

Haftungsausschluss: Dieses Dokument wurde sorgfältig von den Experten der vfdb erarbeitet und vom Präsidium der vfdb verabschiedet. Der Verwender muss die Anwendbarkeit auf seinen Fall und die Aktualität der ihm vorliegenden Fassung in eigener Verantwortung prüfen. Eine Haftung der vfdb und derjenigen, die an der Ausarbeitung beteiligt waren, ist ausgeschlossen.

Vertragsbedingungen: Die vfdb verweist auf die Notwendigkeit, bei Vertragsabschlüssen unter Bezug auf vfdb-Dokumente die konkreten Leistungen gesondert zu vereinbaren. Die vfdb übernimmt keinerlei Regressansprüche, insbesondere auch nicht aus unklarer Vertragsgestaltung.

Inhalt:

1.	Ziel des Merkblattes	2
2.	Allgemeines	2
3.	Aufbau und Funktionsweise einer Biogasanlage	2
4.	Zusammensetzung und Eigenschaften von Biogas	5
5.	Besondere Gefahren bei Feuerwehreinsätzen in Biogasanlagen	6
6.	Maßnahmen	8
7.	Einsatzvorbereitung	11
8.	Weiterführende Informationen	11

Vom Präsidium der vfdb freigegeben am 02.Juli 2012. Überarbeitung vom September 2014

Technisch-Wissenschaftlicher Beirat (TWB)

der Vereinigung zur Förderung des Deutschen Brandschutzes e.V.

Postfach 1231, 48338 Altenberge

1. Ziel des Merkblattes

Da Feuerwehreinsätze in Biogasanlagen immer auch Aspekte des ABC-Einsatzes nach FwDV 500 beinhalten, werden hier die in dortigen Anlagen spezifischen Einsatzhinweise für Schadensfälle im Bereich von Biogasanlagen für die Feuerwehren aufgezeigt.

2. Allgemeines

Biogasanlagen dienen der Erzeugung von brennbarem Gas durch Vergärung von Biomasse (z.B. Gülle, Festmist) und / oder Abfallstoffen (z.B. Material der Biotonne, Schlachtabfälle, Industriereststoffe usw.).

Die Gaserzeugung basiert auf dem natürlichen Zersetzungsprozess organischer Stoffe in sauerstofffreien Systemen, als Fermentation bezeichnet, bei welchem hauptsächlich Methan und Kohlenstoffdioxid entstehen.

Bei den meisten Biogasanlagen wird das entstandene Gas vor Ort in einem Blockheizkraftwerk (BHKW) zur Strom- und Wärmeerzeugung genutzt.

Als Nebenprodukt bei der Biogaserzeugung wird ein als Gärrest bezeichneter Dünger produziert. *Quelle:* [<http://de.wikipedia.org/wiki/Biogasanlage>]

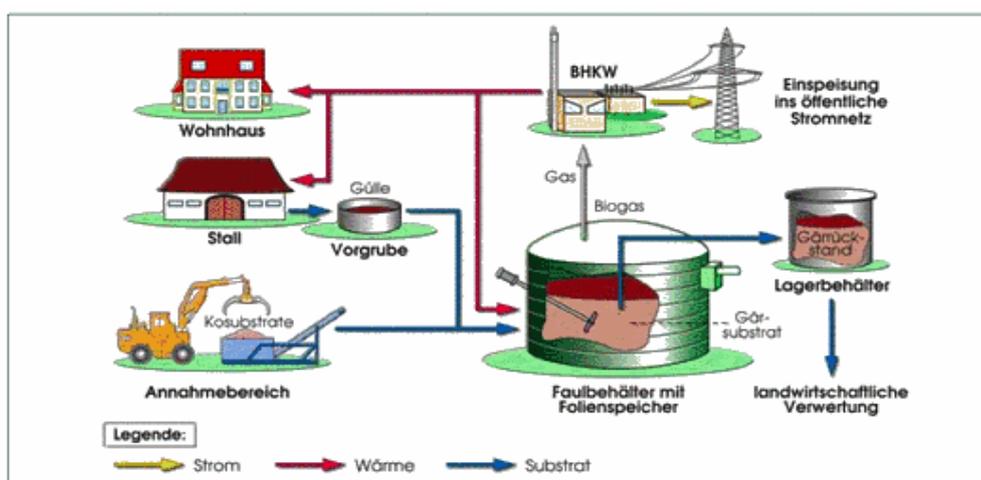
3. Aufbau und Funktionsweise einer Biogasanlage

Aufgrund der in einer Biogasanlage konzentriert auftauchenden unterschiedlichen Gefahren an der Einsatzstelle für Einsatzkräfte werden hier kurz die wesentlichen Anlagenteile dargelegt.

Im Stall wird durch die Tiere Gülle erzeugt und in einer Vorgrube gesammelt.

Am Annahmebereich werden weitere Substrate angeliefert und zusammen mit der Gülle in den Fermenter (Faulbehälter) eingebracht. Im Fermenter werden die Ausgangsstoffe dann zu Biogas vergoren, welches sich im Folienspeicher sammelt.

Der Gärrest wird in einen Lagerbehälter gepumpt und von dort auf die Felder ausgebracht. Das Biogas wird im Blockheizkraftwerk(BHKW) in Strom und Wärme umgewandelt.



Verfahrensschema einer Biogasanlage (Quelle: FNR – Fachagentur Nachhaltende Rohstoffe)

Bild 1: Schematischer Aufbau einer Biogasanlage

[Quelle: <http://www.nep-group.com/text/funktion-von-biogas/aufbau-einer-biogasanlage.html>]

Fermenter

Herzstück einer Biogasanlage ist der so genannte Fermenter, in welchem aus dem eingetragenen Gemisch während einer mehrwöchigen Faulzeit das Biogas erzeugt wird. Hierbei wird das Gemisch unter erhöhten Temperaturen ständig umgewälzt.

Das im Fermenter erzeugte Biogas wird anschließend in einem Biogasspeicher zwischengespeichert, um Schwankungen zwischen Gasproduktion und Gasverbrauch ausgleichen zu können. Die Gasspeicherung findet entweder im Fermenter selbst unter einer Folienhaube oder in einem separaten Gasspeicher statt.

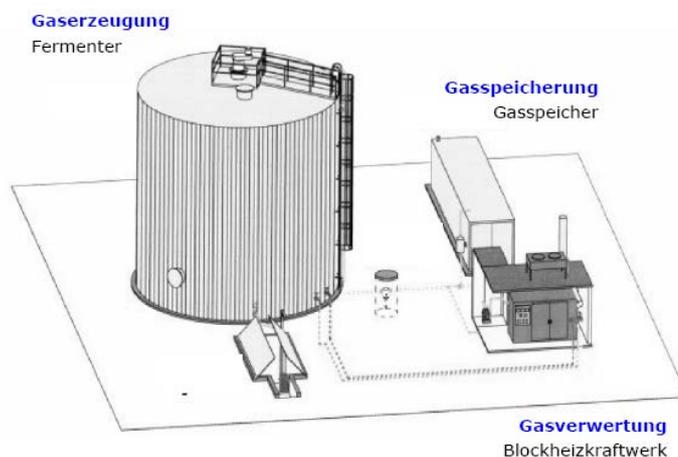


Bild 2:
Schematische Darstellung der Gaserzeugung

Quelle: http://www.smul.sachsen.de/lfi/publikationen/download/52_2.pdf

ACHTUNG:

Vor Befahren des Fermenters das Rührwerk abschalten und gegen Wiederanfahren sichern (ggf. Sicherungsposten an der Steuerung platzieren)!



Quelle: <http://www.uni-koeln.de>

Bild 3: Fermenter [Quelle: <http://www.uni-koeln.de>]

Gasspeicher

Zur Gasspeicherung kommen feste oberirdische, unterirdische und erdgedeckte Gasspeicher, sowie flexible Ballon-, Kissen- und Folienspeicher über Güllelägern und Gär-

behältern zum Einsatz. Ballon- und Kissenspeicher werden in Aufstellräumen aufgestellt, welche ausreichend quergelüftet sein müssen.

ACHTUNG:

Räume mit Gasspeichern im Schadenfall nur unter umluftunabhängigen Atemschutz und Körperschutz betreten!

Ex-Bereich der C-Gefahrstoffe überprüfen!

Gerade bei Lüftung auf Ex-Schutz achten!

Keine nicht Ex-geschützten Überdrucklüfter im Ex-Bereich einsetzen!



Quelle: <http://www.agrotel.at>

Bild 4:
Gasspeicher mit Folienspeicher

Blockheizkraftwerk

Außerhalb des Aufstellraumes sind in der Regel ein Not-Aus-Schalter für das BHKW sowie ein Absperrschieber für die Gaszufuhr vorhanden.

Im Aufstellraum (max. 50 kW elekt. Leistung) können größere Mengen an Zündöl (z.B. Heizöl, Dieselöl, Biodiesel) gelagert werden.



Quelle: <http://www.biogas-nord.de>

Bild 5: Beispiel eines Blockheizkraftwerkes

Gasführende Leitungen

Gasführende Leitungen sind zwischen Fermenter, Gaslager und Blockheizkraftwerk verlegt. Innerhalb von Gebäuden werden gasführende Leitungen i.d.R. aus Metall verwendet. Außerhalb von Gebäuden werden auch Kunststoffleitungen eingesetzt.

4. Zusammensetzung und Eigenschaften von Biogas

Biogas besteht im Wesentlichen aus Methan (50 - 75 Vol.-%) und Kohlenstoffdioxid (25 - 45 Vol%). Neben diesen beiden Stoffen sind noch weitere Bestandteile Schwefelwasserstoff (0,01 - 2,0 Vol.-%) sowie Spuren von Ammoniak, Wasserstoff und vorhanden. Die genaue Zusammensetzung variiert und ist von den Rahmenbedingungen bei der Biogaserzeugung abhängig.

Die Dichte von Biogas liegt im Bereich von Luft, das Gemisch ist also weder deutlich leichter noch deutlich schwerer als Luft.

In Biogasanlagen wird es in der Regel nahezu drucklos (< 0,1 bar) gelagert.

Komponente	Methan (CH ₄)	Kohlenstoffdioxid (CO ₂)	Wasser (H ₂ O)	Stickstoff (N ₂)	Wasserstoff (H ₂)	Sauerstoff (O ₂)	Schwefelwasserstoff (H ₂ S)
Anteil am Biogas[%]	50 – 75	25 – 45	2 – 7	0 – 2	0 – 1	0 – 2	0 - 2

Tabelle 1: Zusammensetzung von Biogas [Quelle: Biogashandbuch Bayern]

Achtung

Biogas enthält C-Gefahrstoffe wie

Methan, Kohlenstoffdioxid und Schwefelwasserstoff

Diese sind Atemgifte der Gruppe 1 bzw. 3

Methan ist hochentzündlich, Ex-Gefahr

Schwefelwasserstoff ist giftig und brennbar

5. Besondere Gefahren bei Feuerwehreinsätzen in Biogasanlagen

Aufgrund der oben dargestellten Zusammensetzung von ABC-Gefahrstoffen im Biogas sind folgende besonderen Gefahren im Bereich von Biogasanlagen zu beachten.

- **Atemgifte**
- **Explosion**
- **Elektrizität**
- **Verbrennungsgefahr an den Zuleitungen**

5.1 Gefahr durch Atemgifte

Methan ist ungiftig, die Aufnahme von Methan kann allerdings zu erhöhter Atemfrequenz (Hyperventilation) und erhöhter Herzfrequenz führen, es kann kurzzeitig niedrigen Blutdruck, Taubheit in den Extremitäten, Schläfrigkeit, mentale Verwirrung und Gedächtnisverlust auslösen, alles hervorgerufen durch Sauerstoffmangel.

Schwefelwasserstoff ist ein übel riechendes, farbloses, stark giftiges Gas, das brennbar und in Wasser wenig löslich ist. Durch seine hohe Dichte sammelt sich das Gas am Boden.

Schwefelwasserstoff hat die Eigenschaft, die Geruchsrezeptoren zu betäuben, wodurch eine Erhöhung der Konzentration nicht mehr über den Geruch wahrgenommen wird. Der Schwellwert für die Betäubung der Geruchsrezeptoren liegt bei einer Konzentration von 200 ppm H₂S.

Auf den Menschen ergeben sich folgende Wirkungen:

- ≈ 100 ppm: Reizung der Schleimhäute an Auge und Atemwegen, Speichelfluss, Hustenreiz
- > 200 ppm: Kopfschmerz, Atembeschwerden
- > 250 ppm: Betäubung der Geruchsrezeptoren
- > 300 ppm: Brechreiz
- ≈ 500 ppm: Kraftlosigkeit, Benommenheit, Schwindel
- > 500 ppm: Krämpfe, Bewusstlosigkeit

Langzeit-Einwirkung unter niedrigen Dosen kann zu Müdigkeit, Appetitlosigkeit, Kopfschmerzen, Gereiztheit, Gedächtnisschwäche und Konzentrationsschwäche führen.

Auf den Menschen ergeben sich konzentrationsabhängig Vergiftungserscheinungen:

- < 100 ppm: nach mehreren Stunden
- > 100 ppm: < 1 Stunde
- ≈ 500 ppm: lebensgefährlich in 30 Minuten
- ≈ 1.000 ppm: lebensgefährlich in wenigen Minuten
- ≈ 5.000 ppm: tödlich in wenigen Sekunden

Das bedeutet, dass H₂S-Konzentrationen von 0,1% nach wenigen Minuten und solche von 0,5% nach wenigen Sekunden tödlich wirken. Bewusstlosigkeit tritt bei solchen Konzentrationen schon innerhalb eines oder mehrerer Atemzüge ein.

Der hohe Anteil von **Kohlenstoffdioxid** im Biogas führt zu Erstickungsgefahr in tiefer liegenden Bereichen.

Aus dem Einsatzstofflager, dem Gärrestlager sowie bei der Substrateinbringung (Vorgrube, Hydrolyse, Hygienisierung, Mischbehälter etc.) können unter Umständen Atemgifte (CH₄, H₂S, CO₂) entweichen. Die Entstehung und Freisetzung dieser Stoffe werden von den chemischen und physikalischen Bedingungen im Substrat beeinflusst. Beim Vermischen von Stoffen mit unterschiedlichem pH-Wert oder beim Vermischen von bereits an gegorenem Material mit wärmeren Substraten können schlagartig H₂S, CO₂ und NH₃ entstehen.

5.2 Gefahr durch Brand/Explosion

Biogas wird in der Regel unter Folienhauben gespeichert. Versuche haben gezeigt, dass bei einer durchgebrannten Folie keine akute Explosionsgefahr besteht, solange das Gas an der Leckage vollständig abbrennt bzw. solange das austretende Gas abgefackelt wird. Sie tritt nur dann auf, wenn das Gas unkontrolliert ausströmt und durch eine Zündquelle entzündet wird.

Die Bereiche, in denen während des normalen Betriebes einer Anlage mit explosiblen Gas-Luftgemischen zu rechnen ist (Ex-Zonen), sind mit einem Hinweisschild gekennzeichnet. Weiterhin müssen ein Ex-Zonenplan und ein Explosionsschutzdokument an der Anlage vorliegen.

Die sicherheitstechnischen Kennzahlen dazu sind:

Bei einem Volumenanteil zwischen 4,4 und 16,5 Prozent in der Luft bildet **Methan** explosive Gemische bzw. gefährliche explosionsfähige Atmosphären.

Methan ist hoch entzündlich, die Zündtemperatur liegt bei 600°C.

Schwefelwasserstoff bildet leicht entzündliche Gas-Luft-Gemische. Der Explosionsbereich liegt zwischen 4,3 Vol-% als untere Explosionsgrenze (UEG) und 45,5 Vol-% als obere Explosionsgrenze (OEG).

5.3 Elektrizität

Im Bereich des BHKW bzw. der Einspeisung in das öffentliche Stromnetz sind Gefahren durch Elektrizität möglich. Die Einspeisung erfolgt in das Niederspannungs- oder Hochspannungsnetz (bis 30 kV – Beim Löschen Mindestabstände gemäß DIN VDE 0132 beachten!). *Quelle: [PDF: Biogasanlagen_Einsatzhinweise-2.pdf]*

5.4 Verbrennungsgefahr

Am BHKW, an Zuleitungen zum Wärmespeicher und am Wärmespeicher selber besteht die Gefahr von Verbrennungen. Bei Leitungsbruch besteht Verbrühungsgefahr durch austretendes heißes Wasser und/oder Wasserdampf. *Quelle: [PDF: Einsatzkraefte-Info_13-Biogasanlagen_02.pdf]*

6. Maßnahmen

Aufgrund der Beteiligung von ABC-Gefahrstoffen bei Unfällen in Biogasanlagen ist die Feuerwehrdienstvorschrift 500 „Einheiten im ABC-Einsatz“ (FwDV 500) anzuwenden.

6.1 Allgemeine Maßnahmen

Allgemeine Einsatzgrundsätze nach FwDV 500

- Windrichtung beachten (Anfahrt, Einsatzverlauf)
- Abstand halten – H₂S
- Eigenschutz beachten (Atemgifte, Ex-Gefahr)
- Gefahrenbereich sofort absperren
- Umluftunabhängiger Atemschutz (PA), Körperschutz
- Zündquellen vermeiden
- Prüfröhrchen- / Ex-Messungen durchführen
- Unbedingt weitere Ausbreitung beobachten

Allgemeine taktische Hinweise zur Einsatzdurchführung

- Bei der Anfahrt Windrichtung beachten, mit dem Wind anfahren. Achtung auch bei der Anfahrt, ohne Messung kein Aussteigen aus dem Fahrzeug ohne Atemschutz
- Abstand halten, mindestens 50 m, da hohe H₂S-Konzentrationen möglich sein können. Fahrzeugaufstellung außerhalb des Ex-Bereiches und unterhalb ETW von H₂S
- Nur unbedingt notwendiges Personal im Gefahrenbereich einsetzen.
- Grundsätzlich unter geeignetem umluftunabhängigem Atemschutz vorgehen.
- Unmittelbaren Gefahrenbereich im Freien räumen und in Abhängigkeit von ermittelten ETW großräumig absperren.
- Permanente Ex-Messungen und Prüfröhrchen-Messungen
- Zündquellen meiden
- Ex-geschützte Geräte und nicht funkenreißendes Werkzeug verwenden

Achtung:**Ausreichenden Sicherheitsabstand einhalten!****Atemschutz ab 20 ppm H₂S-Konzentration (ETW)****Windrichtung beachten!****Ex-Bereich überprüfen und beachten (CH₄, H₂S)****Spezielle einsatztaktische Hinweise****6.2 Menschenrettung ohne Brand**

- Anfahren möglichst mit dem Wind – Giftgas H₂S
- Fahrzeugaufstellung außerhalb des Gefahrenbereichs Ex-Gefahr und Atemgifte, Änderung der Windrichtung beachten.
- Menschenrettung unter Atemschutz
- Brandschutz sicherstellen

6.3 Biogasaustritt ohne Brand

Grundsätzlich gelten die gleichen Punkte wie unter 6.1 aufgeführt!

Einige Punkte sind besonders zu beachten!

- Möglichst Betreiber der Anlage hinzuziehen. Feuerwehrplan beachten.
- Großräumige Absperrung vielleicht notwendig – Giftgas H₂S, ETW überprüfen
- Permanent, großräumig und umfassend Ex-Gefahr - v.a. in Senken - überwachen!
- Brandschutz sicherstellen
- Anlage möglichst mit Hilfe Betreiber herunterfahren.
- Not-Aus betätigen
- Gaszufuhr absperren
- Fachkundigen hinzuziehen

Hinweis: Die Biogasproduktion lässt sich nicht sofort abstellen. Auch wenn die Nachfüllung sofort eingestellt wird, wird noch mehrere Tage Biogas produziert. In Abstimmung mit dem Betreiber können ggf. das BHKW und die Fackel weiter betrieben werden.

Umweltgefährdung durch Substrataustritt

- Auffangvolumen der Anlage für Gülle nutzen, Betreiber hinzuziehen
- Auffangen / Eindeichen von Substrat
- Einlauf in offene Gewässer verhindern

Quelle: [PDF: 10-08-13_MB_001_Brandschutz_biogas_eV.pdf]

6.4 Biogasaustritt mit Brand

Grundsätzlich gelten die gleichen Punkte wie unter 6.1 und 6.2 aufgeführt!

Einige Punkte sind besonders zu beachten!

- Sicherheitseinrichtungen bestätigen (Not-Aus, Gasschieber)
- Öffnungen zu anderen Gebäuden sichern
- Brennende Gasleitungen brennen lassen
- Sicherheitsabstände bei elektrischen Anlagen beachten

Feuer am Fermenter oder am Gasleitungssystem

- Nicht löschen, solange die Gaszufuhr nicht abgesperrt wurde
- Restgas kontrolliert abbrennen lassen
- Umgebung schützen

Feuer am/im BHKW

- Gasleitungen absperren und Not-Aus betätigen
- Dreifachen Löschangriff vorbereiten (Schaum (Austritt von Zündöl), Pulver, CO₂)
- Sicherheitsabstände für elektrische Anlagen gemäß DIN VDE 0132 beachten

Feuer im Schaltschrankraum, Niederspannungsverteiler oder Transformator

- Gasleitungen absperren und Not-Aus betätigen
- Strom abschalten
- Löschen bevorzugt mit CO₂ / Abstände und Löschmittel gemäß DIN VDE 0132

Brand an Gebäudeteilen oder –isolierung

- Löschen mit Wasser, Schaum und/oder CO₂.
- Anlagenteile, insbesondere Gaslager vor Wärmestrahlung, Funkenflug, Flugfeuer schützen.
- Öffnungen zu anderen Gebäudeteilen sichern.

7. Einsatzvorbereitung

Einsatzunterlagen

Nachstehende Unterlagen können vorhanden sein:

- Betriebsanleitungen, erstellt durch den Betreiber der Anlage
- Explosionsschutzdokument gemäß Betriebssicherheitsverordnung (insbesondere Übersicht der Ex-Zonen)
- „**Feuerwehrpläne für bauliche Anlagen**“ nach DIN 14095, erstellt durch den Betreiber im Benehmen mit der Feuerwehr
- **Einsatzpläne** mit Alarm- und Ausrückeordnung, erstellt durch die Feuerwehr, die allgemein folgende Informationen liefern sollten:
 - Anfahrt, Rettungswege, Löschwasserentnahme, Löschwasserrückhaltung, Auffangbehälter für Gülle
 - Fachberater, fachkundige Personen, Behörden, TUIS
 - Gefahrenbereiche mit Gefahrengruppen anhand von Lage- und Grundriss-plänen
 - Krankenhäuser, Spezialkliniken, Rettungsdienste, Fachärzte
 - Unternehmen mit Spezialausrüstungen wie Saug- oder Tankwagen
 - Reservekräfte sowie Nachschub von Material und Verpflegung

8. Weiterführende Informationen

Bayerisches Landesamt für Umwelt (2007): „Biogashandbuch“
www.lfu.bayern.de unter: „Abfall Fachinformation“

Landwirtschaftliche Berufsgenossenschaft (2002): „Sicherheitsregeln für landwirtschaftliche Biogasanlagen“
www.praevention.lsv.de unter „Fachinformation → Broschüren → Merkblätter“

Kreisfeuerwehrverband Ravensburg (2007): „Einsatzhinweise zu Biogasanlagen – Einsatzkräfte-Info Ausgabe 13“ www.kfv-rv.de unter „Einsatzkräfte-Info Ausgabe 13“
 Bundesverband der landw. Berufsgenossenschaften e. V. - Hauptstelle für Sicherheit und Gesundheitsschutz:
http://cdl.niedersachsen.de/blob/images/C1273739_L20.pdf

Technische Information 4 Sicherheitsregeln für Biogasanlagen: (Die Sicherheitsregeln für Biogasanlagen wurden am 30. September 2008 vom Beirat für Sicherheit und Gesundheitsschutz zur Anwendung empfohlen.)
http://www.biogas.org/biogas/sicherheit/2008-11-06_Sicherheitsregel.pdf

Biogas – Anforderungen zur Luftreinhaltung (Bayrisches Landesamt für Umweltschutz) 2002
<http://www.lfu.bayern.de/luft/fachinformationen/biogas/doc/biogasanlagen.pdf>
<http://www.dvgw.de/gas/gase-und-gasbeschaffenheiten/biogas/>
<http://www.fachverband-biogas.de/>

Literaturliste des Biogas-Fachverbandes
<http://www.fachverband-biogas.de/biogas/literatur/Literatur.pdf>

Fachverband Biogas: Merkblatt M-001- Brandschutz bei Biogasanlagen (Stand August 2010)

[http://www.biogas.org/edcom/webfvb.nsf/id/DE_M-001_Brandschutz_bei_Biogasanlagen_Merkblatt/\\$file/M-001-Brandschutz.pdf](http://www.biogas.org/edcom/webfvb.nsf/id/DE_M-001_Brandschutz_bei_Biogasanlagen_Merkblatt/$file/M-001-Brandschutz.pdf)

Muster Explosionsschutzdokument Biogasanlagen

http://www.biogas.org/datenbank/file/notmember/fach/Muster_Exschutzdok_2.pdf

Gütekriterien für Biogasanlagen (Inhaltsverzeichnis):

http://www.vdi.de/uploads/tx_vdirili/pdf/1494172.pdf

Einsatzplanung bei Brand in Biogasanlage:

<http://www.einsatz-netz.de/fachwissen/fachartikel/einsatz/energiegewinnungaus-silomais/>

Biogasanlagen - Sicherheitstechnische Anforderungen:

http://www.netinform.de/GW/files/pdf/11_Patten_FachverbandBiogase.pdf

Biogashandbuch Bayern - Materialienband, Kap. 2.2.5: Anlagensicherheit und Arbeitsschutz Stand Juli 2009:

<http://www.lfu.bayern.de/abfall/fachinformationen/biogashandbuch/doc/kap225.pdf>

Kommission für Anlagensicherheit (KAS),

<http://www.kas-bmu.de/publikationen/publ.htm>

FNR e. V., „Handreichung Biogasgewinnung und –nutzung“:

http://www.fnr-server.de/ftp/pdf/literatur/pdf_208-hr_biogasnutzung_2009.pdf

Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit (Österreich), „Technische Grundlage für die Beurteilung von Biogasanlagen“, 2007, Wien:

www.klimaaktiv.at/filemanager/download/27607/

Nachwachsende Rohstoffe im Freistaat Sachsen, 4. Biogas:

http://www.smul.sachsen.de/de/wu/Landwirtschaft/lfi/inhalt/2351_2372.htm

Diese Liste ist nicht abschließend!