis:

Zuständige Gesetze und Verordnungen (z. B. [26] ArbSchG, [21] BImSchG, [1] BetrSichV, [1] GefStoffV, [19] 12. BImSchV (sog. StörfallV)) sind aufgrund ihrer Bindungswirkung grundsätzlich vom Betreiber bzw. Arbeitgeber im Sinne der Gesetze und Verordnungen umzusetzen und anzuwenden.

Technische Regeln zur Ergänzung z.B. der Betriebssicherheit, Anlagensicherheit und Gefahrstoffe usw. (TRBS, TRAS und TRGS usw.) sind kein unmittelbares Recht. Im Rahmen der projektspezifischen Gefährdungsbeurteilungen der Arbeitgeber sind die Umsetzungen der TRBS, TRAS und TRGS festzulegen.

Anzuwendende Normen werden mit dem Kauf- oder Werkvertrag fixiert und separat zu diesem Dokument dokumentiert.

1.1 Verwendete Symbolik

– Gebots-, Verbots- und Warnhinweise nach DIN 4844 und ASR A1.3

**Allgemeines Warnzeichen (W001):**

Dieses Warnzeichen wird bei wichtigen Textpassagen vorangeführt. Bei Nichtbeachten dieses Warnhinweises könnte ein schwerer Anlagenschaden die Folge sein.

**Warnung vor giftigen Stoffen (W016):**

Bei Nichtbeachten dieses Warnhinweises könnte eine ernsthafte Verletzung von Personen die Folge sein.

**Warnung vor gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre (D-W021):**

Dieses Symbol kennzeichnet besondere Hinweise für den Bereich mit möglichen gefährlichen explosionsfähigen Atmosphären.

Quelle: [6]

1.2 Verwendete Begriffe und mögliche Ausführungen

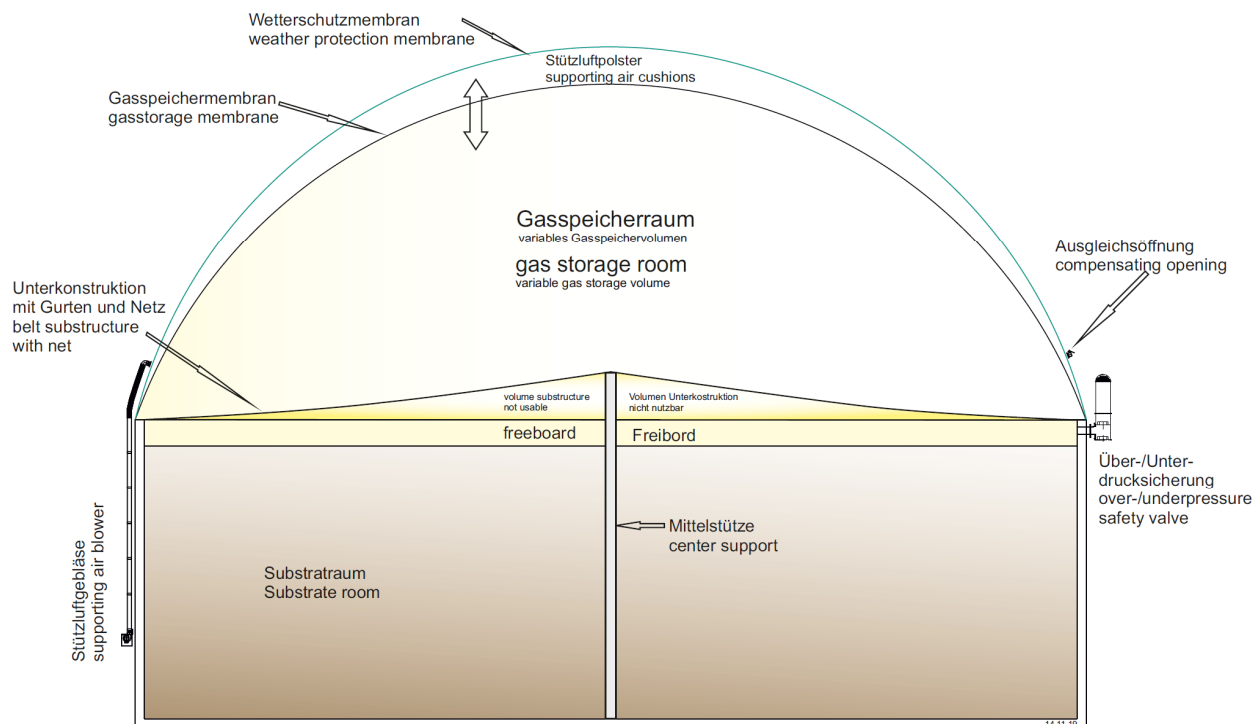


Abbildung 1: schematische Darstellung DMGS auf einem Behälter; zur Begriffserklärung

Quelle: Baur Folien GmbH

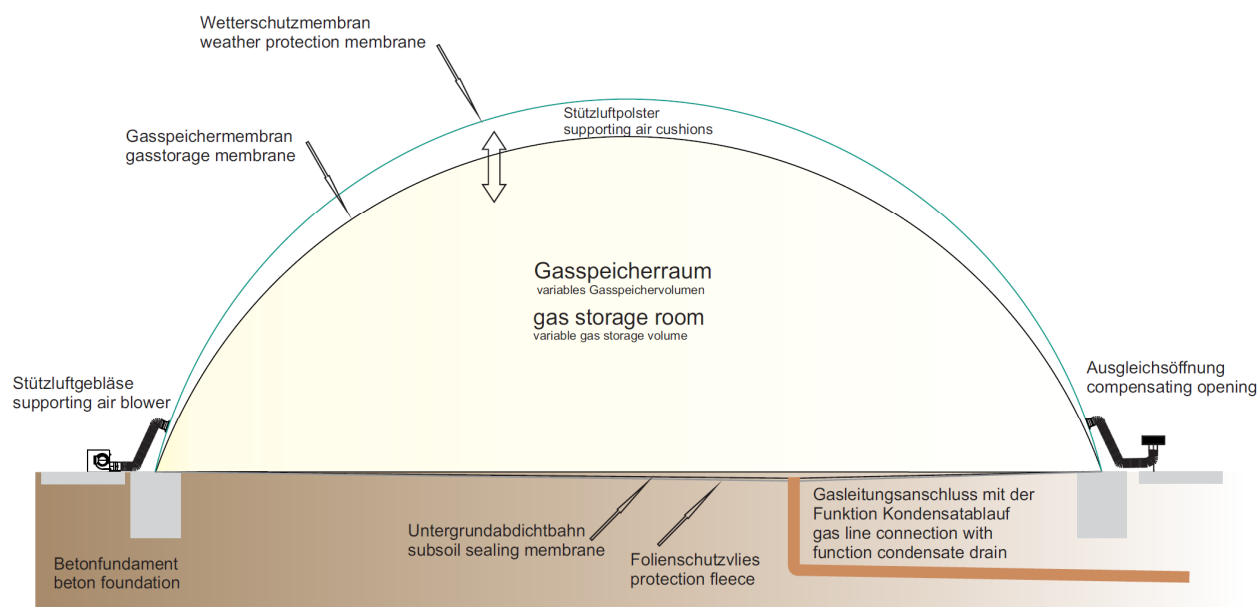


Abbildung 2: schematische Darstellung separater Doppelmembrangasspeicher auf Betonsohle;

Quelle: Baur Folien GmbH

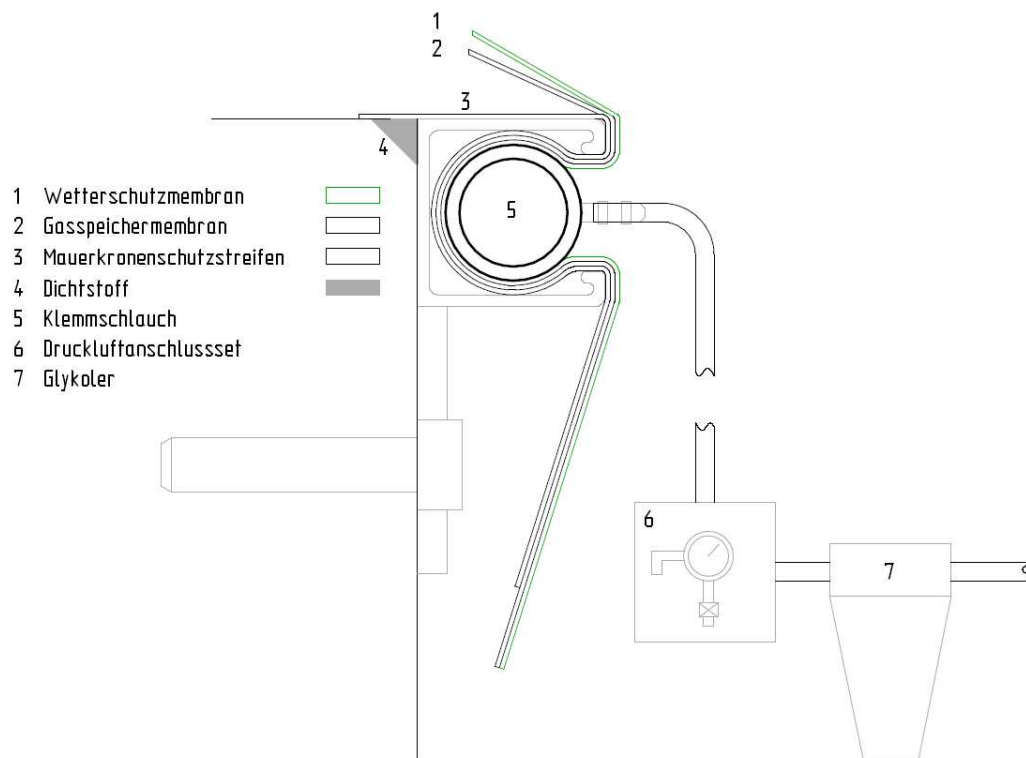


Abbildung 3 a: schematische Darstellung Klemmschlauch mit Druckluftversorgung

Quelle: Baur Folien GmbH

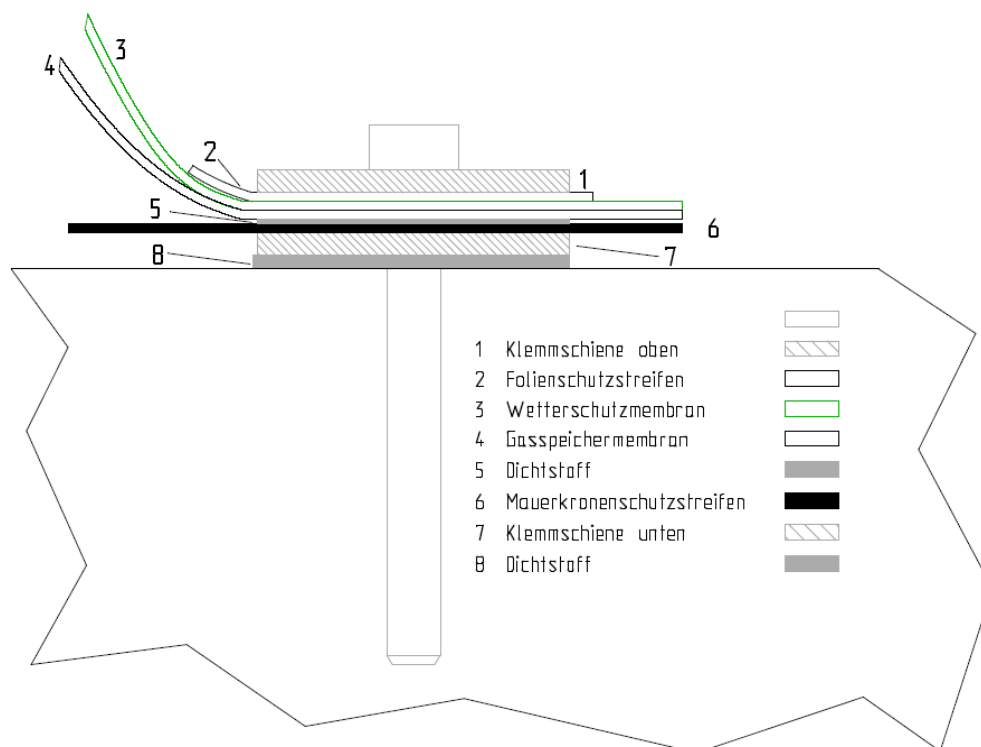


Abbildung 3 b: beispielhafte schematische Darstellung Befestigung Klemmschiene

Quelle: Baur Folien GmbH

Abblasevolumen der Überdrucksicherung (ÜDS)	<p>Das Abblasevolumen beschreibt den Volumenstrom an Biogas, der bei einem dynamischen Druck von z.B. 3,5 mbar durch die Überdrucksicherung an die Umgebungsluft abgegeben wird.</p> <p>Hinweise:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. IdR muss jede Überdrucksicherung das Gesamtgasproduktionsvolumen des Behälters im Normalbetrieb bei ihrem jeweiligen Maximaldruck abblasen können. 2. Die notwendigen Auslegungen des Arbeitgebers sind mit dem Kauf der ÜDS zu fixieren.
Ansaugvolumen der Unterdrucksicherung	<p>Das Ansaugvolumen beschreibt den Volumenstrom an Luft (21 Vol % O₂ und 79 Vol % N₂), der bei einem dynamischen Unterdruck von z. B. - 1,0 mbar durch die Unterdrucksicherung in den Gasspeicherraum einströmen kann.</p>
Ansprechdruck einer Drucksicherung	<p>Statischer Druck, bei dem die Über-/ Unterdrucksicherung öffnet. Durch den Volumenstrom des ausströmenden Biogases / der einströmenden Luft und die dadurch aus der Über-/ Unterdrucksicherung resultierenden Druckverluste stellt sich der dynamische Ansprechdruck ein.</p> <p>Definition laut SVK Biogas:</p> <p>(statische und dynamische Druckverhältnisse) der Über-/ Unterdrucksicherung (Das heißt: Dynamische Drücke unter Berücksichtigung der Druckverluste in Abhängigkeit der Dimensionierung und der Ausführung der Anschlussleitungen und dem Gasvolumen der Überdrucksicherung bei Gasproduktion im Normalbetrieb, effektiver Unterdruck der Unterdrucksicherung bei maximaler Leistung des Verdichters)</p>
Anwender	<p>alle Personen, die mit bzw. am DMGS arbeiten. Dies können sein (Auswahl nicht abschließend):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Arbeitgeber • Autorisiertes Betriebspersonal, Anlagenfahrer • Hersteller der Anlage • Autorisierte Wartungsfirmen

Ausreichend große Lüftung	<p>Die Lüftung ist ausreichend, wenn in dem Arbeitsbereich mit einem Gaswarngerät folgende Konzentrationen kontinuierlich gemessen und unterschritten (CH4, CO2 und H2S) bzw. überschritten (O2) werden:</p> <p>O2 mehr als 19,5 Vol.-% und</p> <p>CH4 weniger als 0,5 Vol.-%</p> <p>CO2 weniger als 0,5 Vol.-%</p> <p>H2S weniger als 5 ppm</p>																																										
Beaufort	<p>Die Beaufortskala ist eine Skala zur Klassifikation von Winden nach ihrer Geschwindigkeit</p> <table><tr><th>Windstärke in Bft.</th><th>Bezeichnung</th><th>Windgeschw. in km/h</th></tr><tr><td>0</td><td>still</td><td>1</td></tr><tr><td>1</td><td>leichter Windzug</td><td>1 - 5</td></tr><tr><td>2</td><td>leichte Brise</td><td>6 - 11</td></tr><tr><td>3</td><td>schwache Brise</td><td>12 - 19</td></tr><tr><td>4</td><td>mäßige Brise</td><td>20 - 28</td></tr><tr><td>5</td><td>frische Brise</td><td>29 - 38</td></tr><tr><td>6</td><td>starker Wind</td><td>39 - 49</td></tr><tr><td>7</td><td>steifer Wind</td><td>50 - 61</td></tr><tr><td>8</td><td>stürmischer Wind</td><td>62 - 74</td></tr><tr><td>9</td><td>Sturm</td><td>75 - 88</td></tr><tr><td>10</td><td>schwerer Sturm</td><td>89 - 102</td></tr><tr><td>11</td><td>Orkanartiger Sturm</td><td>103 - 117</td></tr><tr><td>12</td><td>Orkan</td><td>>118</td></tr></table> <p>Quelle: http://wetter.iei.tu-clausthal.de/beaufort.shtml</p>	Windstärke in Bft.	Bezeichnung	Windgeschw. in km/h	0	still	1	1	leichter Windzug	1 - 5	2	leichte Brise	6 - 11	3	schwache Brise	12 - 19	4	mäßige Brise	20 - 28	5	frische Brise	29 - 38	6	starker Wind	39 - 49	7	steifer Wind	50 - 61	8	stürmischer Wind	62 - 74	9	Sturm	75 - 88	10	schwerer Sturm	89 - 102	11	Orkanartiger Sturm	103 - 117	12	Orkan	>118
Windstärke in Bft.	Bezeichnung	Windgeschw. in km/h																																									
0	still	1																																									
1	leichter Windzug	1 - 5																																									
2	leichte Brise	6 - 11																																									
3	schwache Brise	12 - 19																																									
4	mäßige Brise	20 - 28																																									
5	frische Brise	29 - 38																																									
6	starker Wind	39 - 49																																									
7	steifer Wind	50 - 61																																									
8	stürmischer Wind	62 - 74																																									
9	Sturm	75 - 88																																									
10	schwerer Sturm	89 - 102																																									
11	Orkanartiger Sturm	103 - 117																																									
12	Orkan	>118																																									
Befähigte Person	<p>ist eine Person, die durch ihre Berufsausbildung, ihre Berufserfahrung und ihre zeitnahe berufliche Tätigkeit über die erforderlichen Fachkenntnisse zur Prüfung der Arbeitsmittel verfügt. Sie unterliegt bei ihrer Prüftätigkeit keinen fachlichen Weisungen und darf wegen dieser Tätigkeit nicht benachteiligt werden. [4]</p>																																										
Bestimmungsgemäßer Betrieb oder Verwendung	<p>Betrieb, für den der Doppelmembrangasspeicher gemäß ihrem technischen Zweck bestimmt, ausgelegt, geeignet und genehmigt ist. Zum bestimmungsgemäßen Betrieb gehören insbesondere auch das An- und Abfahren, der Probetrieb und Instandhaltungsvorgänge. [18] Hier meint Betrieb auch Verwendung, Einsatz, Gebrauch, Betriebsablauf, Umsetzung usw. gem. [1] BetrSichV und [1] GefStoffV.</p>																																										

Betreiber bzw. Arbeitgeber	für den Betrieb der Biogasanlage verantwortliche Person. Es wird hier nicht nach Arbeitgeber bzw. Betreiber gem. [1] BetrSichV, [1] GefStoffV und [19] 12. BImSchV sowie Anlagenfahrern unterschieden.
Betriebsmittel	Elektrische und nicht elektrische Anlagen- und Bauteile, Geräte und Komponenten, die in ihrer Gesamtheit den DMGS als Gesamteinheit bilden können (Abhängig vom gewählten Liefer- und Leistungsumfang)
Biogas	<p>Hier: Unter anaeroben Bedingungen aus Gülle und nachwachsenden Rohstoffen entstandenes Gasgemisch.</p> <p>Typischerweise besteht Biogas aus folgenden Komponenten (Angaben in Volumenprozent, Vol.-%) (Auszug aus [18] TRAS 120, 1.5.2.2.1):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Methan (45 bis 75 Vol.-%), • Kohlenstoffdioxid (25 bis 55 Vol.-%), • Wasserdampf (0 bis 12 Vol.-%), • Stickstoff (0 bis 5 Vol.-%), • Sauerstoff (0 bis 2 Vol.-%), • Schwefelwasserstoff (0 bis 0,4 Vol.-%) sowie <p>Spuren von Ammoniak, Wasserstoff und höheren Kohlenwasserstoffen</p>
Doppelmembrangasspeicher (DMGS)	<p>Gasdichte Abdeckung von Behältern, Fundamenten, Erdbecken und Betondecken auf Biogasanlagen zur Speicherung von Biogas, bestehend z.B.: aus Wetterschutzmembran, Gasspeichermembran, Unterkonstruktion, Befestigungssystem, Stützluftgebläse, Über-/Unterdrucksicherung, sowie Füllstandmessung (Abbildung 1 und gewähltem Liefer- und Leistungsumfang)</p> <p>Ebenso in der Literatur verwendete Begriffe sind:</p> <ul style="list-style-type: none"> • (Biogas-) Stützluftfolienhaube • (Biogas-) Stützluftfolienabdeckung • (Biogas-) Stützluftspeicher <p>Doppelmembran (-bio)gasspeicher</p>

Erprobung	Jede Ingangsetzung eines Arbeitsmittels nach einer Instandsetzung zum Zweck der Funktionsprüfung, der Feststellung und Überprüfung von sicherheitstechnisch relevanten Betriebsdaten (z. B. Testläufe) sowie der Vornahme von Einstellungsarbeiten an Arbeitsmitteln und deren Ausrüstungsteilen. [2]
Frostschutz	Maßnahmen gegen das Einfrieren der Bauteile durch Betriebsmittel (z.B. Sperrflüssigkeit) oder Kondensat. Abwehrmaßnahmen sind ab Außentemperaturen unter 5 °C zu treffen.
(Gas)-Dichtheit	<p>Hierbei wird unterschieden in:</p> <ul style="list-style-type: none"> • auf Dauer technisch dichte Anlagenteile, • technisch dichte Anlagenteile und Anlagenteile mit betriebsbedingtem Austritt brennbarer Stoffe <p>siehe hierzu [5], insbesondere Teil 2</p>
Gasproduktion	Pro Zeiteinheit entstehendes Biogasvolumen in Abhängigkeit von der Menge und Art der Inputstoffe
Gaswarngerät	<p>funktionsgeprüftes mind. 4 - Kanalmessgerät (CH₄, O₂, H₂S und CO₂) mit Warnfunktion zum Personenschutz</p> <p>Hinweis für weitere Gase:</p> <ul style="list-style-type: none"> • beim Einsatz von Hühnertrockenkot oder ähnlichem muss NH₃ überwacht werden, • bei Hydrolysestufen muss H₂ überwacht werden <p>Funktionsgeprüfte Gaswarngeräte sind unter https://www.das-ib.de/mitteilungen/Liste_funktionsgepruefter_Gaswarngerate_Projektgruppe%20MEWAGG.pdf zu finden [10].</p> <p>Detailliert siehe Punkt 2.5 der TRGS 722 - Vermeidung oder Einschränkung gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre, GMBI. 2012 [15]</p>

Gefährliche explosionsfähige Atmosphäre (g.e.A.)	Gemisch aus Methan und Kohlendioxid mit Stickstoff und Sauerstoff mit Methankonzentrationen von 4,4 – 17 Vol.-% und einem Sauerstoffgehalt > 11 Vol.-% in einem Volumen > 10 l, bzw. 1/10.000 des Rauminhaltes, vgl. [5].
Geräte	Als Geräte gelten hier Maschinen, stationäre oder ortsbewegliche Vorrichtungen, Steuerungs- und Ausrüstungsteile sowie Warn- und Vorbeugesysteme, die einzeln oder kombiniert zur Erzeugung, Übertragung, Speicherung, Messung, Regelung und Umwandlung von Energien und / oder zur Verarbeitung von Werkstoffen bestimmt sind und die eigene potenzielle Zündquellen aufweisen und dadurch eine Explosion verursachen können.
Inbetriebnahme	Zeitraum der ersten Befüllung des Behälters mit Gärsubstrat und der damit beginnenden Biogasproduktion bis zum Erreichen einer stabilen Biogasproduktion.
Instandhaltung	Instandhaltung ist die Kombination aller technischen und administrativen Maßnahmen, sowie Maßnahmen des Arbeitgebers während des Lebenszyklus eines Arbeitsmittels zur Erhaltung des funktionsfähigen Zustandes oder der Rückführung in diesen, so dass es die geforderte Funktion erfüllen kann. Die Begriffe Wartung, Inspektion und Instandsetzung sind Bestandteile des Oberbegriffes Instandhaltung. [2]
Instandsetzung	Maßnahmen zur Rückführung eines Arbeitsmittels in den Sollzustand, z. B. Austausch von abgenutzten oder defekten Teilen gegen vorgegebene Ersatzteile. Vorgegebene Ersatzteile sind insbesondere diejenigen, die den Herstellerspezifikationen entsprechen. [2]
Inspektion	Maßnahmen zur Feststellung und Beurteilung des Istzustandes eines Arbeitsmittels, einschließlich der Bestimmung der Ursachen der Abnutzung oder Schädigung und dem Ableiten der notwendigen Konsequenzen für eine künftige Nutzung. [2]

Normalbetrieb	<p>ist der Zustand, in dem Anlagen innerhalb ihrer Auslegungsparameter verwendet werden. [11]</p> <p>Störungen (z. B. Versagen von Dichtungen, von Pumpen oder Flanschen oder die Freisetzung von Stoffen infolge von Havarien), die z. B. Instandsetzung oder Abschaltung erfordern, werden hier nicht als Normalbetrieb angesehen.</p> <p>Der Normalbetrieb ist durch den Arbeitgeber hier vor der Inbetriebnahme festzulegen und muss dabei die Randbedingungen der bestimmungsgemäßen Verwendung einhalten.</p>
Personenschutz- ausrüstung (PSA)	<p>Je nach durchzuführender Arbeit: Sicherheitsschuhe, statisch nicht aufladbare Kleidung, Helm, Handschuhe, Schutzbrille, Gaswarngerät, umluftunabhängiges Atemschutzgerät, Fallschutz, etc. [12] und [13]</p>
Schwachgas/ Biogasschwachgas	<p>Biogas-Luftgemische aus Biogasaufbereitungsanlagen oder dem An-/ oder Abfahrprozess von Tunnelfermentationsanlagen mit</p> <p>ca. 3 – 10 Vol.-% CH₄</p> <p>ca. 88 – 97 Vol.-% CO₂</p> <p>bis zu ca. 1 Vol.-% O₂</p> <p>ca. 5 % N₂</p> <p>ca. 200 ppm H₂S</p> <p>sowie Spuren von NH₃, H₂, CO. Es ist davon auszugehen, dass das Gas wasserdampfgesättigt ist.</p>
Sicherheits- einrichtungen	<p>Sicherheitseinrichtungen schützen den DMGS vor Schäden und die Gesamtanlage vor Havarien. Dies sind u. a. die Über-/ Unterdrucksicherung oder die Drucküberwachung des Klemmschlauches und der abführenden Gasleitung (nicht im Lieferumfang).</p> <p>Ferner werden üblicherweise bauseits der Füllstand (LZA⁺ LZA.) und der Druck (PZA⁺ und PZA.) des Gasspeicherraumes mit den notwendigen Folgehandlungen zur Einhaltung des bestimmungsgemäßen Betriebes darunter verstanden.</p>

Stützluftpolster	<p>Raum zwischen Wetterschutzmembran und Gasspeichermembran, der zwangsweise kontinuierlich mit Luft gefüllt wird. (vgl. Abbildung 1: schematische Darstellung DMGS auf einem Behälter).</p> <p>Hinweise:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Die Auslegung der / des Stützluftgebläse(s) hängt u.a. vom: <ul style="list-style-type: none"> • Aufstellort (Windzonen) • maximalen Gasentnahmevolumen • der entnommenen Substratmenge ab. 2. Der Arbeitgeber fixiert in seiner projektspezifischen Gefährdungsbeurteilung eine mögliche Redundanz und Notstrombetrieb <p>Ebenso in der Literatur verwendete Begriffe:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Zwischenraum
Substrat bzw. Substratänderung	<p>Die zum Zwecke der Biogaserzeugung in die Anlage eingebrachten Stoffe bis zum Verlassen des Fermenters oder der Fermenter.</p> <p>Wenn in Biogasanlagen Substrate mit organisch gebundenem Schwefel, wie z. B. Speiseabfälle, Fettabscheiderinhalte oder tierische Nebenprodukte, eingesetzt werden, ist erfahrungsgemäß verstärkt mit der Bildung von Schwefelwasserstoff zu rechnen. Auch eine Bildung von Schwefelwasserstoff aus anorganisch gebundenem Schwefel ist möglich. Daher ist für den Arbeitgeber insbesondere von Biogasanlagen die Kenntnis und Weitergabe an Dritte über die Art und Zusammensetzung der Einsatzstoffe (Substrate, Hilfsstoffe, Anmaischwasser) sowie des pH-Werts für die Beurteilung möglicher Gefährdungen und die Festlegung entsprechender Schutzmaßnahmen wichtig. [18]</p>
Wartung	<p>Maßnahmen zur Erhaltung des Sollzustandes eines Arbeitsmittels. Hierbei kann der Sollzustand, z. B. durch Reinigung und Schmierung des Arbeitsmittels, sowie Ergänzung oder Austausch von Arbeitsstoffen aufrechterhalten werden. [2]</p>

1.3 Abkürzungsverzeichnis

BetrSichV	Betriebssicherheitsverordnung
BGA	Biogasanlage
BHKW	Blockheizkraftwerk
CH ₄	Methan
CO ₂	Kohlendioxid
DGUV	Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung
DMGS	Doppelmembrangasspeicher
DVGW	Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e.V.
EN	Europäische Norm
g.e.A.	gefährliche explosionsfähige Atmosphäre
GefStoffV	Gefahrstoffverordnung
H ₂ S	Schwefelwasserstoff
LZA+ LZA.	Kennzeichnung nach R&I Fließschema, Füllstandüberwachung mit Sicherheitstechnischer Alarmüberwachung und Einleitung von Folgehandlungen
MEWAGG	Die Projektgruppe MEWAGG („Mess- und Warngeräte für gefährliche Gaskonzentrationen“ im Sachgebiet „Explosionsschutz“ des Fachbereichs „Rohstoffe und chemische Industrie“ der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung
NH ₃	Ammoniak
O ₂	Sauerstoff
OEG	Obere Explosionsgrenze
PZA+ PZA.	Kennzeichnung nach R&I Fließschema, Drucküberwachung– mit Sicherheitstechnischer Alarmüberwachung und Einleitung von Folgehandlungen
SVK Biogas	Sachverständigenkreis Biogas
TRAS	Technische Regeln für Anlagensicherheit
TRBS	Technische Regeln für Betriebssicherheit
TRGS	Technische Regel für Gefahrstoffe
UEG	Untere Explosionsgrenze
ÜUDS	Über-/ Unterdrucksicherung

2 Zu Ihrer Sicherheit

2.1 Allgemeine Sicherheitshinweise

Der DMGS dient zum Auffangen und zur Speicherung von Biogas und Biogasschwachgas. Bei Undichtigkeiten sowie beim Öffnen des DMGS kann es zur Bildung von gefährlichen explosionsfähigen Atmosphären durch Biogas-Luft-Gemische und dadurch zu Umwelt-, Sach-, und Personenschäden kommen, wenn nicht ausreichend und nachweislich abgelüftet wird.



Grundsätzlich ist vom Arbeitgeber iSd. [1] GefStoffV ein anlagenbezogenes Explosionsschutzdokument mit Gefährdungsbeurteilung zu erstellen. In diesem Explosionsschutzdokument ist die Betriebsweise der Gesamtanlage (z.B. BGA) festzulegen, zu beschreiben und die Anforderungen der unter Punkt 2.5 definierten bestimmungsgemäßen Verwendung (hier: Normalbetrieb) bzw. Betriebs der Einrichtung zu berücksichtigen.



Biogas und Biogasschwachgas kann durch Kohlendioxid, Schwefelwasserstoff und Ammoniak toxisch wirken und durch Sauerstoffmangel zum Ersticken führen. Biogas ist ein Gasgemisch und kein sog. Normgas. Methan ist in Konzentrationen zwischen ca. 4,4 Vol.-% und 17 Vol.-% bei den üblichen Atmosphärischen Bedingungen in Luft explosionsfähig, vgl. 7.18 „gelber Flyer“.

Die Arbeitsplatzatmosphäre, bei der die Bildung einer g.e.A. nicht ausgeschlossen werden kann, ist daher dauerhaft z. B. mit einem mobilen oder festen Gaswarngerät zu überwachen (siehe MEWAGG-Liste [10]) und ggfs. sind ausreichend dimensionierte Abluftmaßnahmen zu treffen.

Ist eine gesundheitsgefährdende Gaszusammensetzung trotz Lüftungsmaßnahmen nicht zu vermeiden, muss z. B. der Arbeitsplatz verlassen oder ein umluftunabhängiger Atemschutz getragen werden.

Die notwendigen Verhaltensmaßnahmen legt der Arbeitgeber im Sinne des Arbeitsschutzgesetzes und der Betriebssicherheitsverordnung sowie der Gefahrstoffverordnung im Rahmen einer Gefährdungsbeurteilung zur Durchführung der Arbeiten fest. Unterweisungen erfolgen der Gefährdungsbeurteilung entsprechend gegen schriftlichen Nachweis.

Der DMGS als Einrichtung, bestehend aus einzelnen Betriebsmitteln, entspricht unter Beachtung der gültigen Gesetze und Verordnungen den anerkannten Regeln der Technik und kann auftragsspezifisch nach dem Stand der Sicherheitstechnik iSd [19] 12. BImSchV und [18] TRAS 120 ausgeführt werden.

Der Arbeitgeber, bzw. Anwender ist für den sicheren Betrieb des DMGSs verantwortlich. Dieser ist ferner verpflichtet, während der gesamten Nutzungsdauer die Übereinstimmung der erforderlichen Arbeitssicherheitsmaßnahmen regelmäßig mit dem aktuellen Stand der geltenden Gesetze, Verordnungen und Regelwerke zu prüfen und umzusetzen.

Baur Folien empfiehlt daher, dass sich der Arbeitgeber / Betreiber regelmäßig fortbildet. Als Orientierung kann die [20] TRGS 529 oder die [18] TRAS 120 verwendet werden, wobei in kürzeren Intervallen (1 - jährig / 2 – jährig) Tagesveranstaltungen mit entsprechenden Inhalten ausreichen.



Grundsätzlich trifft der Anwender durch die Ausführung der Gesamtanlage und die Art des Betriebes technische und / oder organisatorische Maßnahmen, um die Bildung von gefährlichen explosionsfähigen Atmosphären zu verhindern (1. (primäre) Explosionsschutzmaßnahme gem. [1] GefStoffV § 11).

Kann die Bildung von gefährlichen explosionsfähigen Atmosphären nicht verhindert werden, muss deren Zündung vermieden werden (2. (sekundäre) Explosionsschutzmaßnahme gem. [1] GefStoffV § 11).

Kann auch die Zündung nicht verhindert werden, ist die Abschwächung der schädlichen Auswirkungen einer Explosion zu gewährleisten (3. (tertiäre) Explosionsschutzmaßnahme gem. [1] GefStoffV § 11).

Analog ist dies für den Personenschutz anzuwenden.

Weiterhin muss der Anwender eigenverantwortlich - unter Berücksichtigung des Anlagenstandorts, der Anlagenart und -beschaffenheit sowie der Betriebsweise

- Betriebszustände (hier z. B. Normalbetrieb, Wartung, Störung) definieren,
- eine Gefährdungsbeurteilung erstellen,
- Gefahrenabwehrmaßnahmen definieren und umsetzen,
- Ex-Zonen einteilen sowie
- Wartungs- und Prüfungsintervalle festlegen.

Grundsätzlich sind für alle Arbeiten "unter / mit" Gas Gaswarngeräte zu verwenden.

2.2 Spezielle Sicherheitshinweise



Das Stützluftpolster muss dauerhaft vorhanden sein, damit zusätzliche Lasten wie z. B. Wind, Regen und Schnee keine Schäden am DMGS, insbesondere an den Membranen, an der Unterkonstruktion, etc. hervorrufen.

Bevor die Last auf der Wetterschutzmembran die zulässige Last entsprechend des Betriebsdruckes (vorhandener Betriebsdruck in mbar x 10 = zulässige Last in kg/m²) übersteigt, muss die Wetterschutzmembran sicher von der Last geräumt werden. Ein Schneeräumkonzept ist vom Arbeitgeber standortbezogen, nach den örtlichen Gegebenheiten und Ausführung des Behälters zu erstellen. Das Räumgerät / die Hilfsmittel und Personen dürfen die Membran nicht beschädigen.

Der Klemmschlauch (sofern diese Ausführungsvariante gewählt wurde) muss dauerhaft nachweislich unter einem Betriebsdruck von 5 – 6,5 bar gehalten werden. Dies wird beispielsweise durch Drucksensoren überwacht. Wir empfehlen mindestens bei Betriebsdruckabfall und Laufzeitüberschreitung des Druckluftkompressors über die Steuerung eine Alarmmeldung auszugeben.

Die Über-/ Unterdrucksicherung als Sicherheitseinrichtung muss dauerhaft betriebsbereit sein. Dazu ist bei Temperaturen unter 5 °C auf Frostsicherheit zu achten. Der statisch und dynamische Ansprechdruck und das Abblasevolumen müssen auf den maximal zulässigen Druck des DMGS und die zu erwartende Gasproduktion abgestimmt sein.

Damit die bauseitigen Gasverbraucher nicht mehr Biogas aus dem DMGS fördern, als in ihm vorhanden ist, müssen die Gasverbraucher mit einer Mindestdruck-Absicherung versehen sein. Diese stoppt den Gasverbrauch, damit es nicht zu einer Unterschreitung des zulässigen Unterdruckes und zum Lufteintrag in den Gasspeicherraum über die Unterdrucksicherung kommt und im DMGS zur Bildung von (gefährlichen) explosionsfähigen Atmosphären führt.

Es müssen bauseitig Sicherungsmaßnahmen getroffen werden, die die Gärrestentnahmemenge auf das produzierte Gasvolumen begrenzen, damit durch die Entnahme von Gärrest kein Unterdruck im Behälter entsteht.

2.3 Pflichten des Arbeitgebers

Alle Gesetze und Verordnungen, insbesondere das Arbeitsschutzgesetz, die [1] Gefahrstoffverordnung (GefStoffV), die [1] Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV) und die [19] Störfallverordnung (StörfallV) sind zu beachten.

Gem. Absatz (1) § 3 der [1] BetrSichV hat der Arbeitgeber bei der Gefährdungsbeurteilung die notwendigen Maßnahmen für die sichere Bereitstellung und Benutzung der Arbeitsmittel zu ermitteln. Ferner ist der Arbeitgeber gem. Absatz (9) § 6 der [1] GefStoffV verpflichtet, eine Gefährdungsbeurteilung und ein Explosionsschutzdokument zu erstellen.

Hierfür ist die Festlegung der Parameter des Normalbetriebes durch den Arbeitgeber erforderlich. Dieser hat sich zwingend an die Randbedingungen der bestimmungsgemäßen Verwendung gemäß Kapitel 2.5 dieser Betriebsanleitung zu richten.

Gem. der [1] BetrSichV ist die Anlage vor Inbetriebnahme (§ 14) und danach wiederkehrend alle 3 Jahre (§ 15) durch eine befähigte Person u. a. auf ihre ordnungsgemäßen Montage und die sicheren Funktionen zu prüfen. Hierzu zählen neben der Prüfung der gesamten Biogasanlage insbesondere auch die Prüfung der elektrischen Anlagen und die Prüfung der Dichtigkeit des Doppelmembrangasspeichers.

Aus Explosionsschutzgründen empfehlen wir mindestens:

- die Bildung eines Unterdrucks im gesamten Biogassystem sicherheitstechnisch zu vermeiden,
- die Methankonzentration in der Tragluft regelmäßig nachweislich unter gleichen Bedingungen (idR Füllstand) zu messen (Kapitel 5.1 Instandhaltung / Wartung)

Aus Umwelt-/ und Emissionsschutzgründen empfehlen wir mindestens das Messintervall gemäß Merkblatt zur Überprüfung der Gasdichtigkeit [7] an die realen Messwerte eigenverantwortlich und nachweisbar anzupassen.

2.4 Fachkundiges, befähigtes Personal

Sämtliche in dieser Betriebsanleitung beschriebenen Maßnahmen und Arbeiten dürfen nur durch ausgebildetes und vom Hersteller autorisiertes, geschultes und unterwiesenes fachkundiges Personal durchgeführt werden.



Die Unterweisungen und Schulungen haben mindestens jährlich gegen schriftlichen Nachweis zu erfolgen.

Bei Arbeiten am DMGS sind immer die bauseitigen anlagenspezifischen Gegebenheiten zu beachten sowie die erforderliche persönliche Schutzausrüstung (PSA) zu tragen.

2.5 Bestimmungsgemäße Verwendung

Der DMGS ist ein Teil der gesamten Biogasanlage. Der Betrieb der anderen Anlagenteile, insb. der sicherheitstechnischen Einrichtungen und Betriebsabläufe (z.B. Druckwächter des Biogassystems, Gasentnahmen, Inputmengen, Verweilzeiten etc.), beeinflusst den Betrieb des DMGS. Diese nötigen Einrichtungen der gesamten Anlagen müssen funktionsfähig gewartet und geprüft werden (mind. nach [1] BetrSichV).

Der DMGS dient der gasdichten Abdeckung von Behältern, Fundamenten, Erdbecken und Betondecken auf Biogasanlagen und zur Speicherung von Biogas und Biogasschwachgas.

Der DMGS besteht aus Gasspeichermembran und Wetterschutzmembran (vgl. Abbildung 1). Der Zwischenraum (Stützluftpolster) wird dauerhaft quer durchströmt. Der Betriebsdruck im Stützluftpolster (siehe 3.2) stellt sich über das Zuluftvolumen durch das Stützluftgebläse und den Gegendruck der gegenüberliegenden Ausgleichsklappe, sowie die Masse der Gasspeichermembran ein.

Das produzierte bzw. zugeführte und entnommene Volumen an Biogas und Gärsubstrat muss sich für den Normalbetrieb annähernd im Gleichgewicht befinden. Dabei ist das gesamte Gassystem der Biogasanlage zu betrachten.

Abweichungen vom bauseits angegebenen Entnahmevolumen im kontinuierlichen Betrieb werden durch das Stützluftgebläse und eine Abnahme des Gasvolumens ausgeglichen. Bei zu großem Entnahmevolumen kann es zum Einfallen der Wetterschutzmembran und / oder zum Ansaugen von Umgebungsluft über die Unterdrucksicherung in den Gasspeicherraum kommen. Ferner ist der Gasspeicherraum dauerhaft auf Unterdruck zu überwachen und bei einem Druck von ca. +0,1 mbar die Gasabnahme zu unterbrechen. Diese Sicherheitseinrichtungen / und das Betriebsregime gehören nicht zum Lieferumfang des DMGS der Firma Baur. Ebenso stellt die gelieferte Füllstandmessung keine Sicherheitseinrichtung dar. Die Füllstandmessung dient ausschließlich der Erfassung des Gasfüllstandes des Behälters oder des Gasspeicherraumes.

Unsere (Baur / DAS - IB) Empfehlungen hierzu bei Sommerbetrieb bei Sonne und Wolken:

- Regelbereich im Gasspeicherraum z. B. zwischen 0 und 100 % Füllstand, Reduzierung Substratzufuhr
- Ab z. B. 70 % Füllstand Zuschaltung / Volllast der Gasverbraucher, bei z. B. 20 % Füllstand und weniger Abschaltung / Reduzierung der Gasverbraucher.



Bitte achten Sie darauf, dass Ihre konkreten Grenzwerte des Füllstands immer mit Reserven bestimmt werden müssen. Falsche Einstellungen der Prozessführung können aufgrund der Trägheit der Technologien (z.B. Leistungsreduzierung des BHKW) zu Beschädigungen führen.

Eine geminderte oder unterbrochene Entnahme an Biogas und / oder Gärsubstrat führt zum Heben der Gasspeichermembran. Die verdrängte Luft im Stützluftpolster entweicht durch die Ausgleichsklappe (auch Abluftklappe genannt). Die Ausgleichsklappe in Verbindung mit dem Stützluftgebläse ist in der Lage, Schwankungen des Gasvolumens auszugleichen. Bei vollständig gefülltem Gasspeicher könnte Biogas über die Überdrucksicherung entweichen, wenn es keine gesicherte Gasverwertung gibt. Die Überdrucksicherung muss das maximal entstehende Gasvolumen sowie das statische bzw. dynamische Betriebsverhalten aufgrund der Druckverluste berücksichtigen. Bei der Auslegung der Unterdrucksicherung muss das maximal entnommene Gasvolumen berücksichtigt sein. Die Substratmenge sowie das statische bzw. dynamische Betriebsverhalten aufgrund der Druckverluste müssen ebenfalls berücksichtigt werden. Die Über- / Unterdrucksicherung muss dauerhaft betriebsbereit sein. Ansonsten kann es zu Zerstörung des DMGS, insbesondere der Membranen in Folge von Über- oder Unterdruck oder Überlastungen an den Geräten kommen.

Die Über-/ Unterdrucksicherung ist eine Sicherheitseinrichtung. Der DMGS bzw. die Gesamtanlage ist so zu betreiben, dass es nicht zur Freisetzung von Biogas z. B. über die Überdrucksicherung kommt. Sollte es zur Freisetzung von Biogas über die Überdrucksicherung kommen, ist die Betriebsweise z. B. wie zuvor beschrieben anzupassen bzw. die Fütterung zu reduzieren. Weiterhin dürfen keine Zündquellen in der Nähe der Überdrucksicherung installiert werden (z.B. eine eventuelle Blitzfangstange).

Der DMGS ist für den Betrieb bei Außenlufttemperaturen zwischen -30 °C und 70 °C (gem. Absatz (3) Kapitel 3.5.1 der [18] TRAS 120) geeignet. Die Frostsicherheit der Über-/ Unterdrucksicherung ist gemäß der Betriebsanleitung der Über-/Unterdrucksicherung sicher zu stellen. Der Kompressor zur Erzeugung des Druckes im Klemmschlauch ist für den Betrieb bei Temperaturen zwischen 5 °C und 40 °C geeignet und muss daher in einem frostsicheren Raum untergebracht werden.

Statisch sind herstellerseitig Windlasten entsprechend der Windlastzone (DIN1055-4 Berichtigung 1: 2006-03) berücksichtigt. Sollte die zulässige Auflast, z. B. durch Schnee überschritten werden, muss der DMGS bauseits von dieser Last ordnungsgemäß und sicher geräumt werden.

Die Unterkonstruktion ist standardmäßig für eine Flächenlast von 75 kg/m² ausgelegt.

Zur Verbesserung der Gasqualität und Reduzierung von Lasten durch Eis und Schnee empfehlen wir, das Biogas vom Fermenter über den Nachgärbehälter und das Gärrestelager durchzuleiten und zu entnehmen.

Für die sichere Ausführung dieser Arbeiten hat der Arbeitgeber eine anlagenbezogene Betriebsanweisung zu erstellen.

Für den fachgerechten elektrischen Anschluss, die Verschaltung und die Folgehandlungen der elektrischen Betriebsmittel sowie die Signalverarbeitung, ist der Auftraggeber / Vertragspartner von Baur unter Beachtung der jeweiligen Montage- und Bedienungsanleitung (Kapitel 7, Anhänge) und den örtlichen Vorschriften zur Elektroinstallation verantwortlich.

Die zulässigen Umgebungs- und Betriebsbedingungen, wie z. B. Temperatur und Druck, die elektrischen Kenngrößen sowie weitere Grenzwerte zur bestimmungsgemäßen Verwendung, sind in den technischen Daten der einzelnen Geräte als Teil dieser Bedienungsanleitung festgeschrieben und sind der jeweiligen Betriebsanleitung u.a. aus den Anhängen (Kapitel 7, Anhänge) zu entnehmen.

Die Betriebssicherheit des DMGS ist nur bei bestimmungsgemäßer Verwendung entsprechend den Angaben in dieser Betriebsanleitung sowie in den ergänzenden Betriebsanleitungen der einzelnen Geräte (Kapitel 7) sichergestellt.



Eingriffe am DMGS, die über die in der Betriebsanleitung beschriebenen Anweisungen hinausgehen, dürfen aus Sicherheitsgründen und zum Erhalt möglicher Gewährleistungsansprüche gegenüber dem Hersteller nur durch vom Hersteller autorisiertes Fachpersonal vorgenommen werden.

Bei eigenmächtigen Umbauten oder Veränderungen am DMGS und seinen Nebeneinrichtungen ist das [25] Produktsicherheitsgesetz (ProdSG) zu beachten. Die Gewährleistung des Liefer- und Leistungsumfanges erlischt.

Die Beschreibung des Normalbetriebes im Sinne der Gefahrstoffverordnung (Punkt 1.7 des Anhangs I der [1] GefStoffV) und der [5] TRGS 720 Gefährliche explosionsfähige Atmosphäre - Allgemeines, Stand: 2006 hat durch den Arbeitgeber der Biogasanlage zu erfolgen.

2.6 Sachwidrige Verwendung

Eine sachwidrige Verwendung des DMGS und seiner Nebeneinrichtungen liegt unmittelbar bei Abweichen von der unter 2.5 beschriebenen bestimmungsgemäßen Verwendung vor. Die Verantwortung für einen solchen Betrieb trägt vollumfänglich der Verursacher.

Jede Person, die mit der Inbetriebnahme oder Bedienung des DMGS beauftragt ist, muss diese Betriebsanleitung und insbesondere die Sicherheitshinweise gelesen und verstanden haben.

Wir empfehlen eine nachweisliche Einweisung darauf.

Montage, elektrischer Anschluss, Inbetriebnahme und Bedienung des DMGS bzw. seiner Einzelbauteile muss durch eine qualifizierte Fachkraft (Berufsausbildung) gemäß den Angaben in dieser technischen Betriebsanleitung und den gültigen Normen und Regeln z. B. gem. VDE 0100, VDE 0165, Vorschrift 3 etc. erfolgen.

Der Kompressor dient der Erzeugung des Betriebsdruckes im Klemmschlauch und ist ausschließlich für diesen zu nutzen. Eine weitere Verwendung, z. B. für die Steuerung von pneumatischen Armaturen darf nicht erfolgen.



Der DMGS darf nur innerhalb der zulässigen, in dieser technischen Betriebsanleitung angegebenen Betriebsgrenzen verwendet werden. Jede Verwendung außerhalb dieser bestimmungsgemäßen Grenzen, d. h. der bestimmungsgemäßen Verwendung nach Kapitel 2.5 kann zu erheblichen Gefahren und Folgen führen.

2.7 Produkthaftung

In diesem Kapitel weisen wir eindeutig auf das Produktsicherheitsgesetz und das Produkthaftungsgesetz hin.

Für Personen-, Sach-, Umwelt- und / oder Betriebsschäden, die dadurch entstehen, dass diese Bedienungsanleitung nicht oder nicht vollständig beachtet wurde, übernimmt der Hersteller bzw. Inverkehrbringer / Wirtschaftsakteur keine Haftung.

Bei unberechtigten Eingriffen und Veränderungen am DMGS und seinen Nebeneinrichtungen erlischt die Gewährleistung und alle Ansprüche gegenüber dem Hersteller bzw. dem Inverkehrbringer / Wirtschaftsakteur.

Der Hersteller übernimmt weder Haftung noch Gewährleistung, wenn statt eines Originalteils andere Ersatzteile zum Einsatz kommen und es aufgrund dessen zu Schäden kommt.

Gewährleistungs- oder Haftungsansprüche bei Personen-, Sach-, und Umweltschäden sind ausgeschlossen, wenn eine oder mehrere der folgenden Ursachen vorliegen:

- Unsachgemäßes Transportieren, Montieren, Inbetriebnehmen, Bedienen oder Instandhalten
- Betreiben des DMGS ohne oder mit defekten bzw. eingeschränkten Sicherheitseinrichtungen
- Eigenmächtige Eingriffe oder bauliche Veränderungen ohne schriftliche Zustimmung des Herstellers bzw. Inverkehrbringers / Wirtschaftsakteurs
- Mangelhafte und fehlende Wartung, Prüfung und Instandhaltungsmaßnahmen
- Unsachgemäß durchgeführte Instandhaltungsmaßnahmen
- Nicht bestimmungsgemäße Verwendung
- Fremdkörpereinwirkung
- Höhere Gewalt, wie z. B. Unwetter, Erdbeben und Hochwasser
- Sachwidrige Betriebsdrücke von außen und innen

Schäden, z. B. durch Korrosion, verursacht durch elektrochemische Reaktionen (z. B. unterschiedliche Erdungspotentiale, pH-Wert vom Substrat) oder durch mikrobielle Einflüsse (z. B. Bakterien, Algen, Pilze) begründen keinen Mangel oder Gewährleistungsanspruch.

Unsere Rahmenbedingungen zur Gewährleistung entnehmen Sie bitte unseren allgemeinen Lieferbedingungen oder Ihren Vertragsunterlagen.

2.8 Gewährleistung

Zur Aufrechterhaltung der Gewährleistungsansprüche Gasspeichermembran muss mindestens halbjährlich sowie nach jeder Substratänderung (Veränderung der Materialzusammensetzung im Substratraum (vgl. Abbildung 1), z.B. zusätzlich Hühnertrockenkot oder Abfälle) eine Gasanalyse erfolgen. Diese hat bei Forderungen von Gewährleistungsansprüchen unaufgefordert vorgelegt zu werden.

Folgende Einzelgase sind dabei im Biogas zu analysieren und bei den Grenzwerten der Hersteller zu informieren:

- Methan CH₄ (0 bis 100 Vol.-%),
- Kohlenstoffdioxid CO₂ (0 bis 100 Vol.-%),
- Schwefelwasserstoff H₂S (0 bis 0,15 Vol.-%)
- Ammoniak NH₃ (40 ppm)

Weiterhin weisen wir auf das Kapitel 5.1 „Instandhaltung / Wartung“ hin. Die dort aufgelisteten Aufgaben müssen nachweislich dokumentiert und erledigt werden, um die Gewährleistungsansprüche aufrechtzuerhalten.

2.9 Farbbeständigkeit

Durch Witterungs- und Umwelteinflüsse und einzelne Substratkomponenten, kann es zu Veränderungen der Farbe kommen. Diese äußere Veränderung beeinflusst nicht die Haltbarkeit oder Gasdichtigkeit der Membranen und stellt daher keinen Mangel dar.

Ebenso können Abweichungen der Gaszusammensetzungen, die in der Definition „Biogas“ angegeben wurden, zu Veränderungen des Materials und zur Verkürzung der Lebensdauer führen.

2.10 CE - Konformität

Der DMGS zum Auffangen und Speichern von Biogas besteht aus einzelnen Betriebsmitteln gem. beauftragtem Liefer- und Leistungsumfang. Diese werden durch die Firma Baur Folien GmbH oder Baur Folien Service GmbH in Verkehr gebracht.

Die Erklärungen über die jeweiligen einzelnen Betriebsmittel z.B. Gerätekategorien und weitere Angaben erfolgen durch die einzelnen Hersteller und sind Teil der anliegenden Dokumentation.

Der korrekte Anschluss, Betrieb, Verschaltungen, Folgehandlungen etc. obliegen dem Arbeitgeber.

2.11 Sicherheitshinweise für explosionsfähige Atmosphären

Die notwendigen Unterlagen für das Inverkehrbringen der elektrischen und nicht elektrischen Geräte sowie der einzelnen Betriebsmittel befinden sich im Anhang dieses Dokuments.



Die einzelnen Geräte als Bestandteile des DMGS, mit Ausnahme des Stützluftgebläses und des Füllstandsensors, sind bei bestimmungsgemäßer Montage und Verwendung, **nicht** im Standard Liefer- und Leistungsumfang für den Einsatz in explosionsgefährdeten Bereichen der **Zone 1** (Gerätekategorie 2G)

geeignet.

Bei verschiedenen Arbeiten, wie z. B. der Wartung von Tauchmotorrührwerken oder dem Beseitigen von Schwimmdecken, kann es erforderlich sein, den Gasspeicherraum des DMGS zu öffnen. Durch das unter der Gasspeichermembran vorhandene Biogas kann es durch die Vermischung von Biogas und Luft zur Bildung von gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre im Gasspeicherraum und der näheren Umgebung kommen. Diese Arbeiten sollten im Explosionsschutzdokument und in der / den Gefährdungsbeurteilung(en) des Arbeitgebers besonders betrachtet werden.

Zur **Vermeidung der Bildung einer gefährlichen explosionsfähigen Atmosphäre** innerhalb des Arbeitsbereiches bei Wartungsarbeiten müssen unter Verwendung der persönlichen Schutzausrüstung, insbesondere eines funktionsgeprüften Gaswarngerätes (MEWAGG-Liste [10]) und einer ausreichend großen Lüftung mindestens folgende Maßnahmen durchgeführt werden:

- den Füllstand des Gasspeicherraumes durch Zuführung des vorhandenen Biogases zu den Gasnutzern möglichst weit absenken
- alle Armaturen in biogasführenden Rohrleitungen zum betroffenen Gasspeicherraum schließen
- vor Beginn der Arbeiten den DMGS an der Wind abgewandten Seite öffnen und Gasspeicherraum ggf. belüften
- Arbeitsbereich mit einem Gaswarngerät dauerhaft kontrollieren



Ausreichend große Lüftung (siehe 1.2) = maximaler Gasvolumenstrom \cdot /
Lüftungsvolumen < AGW und/oder UEG

Zur **Vermeidung der Zündung einer explosionsfähigen Atmosphäre** innerhalb des Arbeitsbereiches bei Wartungsarbeiten müssen unter Verwendung der persönlichen Schutzausrüstung, insbesondere eines Gaswarngerätes:

- elektrische Betriebsmittel in diesen Bereichen, die nicht der Kategorie 2 entsprechen, allpolig abgeschaltet werden
- die Gerätekategorie und Explosionsgruppen entsprechend der Zone und des Gases verwendet werden
- Werkzeuge, Kleidung, sowie sonstige Arbeitsmittel entsprechend der Zone verwendet werden

- Regelmäßige Schulungen bzw. Unterweisungen des Bedien- und Servicepersonals zum Explosionsschutz, insbesondere der Zündquellen und zur Toxizität von Biogas durchgeführt werden (siehe [5] und Kapitel 7.18).

Zur **Abschwächung der schädlichen Auswirkungen einer Explosion** innerhalb des Arbeitsbereiches sind mindestens:

- Unbefugten der Zutritt zur Anlage, durch mehrfach verbaute und gut sichtbare Verbotsschilder (P02 und P06 gem. [24] DGUV, Vorschrift 9) an den Gebäuden und Behältern, zu verbieten
- der Arbeitsbereich großräumig abzusperren
- nicht brennbare bzw. schwer entflammbare Kleidung zu tragen

Zündquellenanalyse:

Die Zündquellen nach [23] TRGS 723 - Gefährliche explosionsfähige Atmosphäre - Vermeidung der Entzündung gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre, GMBI 2019 sind im Anhang 7.18 dieses Dokuments zusammengefasst und benannt.

Betrifft:

Normalbetrieb	Wartung/ Reparaturen	Störung	Tritt nicht auf
---------------	----------------------	---------	-----------------

Zündquelle	Bauteil / Vorkommen	Abwehrmaßnahme
Heiße Oberflächen	Klebe- und Schweißarbeiten	Verboten in gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre
Flammen und heiße Gase	Schneid- und Schweißarbeiten	Verboten in gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre
Elektrische Anlagen	Stützluftgebläse	Kategorie 2
	Füllstandmessung	Einbau des Messwertaufnehmers außerhalb möglicher explosionsgefährdeter Bereiche oder geeigneter Kategorie
	Druckluftkompressor	Einbau des Kompressors außerhalb möglicher explosionsgefährdeter Bereiche
Elektrische Ausgleichsströme	Mittelstütze Klemmschiene Stützluftgebläse Druckluftkompressor Über-/ Unterdrucksicherung	Einbindung in den Potentialausgleich mit regelmäßiger Kontrolle
Statische Aufladung	Gasspeichermembran	Oberflächenableitwiderstand laut technischem Datenblatt (Anhang 7.2)

Blitzschlag	Gesamter Dachbereich	Äußerer Blitzschutz z. B. nach DIN 62305, Stand 10 /2011, und VDE 0100 durch Potentialausgleich Regelmäßige Dichtigkeitskontrollen
	Überdrucksicherung	Betriebsführung so anpassen, dass im Normalbetrieb kein Biogas austritt
Elektromagnetische Felder	Schweißmaschinen	Verboten in gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre
Ionisierende Strahlung	-	-
Ultraschall	Evtl. bauseitige Füllstandmessung	-
Exotherme Reaktionen, Selbstentzündung von Stäuben	-	-
Adiabatische Kompressionen und Stoßwellen	Evtl. Kompressoren oder Dieselmotoren	Verboten im explosionsgefährdeten Bereich

3 Produktbeschreibung

3.1 Aufbau

Technischer Der Lieferumfang besteht aus:

Lieferumfang:

- DMGS
- der Dokumentation:
 - dieser Betriebsanleitung
 - den Betriebsanleitungen der eingesetzten Betriebsmittel
 - Flyer - dem Ex-Zonen Flyer inkl. Einteilung von explosionsfähigen Bereichen (Zonen) gem. Richtlinie 99/92/EG und Zündquellen
 - Flyer - Kennzeichnung von Betriebsmitteln

Die einzelnen Der DMGS besteht im Wesentlichen aus (vgl. Abbildung 1):

Geräte:

- Wetterschutzmembran
- Gasspeichermembran
- Befestigung der Membranen



Um den DMGS ordnungsgemäß zu betreiben, ist die bauseitige Bereitstellung von Hilfsenergien erforderlich.

Je nach Ausführungswunsch variieren die einzelnen Betriebsmittel. Die Ausführung der jeweiligen Geräte ist unter 7 Anhänge zu entnehmen.

Typenschild:

Größe:	Ø
Typ:	...
Material:	PE-LD



ID-Nr.:	...
Herstellungsdatum:	

Hersteller:	Baur Folien GmbH oder Baur Folien Service GmbH
	Gewerbestraße 6
	87787 Wolfertschwenden
	+49 (0) 8334 99991-0
	www.baur-folien.de



Größe:	Ø
Typ:	..
Material:	PVC-Gewebe
Farbe:	



ID-Nr.:	
Herstellungsdatum:	

Hersteller:	Baur Folien GmbH oder Baur Folien Service GmbH
	Gewerbestraße 6
	87787 Wolfertschwenden
	+49 (0) 8334 99991-0
	www.baur-folien.de

3.2 Arbeitsweise

Einsatzbereich: Der DMGS dient zum gasdichten Abdecken von Behältern, Fundamenten, Erdbecken und Betondecken auf Biogasanlagen, sowie zum Auffangen und Speichern von Biogas mit einer Temperatur zwischen -30 °C und 70 °C und dem freigegebenen Verwendungszweck.

Betriebsdruck: Der DMGS ist i. d. R. ausgelegt auf einen Betriebsdruck von +3 mbar und einen maximalen Unterdruck von -1 mbar.

Anlagenspezifische Änderungen müssen durch die Firma Baur Folien GmbH oder Baur Folien Service GmbH schriftlich bestätigt werden.

Funktionsprinzip: Der DMGS besteht aus Gasspeichermembran und Wetterschutzmembran. Die Wetterschutzmembran wird dauerhaft durch ein Stützluftpolster in Form gehalten. Das Stützluftpolster wird durch die Ausgleichsklappe auf der gegenüberliegenden Seite des Daches dauerhaft quergelüftet. Durch die Gasspeichermembran permeierendes

Biogas kann sich daher nicht im Stützluftpolster aufkonzentrieren. Der erzeugte Volumenstrom und Druck des Stützluftgebläses und das Gewicht der Ausgleichsklappe stellen den Betriebsdruck im Stützluftpolster und daraus resultierend im Gasspeicherraum ein.

Das Biogas sammelt sich unter der Gasspeichermembran. Diese hebt und senkt sich je nach vorhandenem Biogasvolumen, Temperatur und Druckverhältnissen, sowie Produktion und Entnahme von Biogas. Bei einer absinkenden Gasspeichermembran wird das Stützluftpolster durch das Stützluftgebläse aufgefüllt, bei einer ansteigenden Gasspeichermembran entweicht die verdrängte Stützluft durch die Ausgleichsklappe.

Das Stützluftgebläse muss dauerhaft den Betriebsdruck des Stützluftpolsters sicherstellen.

An der gegenüberliegenden Seite des Stützluftgebläses sollte durch den Arbeitgeber mit einem geeigneten Messgerät z.B. nach [27] DVGW G465-4 (Messbereich ppm) diskontinuierlich die natürliche Permeation nachweislich kontrolliert werden.

Stationäre Messgeräte messen im Bereich UEG und sind deshalb ungeeignet.

Der Füllstand des Gasraumes wird / sollte mit einer Füllstandmessung (vgl. Anhang 7.12) erfasst werden und kann zur Regelung und / oder zur Steuerung der Gasverbraucher dienen.

3.3 Hinweise zum Gebrauch

Die Gasspeichermembran ist beständig gegen, CH₄, CO₂, N₂, O₂, H₂S bis 1.000 ppm, NH₃ bis 2.000 ppm. Zum Nachweis, dass diese Grenzen eingehalten wurden, sind bei Gewährleistungsforderungen Gasanalysen vorzulegen (Kapitel 2.8).

Weiter sind die Membranen beständig gegen Witterungseinflüsse bei Temperaturen zwischen -30 °C und 70 °C.

Vor der Verwendung von Reinigungs- und Hilfsmitteln (z. B. Streusalz) sind diese mit der Fa. Baur Folien GmbH oder Baur Folien Service GmbH abzustimmen.

Gleiches gilt für den Einsatz von Inertgas, wenn außer CO₂ und N₂ andere Gase zum Einsatz kommen sollen.

Die natürliche Methanpermeation der Membrane nimmt mit der Zeit aufgrund der Belastungen zu. Wir empfehlen einen Tausch der Membran, wenn die gemessene Methankonzentration in der Stützluft ca. 1000 ppm erreicht hat. Aufgrund des Umweltschutzes und / oder der Wirtschaftlichkeit kann ein Tausch schon früher durchgeführt werden.

3.4 Verpackung, Transport und Lagerung

Verpackung: Bei Folien, Befestigungsmaterial, Über-/ Unterdrucksicherungen besteht die Verpackung aus Schutzfolie oder Karton auf Pfandpaletten, diese ist umweltverträglich und wiederverwertbar. Entsorgen Sie das anfallende Verpackungsmaterial über spezialisierte Recyclingbetriebe.

**Transport und
-inspektion:**



Der Transport muss unter Berücksichtigung der Hinweise auf der Transportverpackung erfolgen. Nichtbeachtung kann Schäden an Komponenten des DMGS zur Folge haben. Die Lieferung ist bei Erhalt unverzüglich auf Vollständigkeit und eventuelle Transportschäden zu untersuchen.

Festgestellte Transportschäden oder verdeckte Mängel sind schriftlich der Firma **Baur Folien GmbH** oder **Baur Folien Service GmbH** zu melden.

Lagerung: Die Lieferung ist bis zur Montage verschlossen und unter Beachtung der außen angebrachten Aufstell- und Lagermarkierungen aufzubewahren. Sofern nicht anders angegeben, ist die Lieferung unter den folgenden Bedingungen zu lagern:

- nicht im Freien aufbewahren
- trocken lagern
- keinen aggressiven Medien aussetzen
- mechanische Erschütterungen und Beanspruchungen vermeiden
- thermische und chemische Beanspruchungen vermeiden
- diebstahlsicher
- nagetiersicher

4 Montage und Demontage

4.1 Allgemeine Hinweise

Stellen Sie sicher, dass sämtliche bauseitigen Bauteile für den Einsatz geeignet sind.

Für die Auslegung insbesondere der Sicherheitseinstellungen der Über-/ Unterdrucksicherung (statischer und dynamischer Ansprechdruck) ist der Arbeitgeber verantwortlich.

Die Angaben dazu finden Sie im Anhang 7 unter "Technische Daten" sowie in den entsprechenden Betriebsanleitungen bzw. auf dem jeweiligen Typenschild.



Die Montage des DMGS darf nur nach Freigabe durch den Hersteller des Behälters und ggf. des Herstellers des Betonschutzsystems erfolgen.

Bei Betonbehältern ist das Erreichen einer ausreichenden Festigkeit durch den Behälterbauer bzw. Bauherrn zu bestätigen. Der Beton muss u. a. eben und rissfrei entsprechend DIN 1045 sein. Alternativ muss der Beton nachbehandelt werden, z. B. durch Verpressen mit Kunststoffharzen. Betonschutzsysteme müssen vor der Montage des DMGS angebracht werden. Hier ist ebenso die ausreichende Festigkeit zur Montage des DMGS durch den Behälterbauer zu bestätigen.

Die Montage der Membranen kann in der Regel ab Windstärke 4 nach Beaufort, bei Temperaturen unter 5°C und bei Niederschlag nicht erfolgen!



Die Wetterschutz- und Gasspeichermembranen dürfen nur montiert werden, wenn die dauerhaften Funktionen der Über-/ Unterdrucksicherung, des Stützluftgebläses und der gasdichten Befestigung sichergestellt sind. Nach erfolgter Montage ist der dauerhafte Betrieb des DMGS durch den Arbeitgeber sicher zu stellen.

4.2 Montagevorbereitungen

Der Behälter muss geleert und besenrein gereinigt sein. Die Behälterkrone muss besenrein, eben und frei von scharfen Kanten sein. Einbetonierte Befestigungssysteme sind von Betonresten, Wasser und Verunreinigungen zur befreien.

Für die Erreichbarkeit der Behälterkrone muss ein den Vorschriften entsprechendes Arbeitsgerüst gemäß den Vorgaben der Bau-BG sichergestellt sein.

Zur Montage ist ein Kran mit ausreichender Tragkraft und Ausladung erforderlich. Bei Verwendung eines Autokrans muss eine ausreichend tragfähige Zufahrtsmöglichkeit bestehen.



Bei mit Substrat gefüllten Behältern ist mit der Entstehung von Biogas zu rechnen. Es sind dann die Sicherheitshinweise aus Kapitel 2.1 und 2.2 sowie die Sicherheitshinweise für den Ex-Bereich, Kapitel 2.11 zu beachten.

4.3 Montage

Die Montage erfolgt ausschließlich durch Monteure der Baur Folien GmbH und Baur Folien Service GmbH bzw. unter deren Anleitung. Ebenso autorisiert ist durch die Firma Baur geschultes Personal.

4.3.1 Elektrischer Anschluss

Stützluftgebläse sowie ggf. Kompressor für den Klemmschlauch und Messtechnik müssen ordnungsgemäß an die jeweilige Energieversorgung angeschlossen werden.

Hierbei sind die Betriebsanleitungen der einzelnen Geräte im Anhang zu beachten.

Beachten Sie grundsätzlich folgende Sicherheitshinweise:



- Der Anschluss von elektrischen Geräten darf nur durch Fachpersonal durchgeführt werden.
- Die Betriebsanleitungen (Anschluss, Inbetriebnahme, Montage, Wartung) der jeweiligen Geräte ist zu beachten.
- Alle elektrostatisch ableitfähigen [23] oder leitfähigen Materialien sind in den Potentialausgleich der Gesamtanlage nachweislich einzubinden.



- Das Stützluftgebläse wird grundsätzlich in der Kategorie 2 ausgeführt.
- Einhaltung der [2] TRBS 1112 - Instandhaltung und der [5] TRGS 720 - explosionsfähige Atmosphäre sowie [17] TRGS 727 – Vermeidung von Zündgefahren infolge elektrostatischer Aufladungen).
- Stützluftgebläse dürfen nicht in geschlossenen Räumen betrieben werden.
- Der Betriebsort muss so gewählt werden, dass eine Reduzierung des Volumenstroms ausgeschlossen wird.

Der elektrische Anschluss der Geräte hat nach den landesspezifischen Regelwerken zu erfolgen. Bei falscher Montage und Anschluss kann keine Gewährleistung übernommen werden.



Bei Ausfall der Energieversorgung ist der Anschluss einer Notstromversorgung u. a. für das Stützluftgebläse, sowie ggf. dem Kompressor für den Klemmschlauch zu gewährleisten. Bei Biogasanlagen, die der Störfallverordnung unterliegen, ist dies zwingend erforderlich, vgl. auch Erkenntnisse und Hinweise aus der [20] TRGS 529 und [18] TRGS 120.

Ggf. sind Vorkehrungen für den Inselbetrieb und die Synchronisierung zu beachten und auszuführen. Diese Maßnahmen sind in der Gefährdungsbeurteilung bzw. im Störfallkonzept der Gesamtanlage durch den Arbeitgeber zu definieren.

4.4 Inbetriebnahme

Mit der Inbetriebnahme ist in dieser Betriebsanleitung der Zeitraum der ersten Befüllung des Behälters mit Gärsubstrat und der damit beginnenden Biogasproduktion bis zum Erreichen einer stabilen Biogasproduktion gemeint. Bei Erreichen einer stabilen Biogasproduktion wird die vollständige Verdrängung der zu Beginn der Inbetriebnahme vorhandenen Luft im Gasspeicherraum vorausgesetzt.

Vor dieser Inbetriebnahme muss die Über-/ Unterdrucksicherung betriebsbereit sein. Das Stützluftgebläse und ggf. der Kompressor für den Klemmschlauch müssen ab der Montage dauerhaft an die Energieversorgung angeschlossen sein und ihr Betrieb sicher funktionieren.

Der Behälter wird mit Gärsubstrat befüllt. Alle Gasleitungen zu anderen Behältern oder den Gasnutzern sind gasdicht und gesichert abzusperren. Bis das entstehende Biogas die Luft aus dem Gasspeicherraum verdrängt hat, wird das Biogas-Luft-Gemisch über die Überdrucksicherung an die Umgebung abgegeben. Die Überdrucksicherung wird während dieser Phase **nicht mit Sperrflüssigkeit befüllt und der Tauchtassendeckel der Unterdruckseite geöffnet**.



Während der Inbetriebnahme kann es zur Bildung eines explosionsfähigen Biogas-Luft-Gemisches im Gasspeicherraum und um die Überdrucksicherung kommen. Daher sind Zündquellen sicher zu vermeiden! Der Betriebszustand ist im anlagenspezifischen Explosionsschutzdokument und in der Gefährdungsbeurteilung gesondert zu betrachten.

Die Zusammensetzung (CH_4 , CO_2 , O_2) des entstehenden Biogases ist kontinuierlich gemäß Gefährdungsbeurteilung und Arbeitsanweisung des Arbeitgebers zu messen. Sobald der Sauerstoff-Gehalt unter 11,6 Vol.-% liegt und der Methangehalt sicher über der oberen Explosionsgrenze von 17 Vol.-% liegt (siehe Anlage n) und die Verwertung des Biogases zulässt, ist die Überdrucksicherung mit Sperrflüssigkeit zu befüllen und das Biogas einer Verwertung zuzuführen.

4.5 Außerbetriebnahme, Demontage und Entsorgung

4.5.1 Definition Außerbetriebnahme

Mit Außerbetriebnahme wird hier der Vorgang der Beendigung der Gasproduktion, sowie das Öffnen des Gasspeicherraumes und der anschließenden Demontage definiert.

4.5.2 Ablauf Außerbetriebnahme bis zu einer Gaskonzentration über der oberen Explosionsgrenze

Die Substratzufuhr wird unterbrochen. Der Füllstand des Gasspeicherraumes ist möglichst weit durch Verwertung des vorhandenen Biogases durch die Gasverbraucher abzusenken.

Zur Außerbetriebnahme ist, wie in Kapitel 5.2 Vorbereitende Maßnahmen zum Öffnen des DMGS-Systems beschrieben, zu verfahren.

Die Demontage der Folien darf bei Windstärke >4 nach Beaufort und bei Temperaturen unter 0 °C und grundsätzlich bei Niederschlag nicht erfolgen!

Bei der Demontage ist grundsätzlich mit dem Vorhandensein von Biogas unter der Gasspeichermembran zu rechnen. Es kann daher beim Öffnen der Gasspeichermembran zur Bildung von brennbaren und explosionsfähigen Biogas-Luft-Gemischen im Übergangsbereich des Gasspeichers und der Umgebung kommen (Vgl. Anlage 7.15 „Explosionsdreieck“). Daher sind durch den Arbeitgeber eigenverantwortlich in Abhängigkeit der Randbedingungen (z. B. Größe und Form der Austrittsstelle, meteorologische Faktoren wie z. B. Temperatur, Windrichtung und -stärke, Luftdruck, sowie Betriebsbedingungen wie Betriebsdruck, Gasproduktion und -temperatur, Räumlichkeiten etc.) Gefahrenabwehrmaßnahmen festzulegen und umzusetzen (Vgl. [15] TRGS 722 - Vermeidung oder Einschränkung gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre, GMBI. 2012 bzw. [28] BGR 500 Kap. 2.31).



Erfolgt die Demontage in einem explosionsgefährdeten Bereich, dürfen nur die dafür zugelassenen Geräte verwendet werden. Eine mögliche Gefahrenabwehrmaßnahme ist z. B. die Befeuchtung der Oberflächen, um der Funkenbildung entgegenzuwirken.

Es sind dann die Sicherheitshinweise, Kapitel 2.1, 2.2 und die Sicherheitshinweise für den Ex-Bereich, Kapitel 2.11, sowie das anlagenspezifische Explosionsschutzdokument und die Gefährdungsbeurteilung durch den Anwender umzusetzen.

Die Entsorgung der Komponenten des DMGS muss fachgerecht über Entsorgungsfachbetriebe erfolgen.

5 Instandhalten (Wartung und Störungsbeseitigung)

5.1 Instandhaltung / Wartung

Gem. der Technischen Regel für Betriebssicherheit [2] TRBS 1112 – Instandhaltung ist Instandhaltung die Kombination aller technischen und administrativen Maßnahmen, sowie Maßnahmen des Arbeitgebers während des Lebenszyklus eines Betriebsmittels zur Erhaltung des funktionsfähigen Zustandes oder der Rückführung in diesen, sodass die geforderte Funktion erfüllt werden kann. Die Begriffe Wartung, Inspektion und Instandsetzung sind Bestandteile des Oberbegriffes Instandhaltung.

Zur Aufrechterhaltung der Gewährleistung müssen regelmäßig Wartungs- und Instandhaltungsarbeiten durchgeführt werden.



Biogas entsteht unabhängig vom Öffnen des Gasspeichers, bzw. Arbeiten am DMGS. Es sind dann die allgemeinen Sicherheitshinweise, Kapitel 2.1 die Sicherheitshinweise für den Ex-Bereich, Kapitel 2.11, sowie die Vorbereitenden Maßnahmen zum Öffnen des DMGS-Systems, Kapitel 5.2, zu beachten.

Wartungsanweisung	wie wird geprüft	Intervall
<u>Gebläse und Nebeneinrichtungen:</u>		
Funktion, Vibration	Sicht / Gehör	täglich
Druck, Fördervolumen, Motorströme / Versorgungsspannung	Messgeräte	jährlich
Drehrichtung	Sicht	Nach jedem Einschalten
Lagerung kontrollieren	Gehör	1/4 jährlich
Reinigung Laufrad	manuell	1/4 jährlich / bei Bedarf
Rückschlagklappe Funktion	Sicht / Gehör	1/4 jährlich
Abluftklappe Verschleiß	Sicht	1/4 jährlich
Abluftklappe Leichtgängigkeit	manuell	mind. 1/4 jährlich

Wartungsanweisung	wie wird geprüft	Intervall
Spiralschlauch Befestigung, Dichtheit	Sicht / gem. [29] DVGW G469, oder [27] DVGW G 465-4	mind. 1/4 jährlich
Methanmessung Stützluft	Zur Leckagesuche gem. [27] DVGW 465-4 zugelassenes Messgerät	mind. wöchentlich, in Abhängigkeit des Füllstandes und der Messwerte auch kürzer
Verschmutzung der Ansaugöffnung	Sicht	täglich
<u>Druckluft-Kompressor:</u> (nur bei Befestigung im Klemmschlauchprofil)		
Hinweis: Der Kompressor dient zur Erzeugung des Betriebsdruckes im Klemmschlauch und ist ausschließlich für diesen zu nutzen. Eine weitere Verwendung, z. B. für die Steuerung von pneumatischen Armaturen darf nicht erfolgen.		
Siehe Bedienungsanleitung des Kompressors		
<u>Druckluftanschlusset:</u> (nur bei Befestigung im Klemmschlauchprofil)		
Druckschalter Funktionsprüfung (PZA)	Mechanisch/elektrisch und Folgehandlung	1/4 jährlich
Druckminderer Funktion	Mechanisch	1/4 jährlich
Dichtheit	[29] DVGW G469,	mind. monatlich
<u>Glykoler:</u> (nur bei Befestigung im Klemmschlauchprofil)		
Siehe Bedienungsanleitung des Glykolers		
<u>Klemmschlauch und Befestigung auf der Behälterkrone:</u>		
(nur bei Befestigung im Klemmschlauchprofil)		
prüfen auf Beschädigungen	Sicht / manuell	jährlich
prüfen auf korrekten Sitz	Sicht / manuell	regelmäßig/ jährlich

Wartungsanweisung	wie wird geprüft	Intervall
Betriebsdruck 5,5–6,5 bar	Messgeräte	täglich
prüfen auf Dichtheit	Laufzeitüberwachung Druckluftkompressor	täglich
<u>Klemmschiene:</u>		
(nur bei Befestigung im Flach-/Klemmprofil)		
prüfen auf Dichtheit	Zur Leckagesuche gem. [27] DVGW 465-4 zugelassenes Messgerät	Regelmäßig nachweislich in Abhängigkeit der vorhandenen Ausführung
prüfen auf feste Klemmung	Drehmomentschlüssel	Erstmalig eine Woche nach Inbetriebnahme, im Anschluss jährlich
<u>Füllstandmessung:</u>		
Hinweis: Die gelieferte Füllstandmessung stellt keine Sicherheitseinrichtung dar. Die Füllstandmessung dient ausschließlich der Erfassung des Gasfüllstandes des Behälters oder des Gasspeicherraumes!		
Seil (Abnutzung)	Sicht / Funktion	täglich
Seilführung	Sicht / Funktion	täglich
Leichtgängigkeit	Sicht / Funktion	täglich
Siehe Bedienungsanleitung des Sensors		Siehe Herstellerangaben jedoch mind. halbjährliche Sichtkontrolle auf äußere Beschädigung
Verschleiß	Sicht	täglich
<u>ÜÜDS:</u>		
Siehe Bedienungsanleitung der Über-/ Unterdrucksicherung und des optionalen Zubehörs		Füllstände und Frostschutzkonzentration wöchentlich, täglich bei Frost
<u>Folien (Membranen):</u>		
Beschädigungen/ Nähte	Sicht	jährlich
Schneeräumen		nach Bedarf und örtlichen Gegebenheiten

Wartungsanweisung	wie wird geprüft	Intervall
<u>Ausgleichsklappen:</u>		
Leichtgängigkeit / Verschleiß	Sicht und manuelle Funktionsprüfung	täglich
Unterkonstruktion Mittelstütze Netz Gurte	Sicht	z. B. bei Rührwerkwechsel
Entwässerung nur bei externem Gasspeicher, der auf eigenem Fundament aufgestellt ist (vgl. Abbildung 2)	Sicht	regelmäßiges Spülen der Kondensatableitung in Abhängigkeit der Ablagerungen

Die Instandhaltungs- / Wartungsanweisungen der einzelnen o. g. Geräte sind zu befolgen und dem Anhang dieser Betriebsanleitung zu entnehmen.

Die Durchführung der Wartungs-, Instandhaltungs- und Kontrollarbeiten sind im Betriebstagebuch oder im Wartungsplan nachweislich zu dokumentieren.

5.2 Vorbereitende Maßnahmen zum Öffnen des DMGS-Systems

Vor dem Öffnen des DMGS ist die Firma Baur Folien GmbH oder Baur Folien Service GmbH zu informieren.

Unautorisiertes Öffnen und unsachgemäße Handhabung führen zum Verlust jeglicher Gewährleistung.



Bei gefüllten Behältern ist mit dem Antreffen von Biogas zu rechnen. Es sind dann die Sicherheitshinweise, Kapitel 2.1 und 2.2 sowie die Sicherheitshinweise für den Ex-Bereich, Kapitel 2.11 zu beachten.

- Ggf. Einrücken des betroffenen Behälterbereiches, Arbeitsebene ca. 1,0 m \pm 0,1 m unter der Behälterkrone
- Reduzierung der Gasproduktion auf ein Minimum durch rechtzeitige Unterbindung der Substratzufuhr
- Weitestmögliche Entleerung des Gasspeicherraums durch die Gasverbraucher
- Gasdichtes Absperren des betroffenen Gasspeicherraums vom Gassystem gegen Wiederöffnen sichern
- Sperrflüssigkeit der Überdrucksicherung ablassen
- Abschalten des Stützluftgebläses und gegen Wiedereinschalten sichern
- Lösen der Befestigung:
 - 1) Bei Befestigung mit Klemmschlauchprofil:
 - Schließen der Druckluftversorgung für die Versorgung des Klemmschlauches am jeweiligen Behälter
 - Ablassen der Druckluft im Klemmschlauch durch Öffnen des Kugelhahns am Druckluftanschlusset des betroffenen Druckluftkreislaufes
 - Klemmschlauch händisch aus Klemmschiene nehmen / ziehen
 - 2) Bei Befestigung mit Verschraubung:
 - Das Flachprofil durch Lösen der Schrauben an der gewünschten Stelle öffnen.
- Wetterschutzmembrane und Gasspeichermembrane zurückschlagen
- Je nach Ausmaß der Abweichung, dem zu erwartenden Gasaustritt und den meteorologischen Faktoren (z. B. Windgeschwindigkeit, Windrichtung und Großwetterlage) ergeben sich verschieden große Bereiche mit gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre. Die Einteilung der explosionsgefährdeten Bereiche in Zonen und die damit verbundene Gefährdungsbeurteilung und Gefahrenabwehr sind eigenverantwortlich und in Abhängigkeit der auszuführenden Arbeiten vom befähigten Betriebspersonal zu fixieren und entsprechende Gefahrenabwehrmaßnahmen vor Aufnahme der Arbeiten durchzuführen.
- Ständige Kontrolle der Arbeitsplatz- und Umgebungsatmosphäre mit einem Gaswarngerät, ggf. Schutzmaßnahmen ergreifen
- Durchführung der Arbeiten

- Mauerkronenschutz-, Gasspeicher- und Wetterschutzmembran befestigen
 - 1) Bei Befestigung mit Klemmschlauchprofil:
 - Klemmschlauch in Klemmschiene einlegen
 - Klemmschlauch mit Druckluft beaufschlagen
 - 2) Bei Befestigung mit Verschraubung:
 - Die Klemmschiene auf die Membranen legen und die Schrauben befestigen.
Alle Schrauben mit einem Drehmomentschlüssel anziehen
- Stützluftgebläse wieder in Betrieb nehmen
- Gaszusammensetzung in betroffenem DMGS kontrollieren, sobald der Sauerstoffgehalt unter 10 Vol.% ist, Sperrflüssigkeit in Überdrucksicherung einfüllen; Armaturen zum Gassystem wieder öffnen
- Kontrolle der Dichtigkeit des Überganges Wand / DMGS kontrollieren, z. B. nach [29] DVGW G469 durch schaubildende Mittel (Verfahren A4) oder geeignetem Messgerät, z. B. gemäß [27] DVGW G 465-4

5.3 Reparatur / Störungsbeseitigung

Es liegt in der Verantwortung des Arbeitgebers, geeignete Maßnahmen zur Beseitigung anlagenbezogener auftretenden Störungen zu ergreifen.

Basis sind seine Gefährdungsbeurteilung, Arbeitsanweisungen etc. und diese Betriebsanweisung. Die Vorgehensweise ist für die jeweiligen Geräte in den anliegenden Betriebsanleitungen beschrieben oder erfolgt in Abstimmung mit dem Hersteller.

Die Anweisungen der einzelnen o. g. Gerätehersteller sind zu befolgen und dem Anhang (Kapitel 7) dieser Betriebsanleitung zu entnehmen.

Fehlerbeschreibung	Ursache	Fehlerbehebung
Wetterschutzmembran ist instabil ohne ausreichenden Druck	Gebläselaufrichtung ist falsch	Drehrichtung prüfen, ggf. ändern Phasentausch mit Druckluft reinigen, ausblasen
	Gebläselaufrad ist verschmutzt	
	Klemmschlauch nicht mehr im Klemmprofil	Schlauch wieder montieren, Rücksprache mit Fa. Baur
	Gebläseleistung ist zu gering	Reinigung der Ansaugöffnung, BHKW Leistung verringern, größeres Gebläse nachrüsten
	Substrat wird ausgefahren	Wartezeit einplanen (geringere Gärrestentnahme pro Zeiteinheit)
	Gasentnahme wird erhöht	Gebläseleistung anpassen
	Falsche Einstellung der Abluftklappen	Abluftklappen richtig einstellen, Rücksprache mit Fa. Baur.
	Zu großer Öffnungswinkel der Abluftklappen	Begrenzungsschraube auf max. Öffnung von ca. 6 cm einstellen (nicht bei überhängenden Abluftklappen)
	Falsches Axialspiel der Abluftklappen	Die Abluftklappe ist exakt mittig zu positionieren und muss im geschlossenen Zustand planeben auf dem Anschluss aufliegen.
	Abluftklappen zu weit geöffnet	Gewichteinstellung überprüfen → Rücksprache mit Fa. Baur

Klemmschlauch ist aus der Profilschiene gerutscht:	zu wenig Druck im Klemmschlauch	Kompressor ausgefallen, Motorschutzschalter ausgelöst → BA Kompressor
	Zuleitung Druckluft unterbrochen	Zuleitung reparieren, bei Frost evtl. auftauen Druckluftanschlusset überprüfen, ob alle Kugelhähne geöffnet sind
	Überdruck im Behälter	Überdrucksicherung auf Druckeinstellung kontrollieren. → BA ÜUDS ÜUDS reinigen und auf Funktion überprüfen. Prüfen, ob Auslegung der Überdrucksicherung noch stimmt
	Klemmschlauch defekt	Reparatur bzw. Kontakt mit Fa. Baur aufnehmen
Füllstandanzeige schwergängig	Umlenkrolle nicht mehr freigängig	Umlenkrolle freigängig machen oder evtl. erneuern
	Seilführung kontrollieren	evtl. Seil ausdrehen
	Nach Remontage DMGS	Kontrollieren, ob Seildurchführung versetzt Kontrollieren, ob Seil gerade von der Seildurchführung zur Umlenkrolle läuft
	Seillänge kontrollieren	Gewicht hängt unten aus Rohr → Seil zu lang Gewicht steht oben an den Rollen an → Seil zu kurz
Sensor	Ohne Funktion	Fa. Baur kontaktieren
Über-/ Unterdrucksicherung	Siehe BA Über-/ Unterdrucksicherung	

Druckluftleitungen undicht oder defekt:	Die Druckluftversorgungsleitung wurde unsachgemäß behandelt (geknickt, überfahren, angeschnitten oder eingefroren)	ggf. erneuern oder durch Service Fa. Baur erneuern lassen
Druckluftanschlusset defekt bzw. Druckluftanzeige ohne Funktion:	Anschlüsse undicht Anschlüsse defekt Druckanzeige fehlt	Anschlüsse kontrollieren und befestigen ggf. abdichten Anschlüsse erneuern Absperrhahn evtl. geschlossen Absperrhahn wieder in die Ursprungsstellung bringen. Druckluftanzeige defekt. Druckluftanzeige austauschen.
Druckschalter ohne Funktion	Kabelbruch Druckschalter defekt	Kabel kontrollieren und ggf. erneuern Druckschalter austauschen
Glykolarsystem ohne Reaktion oder Funktion:	siehe BA Glykoler	

5.4 Ersatzteile

Die Ersatzteile für den DMGS sind ausschließlich über die **Baur Folien GmbH** oder **Baur Folien Service GmbH** zu beziehen.

Für die Sicherstellung der Funktion wird der Einsatz von Originalersatzteilen empfohlen!

6 Erklärung



EG-Konformitätserklärung

gemäß

**EG-Richtlinie „Geräte und Schutzsysteme zur bestimmungs-
gemäßen Verwendung in explosionsgefährdeten Bereichen“ 2014/34/EU**

für Doppelmembrangasspeicher bestehend aus

- **Gasspeichermembran und Wetterschutzmembran**
- **Befestigung Klemmschlauch o. Klemmschiene (vgl. Auftragsdokumentation)**

ist durch uns in Übereinstimmung mit den o. g. EG-Richtlinien entwickelt, konstruiert und im Jahr 2021 gefertigt.

Folgende harmonisierte Normen sind angewandt und müssen mit jeder Inbetriebnahme vor Ort gem. des Wartungsplans aus der Technischen Dokumentation aufrechterhalten werden:

DIN 4134 „Tragluftbauten: Berechnung, Ausführung und Betrieb“

DIN EN ISO 1421/1-2017-03

EN 62305 (Teil 1 und 3 2011; Teil 2 2006)

Folgende nationale Normen, Richtlinien und Spezifikationen sind angewandt:

ProdSG

Wolfertschwenden, im Januar 2021

.....

Ort und Datum der Ausstellung

.....

Peter Baur

Geschäftsführer Baur Folien GmbH

Hinweise: Jegliche Änderungen an dem oben beschriebenen Erzeugnis lassen die Gültigkeit dieser Erklärung erlöschen.

7 Anhänge (optional, je nach bestelltem Lieferumfang)

7.1 Technische Dokumentation / Werkszertifikat / Konformitätserklärung Gasspeichermembran

7.2 Technische Dokumentation Wetterschutzmembran

7.3 Herstellerbescheinigung

7.4 Gasspeichervolumen

7.5 Standzeit

7.6 Betriebsanleitung Stützluftgebläseset

7.6.1 Sensor (Stützluftüberwachung)

7.7 Betriebsanleitung Füllstandmessung

7.8 Bedienungsanleitung Über-/Unterdrucksicherung

7.8.1 Begleitheizung

7.8.2 Signalgeber der Über-/Unterdrucksicherung

7.9 Betriebsanleitung Druckluftkompressor

7.10 Technische Dokumentation Druckluftanschluß-Set / Druckschalter

7.11 Bedienungsanleitung Glykoler

7.12 Befestigung Klemmschlauch o. Klemmschiene

7.13 Zusatzausstattung

7.14 Abnahmeprotokoll / Dichtigkeitsprotokoll / Checkliste für Erstinbetriebnahme

7.15 Muster Freigabeschein für Arbeiten im explosionsgefährdeten Bereich

**7.16 Explosionsdreieck Methan-Luft-Gemisch und Zündquellen,
Zoneneinteilung explosionsgefährdeter Bereiche**

7.17 Merkblatt zur Überprüfung der Gasdichtigkeit von Biogas-Stützlufthauben

7.18 Flyer der DAS – IB GmbH

7.19 Allgemeine Lieferbedingungen

8 Quellen

Hinweis: Diese Auflistung spiegelt den Stand zum Zeitpunkt der Drucklegung wider.

Die relevanten Normen und Regelwerke können sich mit der Zeit verändern.

- [1] Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV) in der neuesten Fassung
Gefahrstoffverordnung (GefStoffV) in der neuesten Fassung
- [2] TRBS 1112 – Instandhaltung
- [3] TRBS 1201 - Prüfungen von Arbeitsmitteln und Überwachungsbedürftigen Anlagen
- [4] TRBS 1203 -Befähigte Personen
- [5] TRGS 720 GEFÄHRLICHE EXPLOSIONSFÄHIGE ATMOSPHERE - ALLGEMEINES, STAND: 2006– explosionsfähige Atmosphäre
- [6] Technische Regeln für Arbeitsstätten, Sicherheits- und Gesundheitsschutzkennzeichnungen ASR A1.3, Ausgabe: Februar 2013, zuletzt geändert GMBI 2017, S.398
- [7] Merkblatt zur Überprüfung der Gasdichtigkeit von BiogasStützlufthauben, herausgegeben vom SVK Biogas, Stand 11.III.2011
- [8] Grundsätze für die Sicherheit von Biogasanlagen (Sicherheitsregeln) auf Basis der Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV), unter Beachtung der europäischen Richtlinien zum Explosionsschutz (2014/34/EU und 1999/92 EG) und der Gefahrstoffverordnung (GefStoffV), herausgegeben vom SVK Biogas Sachverständigenkreis, Stand 22.II.2012
- [9] Biogas- und Deponiegashandbuch, herausgegeben von DAS – IB GmbH, Stand: X.2018 sowie den dort bis 2015 enthaltenen Sicherheitsregeln des SVK Biogas siehe auch: www.das-ib/mitteilungen/Sicherheitsregeln_BGA_III2011.pdf
- [10] Liste funktionsgeprüfter Gaswarngeräte, herausgegeben von der Projektgruppe MEWAGG („Mess- und Warngeräte für gefährliche Gaskonzentrationen“ im Sachgebiet „Explosionsschutz“ des Fachbereichs „Rohstoffe und chemische Industrie“ der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung). Die Liste wird zweimal jährlich zum 31.III. und 30.IX. aktualisiert.
- [11] Gefahrstoffverordnung (GefStoffV) vom 26.XI.2010, zuletzt geändert durch den

Artikel 148 des Gesetzes vom 29.III.2017

- [12] Arbeitsschutzgesetz vom 7. August 1996, das zuletzt geändert durch den Artikel 427 der Verordnung vom 31. August 2015
- [13] Produktsicherheitsgesetz vom 8. November 2011, das zuletzt geändert durch den Artikel 435 der Verordnung vom 31. August 2015
- [14] Merkblatt zur Information zur Überprüfung der Gasdichtigkeit und Leckagenermittlung insbesondere mittels Messgeräte an Biogasanlagen (BGA) zur Vermeidung von Verwechslungen bei Gasdichtheitsnachweisen und Leckageprüfungen, herausgegeben vom SVK Biogas, Stand 16.III.2013
- [15] TRGS 722 - Vermeidung oder Einschränkung gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre, GMBI. 2012
- [16] Produkthaftungsgesetz vom 15.XII.1989, das zuletzt geändert durch Artikel 5 des Gesetzes vom 17.VII.2017
- [17] TRGS 727 - Vermeidung von Zündgefahren infolge elektrostatischer Aufladungen, GMBI 2019
- [18] TRAS 120 - Sicherheitstechnische Anforderungen an Biogasanlagen vom 20.XII.2018, veröffentlicht Stand Febr. 2019
- [19] 12. BImSchV - Störfall-Verordnung in der Fassung der Bekanntmachung vom 15.III.2017, zuletzt geändert durch Artikel 1a der Verordnung vom 8.XII.2017
- [20] TRGS 529 -Tätigkeiten bei der Herstellung von Biogas, Stand: Februar 2015, zuletzt geändert und ergänzt: 11. September 2017
- [21] BImSchG - Bundes-Immissionsschutzgesetz vom 17. Mai 2013, das zuletzt geändert durch Artikel 3 des Gesetzes vom 18. Juli 2017
- [22] DGUV Vorschrift 3 - Unfallverhütungsvorschrift Elektrische Anlagen und Betriebsmittel
- [23] TRGS 723 - Gefährliche explosionsfähige Atmosphäre - Vermeidung der Entzündung gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre, GMBI 2019
- [24] DGUV Vorschrift 9 - Sicherheits- und Gesundheitsschutzkennzeichnung am Arbeitsplatz (bisher: BGV A8)

- [25] ProdSG – Produktsicherheitsgesetz: Gesetz über die Bereitstellung von Produkten auf dem Markt vom 08.11.2011 zuletzt geändert: 19.06.2020
- [26] ArbSchG – Arbeitsschutzgesetz: Gesetz über die Durchführung von Maßnahmen des Arbeitsschutzes zur Verbesserung der Sicherheit und des Gesundheitsschutzes der Beschäftigten bei der Arbeit vom 07.08.1996 zuletzt geändert: 19.06.2020
- [27] DVGW G 465-4 (M) – Technischer Hinweis / Merkblatt: Gerätetechnik für die Überprüfung von Gasleitungen und Gasanlagen, Mai 2019, 4. Auflage
- [28] DGUV 100-500 – Betreiben von Arbeitsmitteln, BGR Kap. 2.31 Arbeiten an Gasleitungen, April 2008, zuletzt geändert März: 2017
- [29] DVGW G 469 (A) – Technische Regel / Arbeitsblatt: Druckprüfverfahren Gastransport / Gasverteilung vom Juli 2019

