Jetzt kaufen auf shop.wvgw.de
Als Print oder PDF-Download

Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e.V.

DVGW REGELWERK

www.dvgw-regelwerk.de

Technischer Hinweis – Merkblatt
DVGW G 439 (M) Februar 2022

Herkunft und Verwertung von Biogas

Origin and Use of Biogas

GAS

Fachverband BIOGAS

DWA Klare Konzepte. Saubere Umwelt.

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, verbraucherschutzbezogene 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, Februar 2022

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.: 311760

Das Merkblatt DVGW G 439 erscheint inhaltsgleich und unter gleichem Titel auch als DWA-M 363.

Inhalt

Vorwort ... **7**

Verfasserinnen und Verfasser ... **8**

1 Anwendungsbereich ... **9**

2 Normative Verweisungen ... **10**

3 Begriffe ... **14**
3.1 Definitionen ... 14
3.2 Abkürzungen und Formelzeichen ... 16

4 Biogasbeschaffenheit ... **18**
4.1 Qualitäten von Biogas ... 18
4.2 Biogasbeschaffenheit im Hinblick auf die energetische Konversion ... 19
4.3 Umweltrelevante Verunreinigungen des Biogases ... 21
4.3.1 Allgemeines ... 21
4.3.2 Unbehandeltes Biogas ... 22
4.3.3 Abgase aus der Verbrennung von Biogasen ... 22

5 Biogasausbeute ... **23**
5.1 Einleitung ... 23
5.2 Biogasausbeute bei Klärschlammfaulungsanlagen ... 23
5.3 Biogasausbeute bei anaerober Behandlung organisch hochkonzentrierter Abwässer ... 26
5.4 Biogasausbeute bei Vergärungsanlagen mit Substraten landwirtschaftlicher Herkunft ... 27
5.5 Biogasausbeute bei der Vergärung von nachwachsenden Rohstoffen ... 29
5.6 Biogasausbeute bei Abfallvergärungsanlagen ... 32
5.7 Biogasausbeute aus der Ablagerung von Abfällen ... 33
5.8 Biogasausbeute bei der Co-Vergärung insbesondere auf Kläranlagen ... 36

6 Biogasspeicherung und Druckerhöhung ... **36**
6.1 Allgemeines ... 36
6.2 Einfluss des Betriebs des Fermenters auf die Gasproduktion ... 36
6.3 Biogasspeicherung bei Verwertung in Heizkesseln ... 37
6.4 Biogasspeicherung bei Kraft-Wärme-Kopplung ... 37
6.5 Biogasspeicherung bei Gasaufbereitung und Einspeisung in das Gasnetz ... 39
6.6 Empfehlungen zur Auslegung des Biogasspeichervolumens ... 40

6.7 Verfahren der Biogasspeicherung 42
6.8 Druckerhöhung / Verdichtung 44

7 Biogasverwertung 46
7.1 Allgemeines 46
7.2 Wärmeerzeugung mit Biogas 47
7.3 Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) 47
7.3.1 Allgemeines zur Energieumwandlung 47
7.3.2 Gasmotoren 48
7.3.3 Gasturbinen 49
7.3.4 ORC-/CRC-Anlage 50
7.3.5 Brennstoffzelle 50
7.3.6 Energienutzung 51
7.4 Gasaufbereitung 52
7.4.1 Einspeisung ins Gasnetz 52
7.4.2 Verwertung zum Betrieb von Fahrzeugen 52
7.4.3 Abgabe von Biogas an Dritte 53
7.5 Sonstige Nutzung 53
7.5.1 Direktantrieb Aggregate 53
7.5.2 Umwandlung in Wasserstoff 53
7.5.3 Biologische Methanisierung 53

8 Rechtlicher Rahmen 54
8.1 Immissionsschutzrecht 54
8.2 Einordnung in den rechtlichen Rahmen nach Herkunft der Einsatzstoffe 59

9 Abgas 60
9.1 Allgemeines 60
9.2 Einflüsse auf die Abgasbildung 62
9.2.1 Einfluss der Biogascharakteristik auf die Abgasbildung 62
9.2.2 Einfluss der Biogasreinigungsverfahren auf die Abgasbildung 62
9.2.3 Einfluss der Verbrennungsverfahren auf die Abgasbildung 63
9.3 Abgasinhaltsstoffe und Grenzwerte 63
9.3.1 Allgemeines 63
9.3.2 Arbeitsmedizinische Grenzwerte 63
9.3.3 Technische Grenzwerte 64
9.3.4 Gesetzliche Grenzwerte 65
9.4 Konzepte zur Emissionsminderung bei Gasmotor-Blockheizkraftwerken 66
9.4.1 Vorbemerkung 66
9.4.2 Magergemischverbrennung zur Emissionsbegrenzung bei Gas-Ottomotoren 67
9.4.3 Oxidationskatalysator 67
9.4.4 SCR-Katalysator 67
9.4.5 Abgasnachverbrennungssysteme 68
9.5 Messplatz nach DIN EN 15259:2008-01 68
9.6 Etwaiger Nachrüstungsbedarf 68

10 Sicherheitstechnische Grundsätze beim Umgang mit Biogas 68
10.1 Allgemeines 68
10.2 Erstickungsgefahr und toxische Wirkung einzelner Biogaskomponenten 70
10.3 Explosionsgefahr 71
10.3.1 Voraussetzungen 71

10.3.2 Schutzmaßnahmen 74

11 Hinweise zur Gasmesstechnik 76
11.1 Allgemeines 76
11.2 Messung der Biogasmenge 77
11.3 Messung der Biogasqualität 77
11.4 Überwachung von Ex-Zonen und Arbeitsbereichen 77

Anhang A – Beispielhafte Daten zur Größe von Gasspeichern auf Kläranlagen im Verhältnis zur Gasproduktion 79

Anhang B – Beispielhafte Gasanalyse – Faulgas 80

Quellen und Literaturhinweise 82

Bilderverzeichnis

Bild 1 – Verlauf der Deponiegaskonzentrationen (σ) im Deponiekörper über die Zeit, qualitativ 20

Bild 2 – Einwohnerspezifischer Biogasanfall in l/(E·d) 25

Bild 3 – Bild 3: Relevante Ausführungen von Biogasspeichern 45

Bild 4 – Übersicht der Verwertungsmöglichkeiten von Biogas 46

Bild 5 – Elektrische Wirkungsgrade von KWK-Anlagen 47

Bild 6 – Vergleich der elektrischen und thermischen Wirkungsgrade von BHKW (bis 2.500 kW_{el}) und Mikrogasturbine (bis 400 kW_{el}) 48

Bild 7 – Beispielhafter, qualitativer Verlauf von Wirkungsgrad und Abgasemissionen (NO_x, CO und Formaldehyd) in Abhängigkeit des Lambdawerts (Quelle: modifiziert nach MWM 1992) 66

Bild 8 – Explosionsgrenzen von trockenem Biogas bei bekanntem Methangehalt 72

Bild 9 – Dreistoffdiagramm für den Explosionsbereich von Methan/Luft/Kohlenstoffdioxidgemischen 73

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 – Abkürzungen und Formelzeichen 16

Tabelle 2 – Qualitäten und Eigenschaften von Biogas 18

Tabelle 3 – Eigenschaften von Biogasbestandteilen 20

Tabelle 4 – Deponiegastypen 21

Tabelle 5 – Biogasausbeuten bei vollständigem Abbau der organischen Inhaltsstoffe 23

Tabelle 6 – Spezifische Biogasausbeute bezogen auf die zugeführte organische Substanz in Abhängigkeit von der Vorklärzeit und dem Reinigungsziel in der biologischen Stufe 24

Tabelle 7 – Betriebsergebnisse industrieller Biogasanlagen 27

Tabelle 8 – Praxisübliche Wirtschaftsdüngeranfallmengen je Tierkategorie sowie Biogasausbeuten beim Einsatz von Wirtschaftsdünger[1)] in landwirtschaftlichen Biogasanlagen 28

Tabelle 9 – Richtwerte für die Gasausbeute nachwachsender Rohstoffe 31

Tabelle 10 – Richtwerte für die Gasausbeute von Nebenprodukten und Reststoffen 33

Tabelle 11 – Einfluss der Betriebsweise von Anlagen zur Biogasnutzung auf die Bemessung von Gasspeichern 39

Tabelle 12 – Orientierungswerte für die Auslegung des Biogasspeichervolumens 41

Tabelle 13 – Bundesimmissionschutzrechtlich genehmigungsbedürftige Anlagen im Kontext der Erzeugung, Verwertung/Nutzung und Lagerung von Biogasen 56

Tabelle 14 – Zuordnung von Methankonzentration im Faulgas zu den beispielhaften Grenzwerten von 150 ppm/10 kWh bzw. 8 ppm/10 kWh 61

Tabelle 15 – Toxizität von Kohlenstoffmonoxid 64

Tabelle 16 – Wirkungen von Kohlenstoffdioxid 70

Tabelle 17 – Wirkungen von Schwefelwasserstoff 71

Vorwort

Der DWA-Fachausschuss KEK-8 „Biogas“ veröffentlichte im August 2002 die erste Auflage dieses Merkblatts unter dem Titel „Herkunft, Aufbereitung und Verwertung von Biogasen“. Weil sowohl die technische als auch rechtliche Entwicklung im Bereich Biogas in den vergangenen Jahren wesentliche Neuerungen mit sich brachte, hat der Fachausschuss das Merkblatt erstmalig in 2010 und mit der vorliegenden Fassung erneut in 2022 aktualisiert.

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. Es erscheint die vorliegende, dritte Fassung des Merkblatts DWA-M 363 daher als gemeinsam von DVGW, DWA und FvB getragenes Merkblatt im Regelwerk von DWA und DVGW.

Änderungen

Gegenüber dem Merkblatt DWA-M 363 „Herkunft, Aufbereitung und Verwertung von Biogasen“ (November 2010) wurden folgende Änderungen vorgenommen:

a) Änderung des bisherigen Titels „Herkunft, Aufbereitung und Verwertung von Biogasen“ in „Herkunft und Verwertung von Biogas“, da die Ausführungen zur Aufbereitung von Biogas in das Merkblatt DWA-M 361 „Reinigung und Aufbereitung von Biogas“ überführt wurden;

b) Aktualisierung der Angaben zur Biogasausbeute;

c) grundlegende Überarbeitung des Abschnitts zur Biogasspeicherung und Ergänzung der Druckerhöhung;

d) Aktualisierung der Ausführungen zu den rechtlichen Rahmenbedingungen;

e) Aktualisierung der Bezüge zu anderen technischen Regelwerken.

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

Merkblatt DWA-M 363 (11/2010)

Merkblatt DWA-M 363 (08/2002)