

Explosionsschutz an Biogasanlagen

Schriftenreihe, Heft 12/2016



Stand der Sicherheitstechnik bei Biogasanlagen bezüglich möglicher Explosionsgefährdungen und Empfehlungen zu daraus abzuleitenden Schutzmaßnahmen

Dr. Thomas Lange, Frank Gutte

1	Zielstellung	5
2	Vorbemerkungen und Grundlagen	5
3	Bewertung des derzeitigen Standes der Sicherheitstechnik im Bereich des Explosionsschutzes für Biogasanlagen.....	9
3.1	Vorgrube/Hydrolysebehälter.....	9
3.2	Gärreaktoren (Fermenter, Nachgärbehälter).....	9
3.3	Gärrestendlagerbehälter.....	10
3.4	Gärrestaufbereitung.....	10
3.5	Gasspeicher, Gasentschwefelung.....	11
3.6	Biogassystem mit Biogasdruckerhöhungsgebläse	11
3.7	BHKW-Anlage	12
3.8	Not-Heizkesselanlage und Not-Fackel	12
3.9	Gasaufbereitung und Netzeinspeisung.....	12
3.10	Sonstiges.....	13
4	Hinweise und Vorschläge für Explosionsgefährdungszonen in Biogasanlagen.....	13
4.1	Feststoffdosiersysteme mit aktivem Substrat/Vorgrube/ Hydrolysebehälter	13
4.2	Gärreaktoren (Fermenter und Nachgärbehälter)	14
4.3	Gärrestendlagerbehälter.....	15
4.4	Gärrestaufbereitung.....	16
4.5	Gasspeicher, Gasentschwefelung.....	16
4.6	Biogassystem und Biogasdruckerhöhungsgebläse	18
4.7	Not-Fackelsystem und Not-Heizkesselanlage	19
4.8	BHKW-Aufstellungsräume.....	19
4.9	Gasaufbereitung und Einspeisung	20
5	Abgeleitete Empfehlungen aus übergeordneten neuen/aktualisierten Regelwerken	21
5.1	GefStoffV.....	21
5.2	VDI/VDE 2180 Blatt 6: Sicherung von Anlagen der Verfahrenstechnik mit Mitteln der Prozessleittechnik (PLT) – Anwendung der funktionalen Sicherheit im Rahmen von Explosionsschutzmaßnahmen	21
5.3	TRGS 529 „Tätigkeiten bei der Herstellung von Biogas“.....	25
5.4	Zukünftige TRGS „Prozessleittechnik im Rahmen von Explosionsschutzmaßnahmen“.....	25
5.5	Erkenntnisse aus dokumentierten Störfällen	25
6	Sonstige Hinweise.....	27
7	Zusammenfassung.....	28
	Literaturverzeichnis	30

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Exemplarisches Beispiel möglicher Hazop-Szenarien.....	22
Abbildung 2: Beispiel Risikomatrix nach [9].....	23
Abbildung 3: ZEMA-Ergebnisse mit Störfällen an Biogasanlagen.....	26
Abbildung 4: Mängelstatistik an Biogasanlagen nach [2]	27

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Risikoabhängige Entscheidungshilfe zur SIL-Einstufung.....	24
Tabelle 2: Auswahl sicherheitsrelevanter MSR-Funktionen	25

1 Zielstellung

Das Sächsische Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (LfULG) beauftragte die IBExU Institut für Sicherheitstechnik GmbH Freiberg mit der Fortschreibung der Stellungnahme zum Stand der Sicherheitstechnik von Biogasanlagen im Hinblick auf mögliche Explosionsgefährdungen und daraus resultierender Schutzmaßnahmen.

Hauptgegenstand der Fortschreibung ist die kritische Prüfung der Aktualität des bestehenden Gutachtens zur „Bewertung des derzeitigen Standes der Sicherheitstechnik für Biogasanlagen bezüglich möglicher Explosionsgefährdungen und daraus abzuleitender Schutzmaßnahmen“, IB-12-7-043 vom 23.05.2012 mit besonderer Berücksichtigung neuer bzw. aktualisierter Regelwerke und Schwerpunkten wie

- neue Regelungen bzgl. des Explosionsschutzes durch die Gefahrstoffverordnung,
- Änderungen, die sich aus der TRGS 529 ergeben,
- Änderungen, die sich aus der DGUV 113-001 (früher BGR 104) ergeben,
- Explosionsschutz bei Betriebszuständen außerhalb des bestimmungsgemäßen Betriebes wie An- und Abfahren, Wartung, Störungen,
- Erkenntnisse aus Betriebsstörungen bzw. Störfällen,
- Anforderungen an die Prozessleittechnik, resultierend aus der VDI/VDE 2180, Blatt 6.

2 Vorbemerkungen und Grundlagen

Auch in den Jahren nach der Erstellung des Vorgängergutachtens haben Biogasanlagen in der Bundesrepublik Deutschland und damit auch im Freistaat Sachsen eine wachsende Verbreitung gefunden. Ziel dieser Biogasanlagen ist auch weiterhin primär die Erzeugung eines energetisch verwertbaren Brenngases aus Gärsubstraten (Gülle, Energiepflanzen u. a.) durch mikrobiologische Vergärungsvorgänge.

Des Weiteren sind in der jüngeren Vergangenheit, insbesondere bei Anlagen industrieller Größenordnung, Technologien hinzugekommen, die eine Aufbereitung des Biogases auf Erdgasqualität und die damit verbundene Druckerhöhung und Einspeisung in das Erdgasnetz zum Inhalt haben.

Die Aufbereitung auf Erdgasqualität besteht im Wesentlichen aus dem Entfernen von Kohlendioxid (und ggf. Schwefelwasserstoff). Für eine Einspeisung in das Erdgasnetz sind dann noch eine Verdichtung des Gases auf das Netzniveau und eine Qualitätskontrolle (Analyse) zur Gewährleistung der Erdgasqualität erforderlich.

Biogas selbst ist ein Gasgemisch aus den Hauptkomponenten Methan und Kohlendioxid und enthält des Weiteren noch das sehr giftige und gleichfalls brennbare Gas Schwefelwasserstoff. Methan ist im Biogas mit bis zu 60 Vol.-% enthalten. Biogas ist ein brennbares Gas, das bei Vermischung mit Luft explosionsfähige Gemische bilden kann. Nach [1] sind Biogas/Luft-Gemische mit 6 Vol.-% (UEG) bis ca. 22 Vol.-% (OEG) Biogas explosionsfähig.

Gefährdungsmindernd bei Biogas ist lediglich, dass aufgrund des hohen CO₂-Gehaltes im Biogas die sicherheitstechnischen Kenngrößen

- Mindestzündenergie
- MESG (Normspaltweite) und
- Flammenfortpflanzungsgeschwindigkeit

unkritischer sind als bei reinem Methan, Erdgas oder Kraftstoffdämpfen.

Hinsichtlich der Explosionswirkungen und daraus resultierenden Gefahren für Menschen und Sachwerte bei den Explosionen von Biogas/Luft-Gemischen sind auch weiterhin keine signifikanten Unterschiede zu Explosionswirkungen herkömmlicher Kohlenwasserstoff/Luft-Gemische zu erwarten.

Weil Biogas auch weiterhin als hochentzündliches Brenngas (Nr. 8 der Spalte 1 des Anhangs 1 der 12. BImSchV) einzustufen ist, sind Maßnahmen, die die Bildung explosionsfähiger Gemische aus Biogas und Luft oder deren Entzündung verhindern oder die Explosionswirkungen auf ein unbedenkliches Maß dämpfen, zwingend erforderlich.

Daraus resultiert auch weiterhin, dass für Biogasanlagen nunmehr im Rahmen der nach GefStoffV § 6 geforderten Gefährdungsbeurteilung mögliche Explosionsrisiken zu bewerten sind. Kann im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung/Gefahrenanalyse die Bildung explosionsfähiger Gemische nicht ausgeschlossen werden, werden in der Regel geeignete Explosionsgefährdungszonen festgelegt.

Für die festgelegten Explosionsgefährdungszonen sind Schutzmaßnahmen zu treffen, die eine Zündung explosionsfähiger Atmosphäre sicher verhindern oder Explosionswirkungen auf ein unbedenkliches Maß verringern. Dies ist im Explosionsschutz-Dokument (§ 6 GefStoffV) zu dokumentieren und durch den Unternehmer/Betreiber rechtsverbindlich in Kraft zu setzen.

Grundlage für die Gewährleistung des Explosionsschutzes von Biogasanlagen ist somit immer noch die korrekte Bewertung der Bildungsmöglichkeit explosionsfähiger Biogas/Luft-Gemische.

Erst nach einer Bewertung der Bildungsmöglichkeit explosionsfähiger Gemische lassen sich die geeigneten Schutzmaßnahmen, die Explosionen zuverlässig verhindern können, vernünftig und sinnvoll empfehlen. Alle weiteren Betrachtungen beschränken sich auch weiterhin auf Anlagen zur Flüssigvergärung (kontinuierlich betriebene konventionelle Biogasanlagen).

Aus sicherheitstechnischer Sicht zu betrachten ist, dass eine Lagerung von Gärresten derzeit aus immissionschutzrechtlichen Gründen in Verbindung mit dem novellierten EEG kaum noch in offenen Behältern und Lagunen erfolgt, sondern in gasdicht ausgeführten Gärrestlagerbehältern, die zur Erfassung der u. U. noch vorhandenen Restgasmengen an das Biogassystem der eigentlichen Biogasanlage angekoppelt werden. Ein mögliches Gefährdungspotenzial bleibt dabei, dass dadurch Behälter in Biogasanlagen mit stark bzw. schnell wechselnden Füllständen entstanden sind, deren Gefahrenpotenzial bzgl. der Bildung explosionsfähiger Gemische beim Befüllen bzw. Entleeren nahezu unberücksichtigt bleibt. Dies gilt insbesondere für Anlagen, wo so schnell Gärrest abgezogen wird, dass Pufferkapazität des Gasraumes und Nachbildung nicht ausreichen, um den Abzug zu kompensieren.

Weiterhin ist aus sicherheitstechnischer Sicht auch die Art der Gasentschwefelung für die Einschätzung der Bildungsmöglichkeit explosionsfähiger Biogas/Luft-Gemische von großer Bedeutung. Im Wesentlichen findet man für in jüngster Zeit errichtete oder in Planung befindliche Biogasanlagen folgende Verfahren:

- biologische Entschwefelung durch direkte Lufteinblasung in den Gasspeicher
- biologische Entschwefelung in separaten Gasreinigungsanlagen (Waschturm-Verfahren)
- Gasentschwefelung durch Zugabe von flüssigen Eisenchlorid-Verbindungen direkt zum Substrat
- Gasentschwefelung mittels Aktivkohlefilter

Für die Reinigung von Biogas zur Erzeugung eines in Gastransportnetze einspeisefähigen Biogases (Biometan) kommen ausschließlich chemische oder physikalische Verfahren zur Anwendung, die eine weitere Zugabe von Luft nicht erfordern.

Diese Gasaufbereitungsanlagen stellen derzeit aus der Sicht des Explosionsschutzes kein besonderes Gefahrepotenzial dar, wenn ausgeschlossen werden kann, dass den Gasaufbereitungen explosionsfähige Biogas/Luft-Gemische aus der vorgeschalteten Erzeugeranlage zugeführt werden und die Gasaufbereitungsanlagen nach dem derzeitigen im Gasanlagenbau gültigen technischen Regelwerk (DVGW-Regelwerk) technisch dauerhaft dicht ausgeführt werden. Ein Eindringen von Luft kann auch dadurch ausgeschlossen werden, dass diese Reinigungsstufen in der Regel bei deutlich erhöhten Drücken arbeiten.

Es wird darauf hingewiesen, dass Gasaufbereitungsanlagen einschließlich Gaseinspeisungssysteme nicht von der TI 4/ DGUV 113-001 erfasst werden. Aus sicherheitstechnischer Sicht ist es somit immer geboten, derartige Anlagen einer gesonderten sicherheitstechnischen Bewertung zu unterziehen, insbesondere weil für Einspeiseanlagen selbst immer die PED (RL 97/23/EG) auf Grund der hohen Betriebsdrücke zu beachten ist.

Für die folgenden Betrachtungen zum Stand der Sicherheitstechnik werden die Biogasanlagen wieder in folgende Anlagenteile untergliedert:

- Vorgrube/Hydrolysebehälter
- Fermenter und Nachgärer (Gärreaktoren)
- Gärrestendlagerbehälter
- Gärrestaufbereitung
- Gasreinigung bzw. -entschwefelung
- Gasspeicher
- Biogasdruckerhöhungsgebläse
- BHKW-Anlage (Gasmotoren mit Generatoren zur Erzeugung elektrischer Energie)
- Einspeiseanlage mit speziellem Gasreinigungs- und -konditionierungssystem zur Aufbereitung von Biogas auf Erdgasqualität (Biometan)
- Heizkesselanlage
- Notfackelanlage

Bei den derzeitigen Gefährdungsbeurteilungen für Biogasanlagen werden für die Empfehlung von Explosionsgefährdungszonen im Inneren immer für den Begriff „Normalbetrieb“ die Formulierungen der TRBS 2152 Pkt.

2.1 (2) zugrunde gelegt. Diese werden weiterhin so interpretiert, dass An- und Abfahren und betriebsmäßig zu erwartende Störungen nicht zum Normalbetrieb gehören und demzufolge auch nicht bei der Empfehlung von Explosionsgefährdungszonen berücksichtigt werden müssen.

Es wird darauf hingewiesen, dass weder im Merkblatt der KAS zu Biogasanlagen noch in den Erläuterungen im Anhang der DGUV 113-001 Berücksichtigung fand, wie derartige Betriebssituationen bei der Bewertung des Auftretens explosionsfähiger Gemische im Inneren von Biogasanlagen zu behandeln sind.

Grundsätzlich sollte die Beurteilung der Explosionsgefährdung bzw. die Empfehlung der Explosionsgefährdungszonen für Biogasanlagen unter Berücksichtigung folgender Betriebszustände erfolgen:

- An- und Abfahren der Anlage
- ungestörter Normalbetrieb
- Eintritt betriebsmäßig zu erwartender Störungen

Alle diese genannten Betriebszustände stellen mögliche Betriebszustände einer verfahrenstechnischen Anlage dar und bilden weiterhin in anderen Bereichen der Industrie (chemische Industrie, Gaswirtschaft u. a.) die Grundlage für die Empfehlung von Explosionsgefährdungszonen im Inneren technologischer Systeme und in den Arbeitsstätten.

Für aufbereitetes Biogas (Methan) gelten innerhalb des Explosionsbereiches von Methan (UEG 4,4 Vol.-%, OEG 16,5 Vol.-%) bezüglich des Gefährdungspotenziales alle oben gemachten Aussagen sinngemäß. Eine weitere Differenzierung zum Biogas ist somit nicht erforderlich.

Bei allen folgenden Betrachtungen werden die Vorschriften, Verordnungen, technischen Regelwerke und Richtlinien

- Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV),
- Gefahrstoffverordnung (GefStoffV),
- Explosionsschutzverordnung (RL 94/9/EG),
- Sicherheitsregeln für Biogasanlagen TI 4, Stand 12/2015,
- Merkblatt der KAS „Sicherheit in Biogasanlagen“ (KAS-12, 2009),
- Hinweise zur Genehmigung und Überwachung von Biogasanlagen in Mecklenburg-Vorpommern, Erlass von 2009,
- TRBS 2152, Teil 1 bis Teil 4,
- DGUV 113-001 (früher BGR 104), März 2015,
- TRGS 529,
- VDI/VDE 2180, Blatt 6

berücksichtigt.

3 Bewertung des derzeitigen Standes der Sicherheitstechnik im Bereich des Explosionsschutzes für Biogasanlagen

Der momentane Status quo zur Einteilung von Zonen beruht im Wesentlichen auf den Empfehlungen der DGUV 113-001 (früher BGR 104), März 2015, in deren Anlage 4, Pkt. 4.8 nun die Biogasanlagen als eigenständiger Komplex betrachtet werden. Im bisherigen „Standardwerk“, den Sicherheitsregeln für Biogasanlagen, existiert nur noch ein Verweis auf die DGUV.

Es ist jedoch unbedingt darauf zu verweisen, dass die DGUV nur den bestimmungsgemäßen Dauerbetrieb bewertet. Andere Betriebsweisen wie Anfahren, Abfahren, Wartung, Störungen werden weiterhin nicht betrachtet.

Des Weiteren wird darauf hingewiesen, dass auch die Vorgaben der DGUV in der Beispielsammlung nur Empfehlungen darstellen, von denen in der konkreten Situation begründet abgewichen werden kann. Die letztendliche Bewertung der konkreten Rahmenbedingungen vor Ort obliegt damit in der Endkonsequenz dem Gutachter bzw. ist bei der Erstellung des Explosionsschutzdokuments zu berücksichtigen.

Aus dieser Herangehensweise ergibt sich für die bestehenden Anlagen bis heute folgendes Bild:

3.1 Vorgrube/Hydrolysebehälter

In der DGUV erfolgt eine sehr starke Differenzierung anhand Bauweise/Betriebsweise, Art der Abdeckung etc., sodass hier nicht alle Einzelfälle dargestellt werden. Die schärfste Zuordnung ist Zone 1 im Inneren von weitestgehend abgedeckten Vorgruben

3.2 Gärreaktoren (Fermenter, Nachgärbehälter)

In der DGUV erfolgt mit Ausnahme von lokal sehr begrenzten Bereichen (Einspeisung Entschwefelungsluft, Druckstoßsäuberung von Überläufen: Zone 0) in der Regel eine Einstufung in Zone 2.

Für das Innere dieser Behälter wird auch weiterhin grundsätzlich keine ständige Explosionsgefährdungszone als notwendig erachtet. Nur noch in Ausnahmefällen wird für die Betriebszustände An- und Abfahren temporär Zone 1 oder Zone 2 im Inneren dieser Behälter empfohlen. Schutzmaßnahmen bestehen aber in der Regel nur aus organisatorischen Maßnahmen.

In Abhängigkeit vom Sicherheitsbewusstsein des Planers/Errichters oder des Betreibers sind verstärkt Anlagen zu finden, die ausschließlich elektrische Betriebsmittel verwenden, die für den Betrieb in Zone 1 geeignet sind. Diese Betriebsmittel entsprechen den Anforderungen der RL 94/9/EG an Kategorie-2G-Betriebsmittel.

Die Möglichkeiten der Bildung explosionsfähiger Gemische beim An- und Abfahren, durch den Betrieb von Lufteinblasungen zur biologischen Entschwefelung oder beim Ansprechen der immer noch vorhandenen Unterdruckarmaturen wird häufig durch organisatorische Maßnahmen, wie z. B. Abschaltung von Rührwerken bis zur erneuten Überflutung, begleitende Konzentrationsmessung beim Anfahren/Abfahren etc. berücksichtigt. Um die Überdruck-/Unterdrucksicherungen ist wie bisher lokal Zone 1 mit anschließender Zone 2 vorgesehen.

Besonders kritisch ist anzumerken, dass häufig bei Reparatur- und Reinigungsarbeiten der Bildung explosionsfähiger Gemische in entleerten, aber noch Substratreste enthaltenden Behältern keine Aufmerksamkeit gewidmet wird. So kam es zum Beispiel im Jahr 2011 in der Biogasanlage Lauchhammer bei Reinigungsarbeiten in einem Nachgärbehälter zu einer Explosion, in deren Folge zwei betroffene Arbeiter verstarben.

3.3 Gärrestendlagerbehälter

Gärrestendlager mit Verbindung zum Gassystem sind gemäß DGUV einzustufen wie die Fermenter.

Gärrestendlager wurden bis zur Novellierung des EEG offen bzw. nicht gasdicht abgedeckt ausgeführt. Durch die veränderte, über das EEG geforderte, gasdichte Abdeckung der Endlagerbehälter ergeben sich zusätzliche Explosionsgefährdungen für diese Behälter.

Bei Endlagern ist insbesondere beim Gärrestabzug zu beachten, dass die Abzugsgeschwindigkeit nicht dazu führt, dass Luft in das System eindringt und sich explosionsfähige Atmosphäre bildet. Entsprechende Betrachtungen bzw. Empfehlungen sind in Kap. 4.3 enthalten

Um die Überdruck-/Unterdrucksicherungen ist wie bisher lokal Zone 1 mit anschließender Zone 2 vorgesehen.

3.4 Gärrestaufbereitung

Die Gärrestaufbereitung erfolgt in der Regel mit mechanischen, physikalischen, chemischen oder biologischen Verfahren [4], [5], [6], [7].

Die am häufigsten angewandten Verfahren sind hierbei

- Abpressen/Filtration,
- Umkehrosmose,
- Eindampfung,
- Fällung/Flockung,
- aerobe Belebung

oder ähnliche Verfahren.

Analog zum Gärrestendlager ist davon auszugehen, dass die bei der Aufbereitung gehandhabten Stoffe noch ein Entgasungspotenzial haben und somit eine Explosionsgefahr bewirken können. Je nachdem, ob die Verfahren unter Luftabschluss (z. B. Abpressen im geschlossenen System) oder im Beisein von Luft (z. B. Ein-

dampfung) arbeiten, ergibt sich im Umfeld der Gärrestaufbereitungstechnik eine mehr oder weniger große Wahrscheinlichkeit des Vorhandenseins gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre. Aufgrund der sehr großen Vielfalt der möglichen Technologien kann an dieser Stelle keine verallgemeinernde Einschätzung getroffen werden.

Empfehlungen bzw. Regularien zur speziellen Problematik der Gärrestaufbereitung sind nicht bekannt, derartige Systeme werden derzeit nicht von der DGUV erfasst.

Grundsätzlich sollte zum jetzigen Zeitpunkt jedoch immer davon ausgegangen werden, dass eine Freisetzung von brennbarem Gas in den Gärrestaufbereitungsanlagen erfolgen kann. Eine explosionsschutztechnische Betrachtung der Gärrestaufbereitungen im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung sollte zwingend sein. Insbesondere wird darauf hingewiesen, dass auch die zunehmend verbreiteten Anlagen zur Gärresttrocknung einer explosionsschutztechnischen Bewertung bzgl. möglicher Gasexplosions- bzw. Staubexplosionsgefährdungen zu unterziehen sind. Es wird darauf verwiesen, dass dies im Bereich der Klärwerkstechnik/Abwasserreinigung (Klärschlamm-trocknung) Stand der Technik ist.

3.5 Gasspeicher, Gasentschwefelung

Je nach Art und Aufbau des Gasspeichers und nach Art und Umfang von Sicherheitsmaßnahmen wie Prüfungen/Überwachung sieht die DGUV unterschiedliche Zonen vor. Im Folienzwischenraum bei häufig genutzten Tragleiftspeichern reicht die empfohlene Zoneneinteilung bis Zone 0.

Auch für das Innere von Gasspeichern, in die Luft zu Entschwefelungszwecken eingeblasen wird, bzw. für das Innere von Waschkolonnen in separaten Entschwefelungsanlagen, die gleichfalls mit Lufteinblasung arbeiten, wird lokal an der Einblasestelle Zone 0 empfohlen (s. auch Kap. 3.2). Explosionsgefährdungszonen werden in der Regel um die Gasspeicher gemäß Zone 2 empfohlen. Für das Innere gelten die Aussagen zum Fermenter bzw. Gärrestlager mit Foliendach.

Die Bildung explosionsfähiger Gemische beim An- und Abfahren, im ungestörten Normalbetrieb (um die Austrittsstelle der Luft im Speicher oder der Gasreinigungskolonnen wird der gesamte Explosionsbereich durchfahren) und bei zu erwartenden Betriebsstörungen (Nachlassen der Biogasproduktion bei händisch geregelter Lufteinblasung [Normalfall]) bleibt weiterhin unberücksichtigt.

Der Stand der Sicherheitstechnik in diesem Bereich von Biogasanlagen ist unverändert geblieben.

3.6 Biogassystem mit Biogasdruckerhöhungsgebläse

Im Bereich des Biogassystems bzw. dazugehöriger Biogasdruckerhöhungsgebläse hat sich der Stand der Sicherheitstechnik nicht bedeutsam geändert. Es wird darauf hingewiesen, dass derzeit als Biogasdruckerhöhungsgebläse mindestens Maschinen der Gerätekategorie 3 nach RL 94/9/EG eingesetzt werden.

3.7 BHKW-Anlage

Für BHKW-Anlagen erfolgt weiterhin keine Empfehlung von Explosionsgefährdungszonen.

Die Bildung explosionsfähiger Gemische im Aufstellungsraum wird mehrheitlich durch eine überwachte technische Be- und Entlüftung sowie eine Raumlufüberwachung sichergestellt. Eine Bewertung in der DGUV erfolgt nicht. Die früher immer wieder festgestellten Mängel, wie

- fehlende Kopplung zwischen Belüftungsgebläse und Gaswarnanlage,
- ungeeignete Gaswarnanlagen (Verwendung von Geräten für Privat-Haushalte),
- falsche Sicherheitskonzeption (bei Gasalarm schaltet BHKW und Belüftungsgebläse ab, Biogasgebläse läuft weiter),
- gemeinsame Aufstellung von BHKW und Heizkesselanlage in einem Raum,
- fehlende optische und akustische Alarmierung

finden sich de facto nicht mehr, sondern die BHKW sind nahezu ausnahmslos mit der unter Kap. 4 beschriebenen „Sicherheitskette“ ausgestattet. Sicherheitstechnisch nach wie vor nachteilig und bedenklich ist jedoch, dass automatisch schließende, außerhalb des BHKW angeordnete Absperrarmaturen nicht im technischen Regelwerk verankert sind und auch kaum eingebaut werden.

3.8 Not-Heizkesselanlage und Not-Fackel

Aus explosionsschutztechnischer Sicht gibt es in diesem Bereich von Biogasanlagen weiterhin keinen Handlungsbedarf für weitergehende Maßnahmen.

3.9 Gasaufbereitung und Netzeinspeisung

Die Gasaufbereitung des Biogases zu sog. Bioerdgas/Biomethan erfolgt meistens durch physikalische Verfahren. Bevorzugt zu nennen sind hierbei

- Adsorption (speziell Druckwechseladsorption),
- Absorption (Selexolwäsche, Druckwasserwäsche, andere Waschmittel).

Bekannt sind weiterhin Wäschen mit chemischen Reaktionen (Natronlauge), trockene Membranverfahren oder kryogene Verfahren. In vielen Fällen laufen die Verfahren unter erhöhtem Druck ab.

Die Netzeinspeisung beinhaltet im Wesentlichen die Druckerhöhung des Gases auf geringfügig oberhalb des Netzdruckes mit Hilfe eines Verdichters.

Ggf. wird vorher ein Zwischenspeicher eingesetzt, über den der stabile Dauerbetrieb des Verdichters auch bei leicht schwankender Gasbereitstellung gewährleistet wird [8].

Die Netzeinspeisung stellt wiederum ein technisch dichtes, geschlossenes System dar, bei dem lediglich beim An- und Abfahren mit gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre zu rechnen ist, falls dies nicht durch geeig-

nete Maßnahmen wie Inertisieren ausgeschlossen wird. Die Anlagen werden technisch dicht bzw. dauerhaft technisch dicht ausgeführt.

Diese Technologie der Gasaufbereitung und Netzeinspeisung ist nicht originärer Bestandteil einer Biogasanlage. Falls die Anlage eine Energieanlage gemäß EnWG ist, gelten dessen Regelungen, ansonsten die der BetrSichV.

3.10 Sonstiges

Zusammenfassend muss festgestellt werden, dass es im Bereich der Gewährleistung des Explosionsschutzes von Biogasanlagen deutlich weniger Defizite gibt als noch vor einigen Jahren.

Dies ist auch der Tatsache geschuldet, dass mittlerweile ca. 90 % der durch die Gutachter (IBExU) zu prüfenden Anlagen von Firmen errichtet werden, mit denen eine längerfristige Zusammenarbeit in dem Sinne besteht, dass die geforderten Sicherheitsstandards (s. auch Kap. 4) von diesen Firmen geteilt und auch realisiert werden.

4 Hinweise und Vorschläge für Explosionsgefährdungszonen in Biogasanlagen

In Abhängigkeit von der Möglichkeit/Wahrscheinlichkeit der Bildung explosionsfähiger Biogas/Luft-Gemische werden erneut folgende Explosionsgefährdungszonen in Biogasanlagen in Ergänzung der DGUV vorgeschlagen. Auf der Basis der empfohlenen Explosionsgefährdungszonen sind dann die Anforderungen an entsprechende Schutzmaßnahmen abzuleiten.

In Einzelfällen werden durch den Gutachter von den DGUV-Beispielen abweichende Empfehlungen abgegeben, diese werden jedoch dann kommentiert und begründet.

4.1 Feststoffdosiersysteme mit aktivem Substrat/Vorgrube/Hydrolysebehälter

Keine Explosionsgefahr besteht für offene Vorgruben. Die Bildung explosionsfähiger Gemische kann für diesen Typ sicher ausgeschlossen werden. Die Zuordnung einer Explosionsgefährdungszone ist daher nicht erforderlich.

Feststoffdosiersysteme, die nicht mit aktivem Gärsubstrat betrieben werden, brauchen bei explosionsschutztechnischen Betrachtungen nicht mit berücksichtigt werden.

Für alle geschlossenen, aber nicht gasdicht ausgeführten Vorgruben und Hydrolysebehälter, die beheizt werden und/oder in die aktives Gärsubstrat aus den Gärreaktoren zurückgeführt wird, muss mit einem Einsetzen der Methanbildung gerechnet werden.

Beim Beschicken und Entleeren der Vorgrube/des Hydrolysebehälters muss mit dem Eintritt von Luft in die Vorgrube/den Behälter gerechnet werden.

Weil im bestimmungsgemäßen Betrieb (Normalbetrieb) der Vorgrube/des Hydrolysebehälters mit dem Vorhandensein explosionsfähiger Gemische gerechnet werden muss (zeitlich überwiegend, häufig, ständig), ist die Empfehlung der Explosionsgefährdungszone 0 geboten.

Um Beschickungsöffnungen, Wellendurchführungen, Be- und Entlüftungsöffnungen wird in der Regel Zone 1 1 m und Zone 2 weitere 2 m im Umkreis um diese Öffnungen zugeordnet.

Im Inneren von mit aktivem Substrat betriebenen Feststoffdosiersystemen ist in Abhängigkeit von der technischen Ausführung (offene Bauweise oder geschlossene Bauweise) Zone 1 oder Zone 0 geboten. Nur bei Maßnahmen des aktiven primären Explosionsschutzes (überwachte technische Be- und Entlüftung dieser Systeme) kann auf Explosionsgefährdungszonen in diesem Bereich verzichtet werden.

Im Inneren der Feststoffdosiersysteme mit aktivem Substrat/Vorgrube/Hydrolysebehälter sollten auf Grund der permanenten Restausgasung nur Ausrüstungen/Betriebsmittel der Kategorie 1G und Schutzsysteme nach RL 94/9/EG eingesetzt werden.

Gasdicht ausgeführte Vorgruben/Hydrolysebehälter mit Verbindung zum Biogassystem sind als Gärreaktoren zu betrachten. Es gilt für diesen Typ von Vorgruben/Hydrolysebehältern die Zonenempfehlung für Gärreaktoren im Kap. 4.2.

4.2 Gärreaktoren (Fermenter und Nachgärbehälter)

Im ungestörten Normalbetrieb ist bei Sicherstellung eines konstanten Überdruckes im Biogassystem die Bildung explosionsfähiger Atmosphäre auszuschließen.

Bei betriebsmäßigen Störungen, die zum Ansprechen der an allen Typen von Biogasanlagen (mit Ausnahme der Pfefferkorn-Reaktoren) vorhandenen Unterdrucksicherungen führen, gelangt Luft ins Innere der Behälter. Dadurch erfolgt die Bildung explosionsfähiger Gemische im Inneren der Systeme. Derartige Störungen können z. B. sein:

- Versagen von Druck- oder Füllstandsmessungen und weiterlaufende Biogasgebläse
- witterungsbedingte Abkühlung im Gasraum von Biogasreaktoren bei nicht isolierten Dächern oder Einmembrangasspeichern
- Beschädigung der Gasspeicherfolien bei Doppelmembranspeichern und Eintritt von Tragluft in das Reaktorrinnere

Weil keine Biogasanlage vor der Inbetriebnahme oder nach Außerbetriebnahme inertisiert wird, erfolgt in den Betriebszuständen Inbetriebnahme und Außerbetriebnahme immer ein direkter Austausch Luft – Biogas bzw. Biogas – Luft. Aufgrund der verwendeten Behältergrößen muss davon ausgegangen werden, dass diese Austauschvorgänge über Tage bis hin zu einigen Wochen andauern. Über einen längeren Zeitraum muss somit vom Vorhandensein explosionsfähiger Atmosphäre im Inneren der Behälter ausgegangen werden. Beim Anfahren wirkt gefahrminierend, dass am Beginn der Gärreaktionen noch anaerobe Gärprozesse laufen, die massiv zur Bildung von CO₂ führen, was de facto eine Eigeninertisierung des Systems bewirkt.

Unter Berücksichtigung, dass An- und Abfahrvorgänge bei Biogasanlagen sehr selten stattfinden und dass auch die Eintrittswahrscheinlichkeit der genannten Störungen als gering einzustufen ist, sollte das Innere dieser Behälter in die Explosionsgefährdungszone 1 eingestuft werden. Bei Vorhandensein sicherheitsgerichtet ausgeführter Steuerungen (redundante Druckmessungen oder Risikobewertung und Anlagenausführung nach IEC 61508/61511) und/oder Überwachung des O₂-Gehaltes wäre eine Reduzierung der Explosionsgefährdungszone 1 auf Zone 2 möglich.

Weil bei Pfefferkorn-Reaktoren die dargestellten betriebsmäßig zu erwartenden Störungen nicht auftreten können, wird für diesen Reaktortyp im Inneren die Zone 2 vorgeschlagen.

Über- und Unterdruckarmaturen müssen bei Zone 1 im Inneren der Behälter flammendurchschlagsicher ausgeführt werden. Diese sollten den Anforderungen der EN ISO 16852:2010 entsprechen und deren Konformität mit der RL 94/9/EG muss durch eine Benannte Stelle bescheinigt sein.

Warnung:

Die Flammendurchschlagsicherungen müssen so ausgeführt sein, dass unter allen Betriebsbedingungen der Anlage und bei allen Witterungsbedingungen (speziell auch bei Frost) eine ungehinderte Durchströmung bzw. Druckentlastung des abgesicherten Behälters gewährleistet ist.

Bei Verstopfung oder Zufrieren der Flammensperre droht sonst ein Behälterbersten durch unzulässigen Überdruck!

4.3 Gärrestendlagerbehälter

Gasdicht abgedeckte Endlager sind insbesondere beim Gärrestabzug durch stark schwankende Füllstände gekennzeichnet. Durch restliche Gärprozesse, Nachentgasung des Gärsubstrates oder durch Anbindung des Gärrestendlagers an das Biogassystem der Anlage zur Erfassung und Nutzung des Restgases gelangt Brenngas in den Gasraum dieser Behälter.

Für den Fall, dass die Abzugsgeschwindigkeit nachweislich nicht durch die Pufferkapazität des Gesamtsystems und die Neubildung kompensiert werden kann, gelten folgende Betrachtungen:

Weil die Endlagerbehälter durch große Gasvolumina gekennzeichnet sind, die bei Entleerung in den genannten Spezialfällen nicht durch Biogas aus dem vorhandenen System ersetzt werden können, gelangt Luft über die Atmungsarmaturen zum Druckausgleich bei Entleerungsvorgängen in den Behälter und bildet mit dem vorhandenen Brenngas explosionsfähige Gemische.

Nach derzeitigem Kenntnisstand muss, weil im Normalbetrieb nicht immer ein Überdruck im Behälter aufrechtzuerhalten ist, vom Vorhandensein explosionsfähiger Gemische im Inneren der Gärrestendlager langfristig oder überwiegend ausgegangen werden. Des Weiteren treffen noch alle anderen im Kap. 4.2 genannten Bildungsmöglichkeiten für explosionsfähige Gemische beim An- und Abfahren sowie bei betriebsmäßig zu erwartenden Störungen zu.

Aufgrund dieses Gefährdungspotenzials in o. g. Fall empfiehlt sich die Einstufung des Inneren vom gasdicht abgedeckten Gärrestendlager in die Explosionsgefährdungszone 0.

Um die Gärrestendlagerbehälter sind Explosionsgefährdungszonen 1 und 2 entsprechend den Anforderungen in der DGUV empfohlen (Kap. 4.8.5, 4.8.6, 4.8.9).

Die Be- und Entlüftungsöffnungen (Über- und Unterdruckarmaturen) müssen ab Zone 1 mit Flammendurchschlagsicherungen ausgeführt werden. Für diese Flammendurchschlagsicherungen muss die Konformität nach RL 94/9/EG durch eine Benannte Stelle nachgewiesen worden sein.

Im Inneren der Gärrestbehälter müssten dann für den o. g. Fall beim Fehlen geeigneter anderer Barrieren Geräte der Kategorie 1 (Zone-0-Eignung) zum Einsatz kommen.

Es wird darauf hingewiesen, dass flammendurchschlagsichere Über- und Unterdruckarmaturen, die bei Verschmutzung nicht verstopfen, verfügbar sind.

Mittels einer redundanten oder mindestens SIL 1 zertifizierten Zone-0-geeigneten Druckmessung und Alarmierung bei Unterschreiten eines positiven Schwellenwertes kann die Zone-0-Gefahr auch für den Sonderfall des zu schnellen Abzuges aufgehoben werden und der Gasraum wieder wegen der An- und Abfahrprozesse Zone 2 zugeordnet werden.

4.4 Gärrestaufbereitung

Auf Grund der großen Vielfalt von unterschiedlichen Verfahren zur Gärrestaufbereitung lassen sich derzeit keine verallgemeinernden Einschätzungen bzw. Empfehlungen abgeben. Grundsätzlich ist jedoch zu unterscheiden zwischen Verfahren, die als geschlossenes System und somit unter Luftabschluss arbeiten (z. B. Filtration/Abpressen) und solchen, bei denen das restentgasende Produkt mit der Umgebungsluft in Kontakt kommt (z. B. aerobe Belebung). Je nach Verfahren ergeben sich dann in bzw. um die jeweiligen Prozessstufen unterschiedliche Einstufungen in die entsprechenden Explosionszonen.

Grundsätzlich wird empfohlen, bzgl. der Explosionsgefährdungszonen und daraus resultierender Schutzmaßnahmen das gültige technische Regelwerk zur Behandlung von Klärschlämmen (VGB-Merkblatt „Brand- und Explosionsschutz beim Trocknen und Verbrennen von Klärschlamm, 1998, Einsatz von Ersatzbrennstoffen in kohlebefeuerten Kraftwerken - Merkblatt zur Schadenverhütung, VdS Verlag) zu Grunde zu legen.

Es wird darauf hingewiesen, dass bei sog. Separatoren (Abpressen des Gärrestes) häufig im Bereich des noch ausgasenden Gärrestes eine Überfüllsicherung/Füllstandsüberwachung installiert ist. Je nach Aufbau und Geometrie des Aufgabebereiches kann hier häufig Zone 0 erforderlich sein!

4.5 Gasspeicher, Gasentschwefelung

Für Gasspeicher ohne Lufteinblasungen gelten grundsätzlich die Ausführungen in Kap. 4.2 bzgl. der Bildungsmöglichkeiten für explosionsfähige Gemische beim An- und Abfahren bzw. bei betriebsmäßig zu erwartenden Störungen. Auf eine Wiederholung wird verzichtet.

Die Gasspeicher können somit analog zu den Gärreaktoren im Inneren in Zone 1 oder Zone 2 entsprechend den Ausführungen in Kap. 4.2 eingestuft werden.

Die Anforderungen an die zu verwendenden Geräte und Betriebsmittel im Inneren sind identisch mit den Anforderungen der Gärreaktoren.

Für die Ausrüstung mit Flammendurchschlagsicherungen bei Festlegung von Zone 1 im Inneren des Gasspeichers gelten gleichfalls die Darlegungen in Kap. 4.2

Für Gasspeicher oder Waschtürme, in die zur biologischen Entschwefelung Luft eingeblasen wird, muss festgestellt werden, dass es unmittelbar um die Ausströmöffnung der Luft im Gasspeicher zur Ausbildung eines Bereiches kommt, in dem der gesamte Explosionsbereich durchlaufen wird.

Kann sichergestellt werden, dass nicht mehr als 6 % Luft (12 % Luft bei vor 2008 errichteten Biogasanlagen), bezogen auf den aktuell erzeugten Biogasvolumenstrom, zugeführt wird, könnte die Luftdosierung bei der Festlegung von Explosionsgefährdungszonen im Gasspeicher bzw. Waschturm unberücksichtigt bleiben, weil ein unzulässig hoher O₂-Gehalt (mindestzündgefährlicher O₂-Gehalt) von 4,8 Vol.-% (50%-Sicherheitsgrenzwert) bei vollständiger Durchmischung nicht erreicht werden kann. Dies wäre aber nur zulässig, wenn eine sicherheitsgerichtet ausgeführte Regelung die Steuerung des Prozesses gewährleistet oder wenn eine permanente Gasanalyse installiert ist.

Bei Beibehaltung einer einfachen Verfahrensweise, der Abschätzung des erzeugten Biogasvolumenstromes nach der elektrischen Leistung des BHKW und händischer Regelung des Luftvolumenstromes, ist aus explosionsschutztechnischer Sicht die Festlegung der Zone 1 im Inneren des Gasspeichers bzw. Waschturms gerechtfertigt.

Im Inneren dieser Systeme dürfen dann nur noch Geräte und Betriebsmittel geeignet für den Betrieb in Zone 1 zum Einsatz kommen, die den Anforderungen der RL 94/9/EG an Geräte der Kategorie 2G entsprechen.

Über- und Unterdruckarmaturen sind wieder flammendurchschlagsicher auszuführen. Auf die Anforderungen und die Warnung bzgl. der Funktionssicherheit wird auf Kap. 4.2 verwiesen.

Außerhalb der Gasspeicher ergeben sich keine Änderungen bzgl. Explosionsgefährdungszonen.

Sollte die Festlegung der Zone 1 im Inneren des Gasspeichers erfolgen, muss das folgende Biogassystem (Rohrleitungen, Gasdruckerhöhungsgebläse, Brenngaszuführungssystem zum BHKW, Heizkessel und/oder Not-Fackel) im Inneren zwingend in Zone 1 eingestuft werden, wenn keine technischen Maßnahmen zur Zonentrennung möglich sind.

Verfügt die Anlage jedoch über ein kontinuierlich arbeitendes Gasanalysensystem, das kontinuierlich bzw. in kurzen Zeitabständen (≤ 60 min) den O₂-Gehalt im Biogas bestimmt und/oder ist über den Pumpendurchsatz abgesichert, dass die max. Förderleistung nicht ausreicht, um ein explosionsfähiges Gemisch zu erzeugen, ist eine Reduzierung auf Zone 2 aus explosionsschutztechnischer Sicht vertretbar.

Bei Verwendung von Entschwefelungssystemen wie

- Eisenchloriddosierung und
- Aktivkohlefilter

existieren keine Rückwirkungen auf eine Gefährdungserhöhung. Die Zonenfestlegung der Gärreaktoren ist beizubehalten. Es wird darauf verwiesen, dass in den BHKW-Container gelegentlich Siphons zur Restkonden-

satabscheidung installiert sind. Diese Siphons sind dann als Schutz vor Trockenfallen mit einem Füllstandschalter (z. B. Liquifant) auszustatten, der beim (rechtzeitigen!) Ansprechen zumindest zu einem Alarm oder besser zur Abschaltung des BHKW führt.

Bei Großanlagen ist weiterhin zu prüfen, inwieweit die gespeicherten Gasmengen die Mengenschwellen gemäß Störfallverordnung [3] überschreiten. Für Biogas ist die Störfallverordnung ab einer Menge von 10.000 kg (in etwa 10.000 m³) relevant.

4.6 Biogassystem und Biogasdruckerhöhungsgebläse

Im Inneren des Biogassystems (Rohrleitung) einschließlich des erforderlichen Biogasgebläses zur Druckerhöhung ist das Auftreten explosionsfähiger Gemische unter folgenden Bedingungen möglich:

- beim An- und Abfahren
- bei Undichtheiten an Flanschverbindungen auf der Saugseite des Gebläses und unzuverlässiger oder defekter Saugdruckmessung
- bei Eintrag explosionsfähiger Gemische aus vorgeschalteten Systemen (Gärbehälter, Gasspeicher, Entschwefelungsanlagen)

Weil das Risiko der Bildung explosionsfähiger Gemische im Biogassystem einschließlich Biogasgebläse sehr gering ist, sollte für das Biogassystem selbst einschließlich des Druckerhöhungsgebläses die in den vorgeschalteten Systemen festgelegte Zone übernommen werden.

Bei Festlegung der Zone 1 im Inneren der Gasspeicher aufgrund der Ausführung des Entschwefelungssystems mit einer unüberwachten Luftdosierung muss das Biogassystem im Inneren mit Geräten/Betriebsmitteln geeignet für den Betrieb in Zone 1, Geräte der Kategorie 2G nach RL 94/9/EG, ausgerüstet sein.

Das Druckerhöhungsgebläse muss entsprechend EN 14986:2007 als Zone-1-Maschine (Gerät der Kategorie 2G im Inneren) mit Prüfung der Konformität durch eine Benannte Stelle (EG-Baumusterprüfung gemäß RL 94/9/EG) ausgeführt sein.

Die heutige Ausführung des Biogassystems einschließlich des Druckerhöhungsgebläses würde bei der Mehrzahl der Biogasanlagen den Anforderungen an die Zonen 1 oder 2 bereits entsprechen.

In Abhängigkeit vom Aufstellungsort und von der Ausführung des Gebläses zur Erhöhung des Biogasdruckes (Wellendurchführung) erscheint um das Gebläse eine entsprechende Zoneneinteilung geboten.

Bei Aufstellung des Gebläses im BHKW-Raum und Anordnung eines Gassensors über dem Gasgebläse kann auf die Festlegung der Zone 1 verzichtet werden. Die Zone 1 (0,5 m) könnte dann auf 0,5 m Zone 2 reduziert werden.

Grundsätzlich ist anzumerken, dass die dem Gasspeicher nachgeschalteten Einrichtungen wie Gebläse, Gasmotor, Fackel immer mit der im Gasspeicher festgelegten Zone zurechtkommen müssen, d. h. die im Gasweg installierten Geräte müssen die Schutzmerkmale der erforderlichen Gerätekategorie erfüllen.

4.7 Not-Fackelsystem und Not-Heizkesselanlage

Für das Innere des Gaszuführungssystems gelten die Ausführungen in Kap. 4.5 sinngemäß.

Weil beide Systeme mit offenen Flammen als betriebsmäßige Zündquellen arbeiten, wäre nach EN ISO 16852:2010 eine dreifache Absicherung (drei voneinander unabhängige Maßnahmen gegen Flammenrückschlag) bei Zuführung von Zone-0-Gemischen erforderlich. Diese reduziert sich bei Zone 1 auf zwei und bei Zone 2 auf eine Schutzmaßnahme(n). Hier wären jedoch grundsätzlich keine anderen Sicherheitsausrüstungen erforderlich als bereits vorhanden und eingesetzt.

Die Fackel- und Heizkesselbrenner werden so betrieben, dass ein Flammenrückschlag aufgrund der hohen Ausströmgeschwindigkeit in den Düsen dieser Brenner ausgeschlossen ist.

Alle derzeit bereits in Einsatz befindlichen Fackel- und Heizkesselanlagen verfügen in der Gaszuführungsleitung über eine statische Flammenrückschlagsicherung, die den Anforderungen der EN 16852:2010 entspricht. Damit wären bereits heute diese Systeme zur Verbrennung von Zone-1-Gemischen geeignet. Als dritte Schutzmaßnahme würde bei Zone-0-Systemen die Flammendurchschlagsicherung auf der Druckseite des Biogasgebläses (Zone-0-Maschine) akzeptiert werden.

Weitere Ausführungen sind u. a. auch im KAS-Merkblatt 28 „Notfackelanlagen“ enthalten.

4.8 BHKW-Aufstellungsräume

Grundsätzlich besteht im BHKW-Aufstellungsraum bei Undichtheiten am Biogaszuführungssystem zum Gasmotor/zu den Gasmotoren oder an den Gasmotoren selbst die Möglichkeit der Freisetzung von Biogas in den Aufstellungsraum. Dies kann z. B. bevorzugt durch Undichtigkeiten an Flanschverbindungen druckseitig des Gebläses auftreten.

Gasmotoren-Generatorsysteme, geeignet für den Betrieb in Zone 2 oder Zone 1, sind am Markt weiterhin nicht verfügbar.

Der Explosionsschutz im BHKW-Raum ist weiterhin durch folgende Maßnahmen zu gewährleisten:

- Ausführung als technisch dichte Anlage gemäß Kap. 2.4.3.3 TRBS 2152, Teil 2
- Lüftungsmaßnahmen – Technische Raumlüftung gemäß Kap. 2.4.4.3 TRBS 2152, Teil 2 in Verbindung mit
- Überwachung der Konzentration in der Umgebung von Anlagenteilen gemäß Kap. 2.5 der TRBS 2152, Teil 2.

Praktisch wird die überwiegende Mehrzahl aller BHKW mit folgendem Sicherheitskonzept betrieben:

- Ausrüstung der Aufstellungsräume mit einer Be- und Entlüftungsanlage, die im Maximum 35 m³/h je 1 kW installierter elektrischer Leistung erbringt
- Ausrüstung der Aufstellungsräume mit einer Gaswarnanlage je nach Raumgröße mit einem oder mehreren Sensoren

- Steuerung der Be- und Entlüftungsanlage nach Temperaturkriterien im Raum, wenn kein Gasalarm ansteht
- bei Einlaufen eines Gasalarms bei Erreichen einer Schwelle von 20 % UEG Steuerung der Lüftung durch die GWA auf 100 % Luftleistung (35 m³/h je 1 kW), Ausgabe eines optischen und akustischen Alarms
- bei Erreichen einer Schwelle von 40 % UEG erfolgt die automatische Abschaltung des Gasmotors über Not-Aus, es sollte auch das zugehörige Biogasdruckerhöhungsgebläse abgeschaltet werden. Die technische Raumbelüftung sollte weiterlaufen.

Wie bereits erwähnt, wird diese sicherheitstechnische Konzeption mittlerweile von nahezu allen BHKW-Lieferanten bzw. Anlagenplanern umgesetzt, sodass die meisten Empfehlungen aus dem Gutachten IB-12-7-043 als erfüllt betrachtet und somit nicht weiterhin explizit aufgeführt werden müssen.

Wichtig ist jedoch nach wie vor, dass die Funktionssicherheit des Gesamtsystems vor Inbetriebnahme und vor allem jährlich wiederkehrend durch den Betreiber nachgewiesen wird. Das (positive) Ergebnis ist in Form eines Prüfprotokolls festzuhalten (s. auch Kap. 5.3).

4.9 Gasaufbereitung und Einspeisung

Nach gegenwärtigem Kenntnisstand ist eine Gasaufbereitung mit dem Ziel der Biomethangewinnung ausschließlich in geschlossenen Systemen möglich. Weil diese Gasreinigungssysteme bei teilweise erheblichem Überdruck betrieben werden, ist die Bildung explosionsfähiger Gemische im Anlageninneren durch Lufteintritte, selbst bei Betriebsstörungen, auszuschließen. Die Betriebssituationen An- und Abfahren sind durch Maßnahmen des organisatorischen und technischen Explosionsschutzes, die die Bildung explosionsfähiger Atmosphäre verhindern (primärer Explosionsschutz), zu beherrschen.

Zum Schutz der Gasaufbereitungsanlagen vor dem Eintrag explosionsfähiger Gemische aus der vorgeschalteten Biogasanlage ist eine sicherheitsgerichtete O₂-Konzentrationsmessung am Eingang der Gasaufbereitung zu installieren.

Weil für eine Einspeisung klare Qualitätskriterien gelten, die auch den max. zulässigen Sauerstoffgehalt im Ferngasnetz regeln, ist in den dem Gutachter bekannten Einspeiseanlagen immer eine sicherheitsgerichtete O₂-Messung installiert.

Auf das zutreffende Regelwerk des DVGW für die Ausführung von Biogaseinspeiseanlagen einschließlich zugehöriger Gasaufbereitungsanlagen wird hingewiesen.

Insbesondere sind folgende DVGW-Richtlinien hervorzuheben:

- DVGW 260: Gasbeschaffenheit
- DVGW 262: Nutzung von Gasen aus regenerativen Quellen in der öffentlichen Gasversorgung
- DVGW 265-1: Anlagen für die Aufbereitung und Einspeisung von Biogas in Erdgasnetze-Teil 1: Fermentative Gase; Planung, Fertigung, Errichtung, Prüfung und Inbetriebnahme
- DVGW 265-2: Anlagen für die Aufbereitung und Einspeisung von Biogas in Erdgasnetze-Teil 2: Fermentative Gase; Betrieb und Instandhaltung

- DVGW 493-1: Qualifikationskriterien für Planer und Hersteller von Gas-Druckregel- und Messanlagen und Biogas-Einspeiseanlagen

Wie bereits darauf verwiesen, ist die Gasaufbereitung und Einspeisung kein originärer Bestandteil einer Biogasanlage.

5 Abgeleitete Empfehlungen aus übergeordneten neuen/aktualisierten Regelwerken

5.1 GefStoffV

Die Anwendbarkeit der GefStoffV bei der Bewertung von Biogasanlagen leitet sich von der Einstufung von Biogas als Gefahrstoff ab. Nach § 6 GefStoffV ist somit eine Gefährdungsbeurteilung zu erstellen, aus der potenzielle Gefahren hervorgehen. Nach § 6 (9) sind abgeleitet aus der Gefährdungsbeurteilung die Explosionsgefahren zu spezifizieren, Explosionszonen abzuleiten und Maßnahmen zur Reduzierung oder Vermeidung der Explosionsgefahr zu treffen.

Im Rahmen der Grundpflichten (§ 7 GefStoffV) hat der Arbeitgeber unter anderem durch „Gestaltung geeigneter Verfahren und technischer Steuerungseinrichtungen von Verfahren, den Einsatz emissionsfreier oder emissionsarmer Verwendungsformen sowie Verwendung geeigneter Arbeitsmittel und Materialien nach dem Stand der Technik ...“ die Gefährdungen zu minimieren.

In § 11 sind „Besondere Schutzmaßnahmen gegen physikalisch-chemische Einwirkungen, insbesondere gegen Brand- und Explosionsgefährdungen“ aufgeführt, die gemeinsam mit den Maßnahmen gem. § 6 und dem umfassenden Maßnahmenkatalog aus Anhang I, Nummer 1 eine Verbindung zu weiteren Regelwerken, wie DGUV 113-001 (früher BGR 104), TRGS 529, VDI/VDE 2180, Blatt 6 schließen.

Des Weiteren ergibt sich nach § 14 die Notwendigkeit der Erstellung von Betriebsanweisungen, die speziell der Gefährdungsbeurteilung Rechnung tragen.

5.2 VDI/VDE 2180 Blatt 6: Sicherung von Anlagen der Verfahrenstechnik mit Mitteln der Prozessleittechnik (PLT) – Anwendung der funktionalen Sicherheit im Rahmen von Explosionsschutzmaßnahmen

Weil Biogasanlagen, und hier insbesondere solche mit Störfallpotenzial, ähnlich wie Anlagen in der chemischen Industrie und anderen Industriezweigen verfahrenstechnische Anlagen darstellen, von denen eine potenzielle Explosionsgefahr ausgeht, sind diese hinsichtlich der Gefährdungsbeurteilung und auch der vorzuziehenden Schutzmaßnahmen wie solche zu bewerten.

Aus dieser Einschätzung geht u. a. auch die Sinnhaftigkeit der Anwendung entsprechender Richtlinien hervor.

Maßnahmen zum Explosionsschutz sind in der Prozessindustrie oftmals integraler Bestandteil des Anlagensicherheitskonzeptes. Die Durchführung umfassender und detaillierter verfahrens- und anlagenspezifischer Gefährdungsbeurteilungen (z. B. nach dem PAAG/HAZOP-Verfahren) ist Stand der Sicherheitstechnik in der Prozessindustrie und wesentlicher Teil des Sicherheitsmanagementsystems.

Abbildung 1 zeigt exemplarisch – ohne Anspruch auf Vollständigkeit – die Vorgehensweise bei der Durchführung einer Hazop-Analyse. Hier werden alle relevanten Parameter und Zustände außerhalb des bestimmungsgemäßen Betriebes analysiert.

Sollfunktion 1:		Anfahren			Bemerkungen / Aufgaben
Nr.	Abweichung/Störung	Ursache(n)	Auswirkung(en)	Gegenmaßnahmen (technisch-organisatorisch- persönlich)	
1.1	Temperatur zu hoch				
1.1.1					
1.2	Temperatur zu niedrig				
1.2.1					
1.3	Druck zu hoch				
1.3.1					
1.4	Druck zu niedrig				
1.4.1					
1.5	Füllstand zu hoch				
1.5.1					
1.6	Füllstand zu niedrig				
	--> nicht relevant				
1.7	Durchfluss zu hoch				
1.7.1					
1.8	Duchfluss zu gering				
1.8.1					
1.9	anders als				
1.9.1	andere Zusammensetzung				
1.9.2	Stromausfall				

Abbildung 1: Exemplarisches Beispiel möglicher Hazop-Szenarien

Je nach Auswirkung eines bestimmten Ereignisses kann dann, wie im folgenden Beispiel veranschaulicht, eine sog. Risikomatrix erstellt werden, aus der dann die Sicherheitsniveaus der Wirksamkeit der Schutzmechanismen abgeleitet werden können. Diese manifestiert sich z. B. in einer geprüft geringen Ausfallwahrscheinlichkeit oder Fehleranfälligkeit von Messgeräten.

finanzieller Schadensindex, sofern Kosten und Margen bekannt	Konsequenzen, wirtschaftliche Auswirkungen, Auswirkung auf Umwelt, Auswirkung auf Sicherheit	Risikoentscheidungsmatrix für Instandhaltung und Stillstände				
		1	2	3	4	5
1000:1	SD mehrerer Anlagen / Störfall mit Feuer / Explosion / größerer Gas-/Giftstoffaustritt	A1	A2	A3	A4	A5
100:1	Anlagen-Stillstand / Betriebsstörung / Gasausbruch größerer Brand	B1	B2	B3	B4	B5
10:1	Anl. Reduzierung > 20 % / KWS-Leckage ins Erdreich / Lokales Feuer / Gefahr für Umwelt	C1	C2	C3	C4	C5
5:1	Anl. Reduzierung < 20 % / Leckage auf Betonfläche	D1	D2	D3	D4	D5
2:1	Ausbeute-/wirtschaftl. Verluste / beherrschbare Leckage / keine Durchsatzreduzierung	E1	E2	E3	E4	E5
Priorität in SAP 1 (B) sofortiger Beginn und Überbunden 2 Arbeitsbeginn am nächsten Tag (B am Wochenende, Ausführung auch Samstag / Sonntag) 3 Arbeitsbeginn in den nächsten 3 – 10 Arbeitstagen 4 Arbeitsbeginn innerhalb 3 – 6 Monate T Geplante Anlagenabstellung für Stillstand (B) = Bereitschaftseinsatz		1	2	3	4	5
		höchst unwahr- scheinlich < 0,01 %	unwahr- scheinlich < 0,1 %	möglich < 1 %	wahr scheinlich > 10 %	sehr wahr- scheinlich > 80 %
		Wahrscheinlichkeit				

1 Hohes Risiko

2 mittelhohes Risiko

3 Mittleres Risiko

4 Niedriges Risiko

Abbildung 2: Beispiel Risikomatrix nach [9]

Die VDI/VDE 2180 Blatt 6 regelt dann z. B., welche SIL-Einstufung das entsprechende Gerät haben sollte: „Werden PLT-Einrichtungen ... eingesetzt, so werden die Stufen sehr hoch und hoch der Risikoreduzierung sinnvollerweise in SIL3- oder SIL2-Qualität realisiert. Die Stufe niedrig kann entweder in SIL1-Qualität oder durch eine hochverfügbare Überwachungseinrichtung realisiert werden, da in beiden Fällen eine Risikoreduzierung von etwa 10 erreicht wird. Die Festlegung erfolgt in der Gefährdungsbeurteilung.“

Die Vorgehensweise ist in Tabelle 1 zusammengefasst.

Tabelle 1: Risikoabhängige Entscheidungshilfe zur SIL-Einstufung

PLT-Funktion	Risiko-reduzierung		Ausführung
	Schutz-funktion	sehr hoch	
hoch ^{a)}		ca. 100	SIL2
niedrig		ca. 10	SIL1 oder hochverfügbare PLT-Überwachungs-einrichtung
Überwa-chungsfunk-tion/Diagnose	–		PLT-Überwachungs-einrichtung (gemäß VDI/VDE 2180 Blatt 1)

^{a)} In begründeten Fällen kann eine Risikoreduzierung der Stufe *hoch* auch durch zwei hochverfügbare PLT-Überwachungs-einrichtungen realisiert werden, wenn in der Gefährdungsbeurteilung dargelegt wurde, dass diese hinreichend unabhängig voneinander sind, ein Ausfall dieser Einrichtungen nicht unmittelbar zu einem gefährlichen Zustand führt und die Reaktionszeiten für eine Fehlerreaktion hinreichend kurz sind (z.B. Inertisierung von Flachbodentanks). Dabei handelt es sich nicht um eine PLT-Schutzeinrichtung.

Im Falle von Biogasanlagen ist aus gutachterlicher Sicht SIL 3 in keinem Bereich erforderlich, SIL 2 ggf. bei ganz exponierten Rahmenbedingungen wie nahe Wohnbebauung, mehrere Arbeitsplätze im unmittelbaren Nahbereich und dann auch nur für einzelne, ganz spezielle Sicherheitsfunktionen. Für „normal“ sicherheitsrelevante Sicherheitsfunktionen, Messgeräte etc. wird zumindest bei Störfallanlagen die Ausführung in SIL 1 als ausreichend erachtet.

Generell muss bei der Erarbeitung der Sicherheitsmatrix für jede Funktion immer eine Einzelfallprüfung für den ganz speziellen Anlagenstandort, die Anlagengröße, Anlagenart etc. erfolgen.

Als Beispiele für erhöhtes Sicherheitsbedürfnis sind die in Tabelle 2 aufgelisteten Geräte/MSR-Einrichtungen (ohne Anspruch auf Vollständigkeit) zu nennen.

Tabelle 2: Auswahl sicherheitsrelevanter MSR-Funktionen

Gerät	Begründung
Drucksensor am Gärrestendlager	Zu schneller Gärrestabzug kann zu Sauerstoffeinbruch in das Gassystem führen
Überfüllsicherungen an Behältern ohne freien Überlauf	Überfüllung, Zerstörung des Gasspeichers auf Behälter, Freisetzung erheblicher Biogasmengen und Explosionsgefahr
Druckmessung/ Druckerzeugung Klemmschlauch Gasspeicher	Zerstörung des Gasspeichers auf Behälter, Freisetzung erheblicher Biogasmengen und Explosionsgefahr

Für diese Sicherheitsbarrieren wäre dann sicherlich eine unabhängige Spannungsversorgung und ggf. ein Notstromaggregat, zumindest bei Störfallanlagen, sinnvoll.

5.3 TRGS 529 „Tätigkeiten bei der Herstellung von Biogas“

Die TRGS untersetzt nochmals die in der GefStoffV erläuterten Maßnahmen bei der Gefährdungsbeurteilung. Darüber hinaus gibt die TRGS Hinweise zur Ausführung der als Stand der Technik zu betrachtenden Sicherheitseinrichtungen wie Überdruck-/Unterdrucksicherungen, Kondensatabscheider, Flammendurchschlagsicherungen.

Ein wichtiger und stets zu berücksichtigender Hinweis ist die Forderung nach gesonderten arbeitsbezogenen Gefährdungsbeurteilungen für Wartungs- und Reparaturarbeiten.

Darüber hinaus werden Hinweise zu regelmäßigen Kontrollen wie auf Dichtheit, evtl. Korrosion, Funktionsfähigkeit von Sicherheitseinrichtungen (z. B. Raumlüftüberwachung/Sicherheitskette BHKW) gegeben.

5.4 Zukünftige TRGS „Prozessleittechnik im Rahmen von Explosionsschutzmaßnahmen“

Nach gutachterlicher Recherche ist diese TRGS noch nicht verfügbar.

5.5 Erkenntnisse aus dokumentierten Störfällen

Aus dem ZEMA-Jahresbericht 2011:

„Die ZEMA-Jahresberichte zeigen aber auch, dass bestimmte Grundtypen von Ursachen für Unfälle regelmäßig besonders häufig vorkommen. Hier sind insbesondere zu nennen:

- *Nichtberücksichtigung von Systemfehlern bei konstruktiver Auslegung von Anlagen;*
- *keine Berücksichtigung von abweichenden Betriebszuständen in Betriebsanweisungen;*
- *unzureichende Kenntnisse der Stoffeigenschaften;*
- *mangelnde Sachkenntnis z. B. bei Wartungsarbeiten, Routinebetrieb;*
- *Nichteinhaltung von Betriebsvorschriften.“*

Die Auswertung der Erfahrungsberichte kommt zu folgenden Ergebnissen:

- *unzureichende Auslegung von Anlagen und Anlagenteilen*
- *unzureichende Qualitätssicherung und Instandhaltung von Anlagen, Mängel hinsichtlich*
- *Prüfungen*
- *unzureichende Anlagenkonstruktion (z. B. Prozessleittechnik, Brand- und Explosionsschutz)*
- *Mängel in der Betriebsorganisation (z. B. unvollständige oder fehlende Betriebsanweisungen und Unterweisungen)*
- *Nichtbeachtung von Vorschriften*

Die zu den Störfällen an Biogasanlagen auf der ZEMA-Internetseite gefundenen Ereignisse sind in der folgenden Liste zusammengestellt:

Suchergebnisse aus ZEMA

5 ZEMA-Ereignisse gefunden

Liste der Suchergebnisse

Störfall	Datum
<input type="checkbox"/> 2015-03-19 Verpuffung an einem Fermenter einer Biogasanlage	19.03.2015
<input type="checkbox"/> 2014-09-16 Brand an einer Biogasanlage	16.09.2014
<input type="checkbox"/> 2013-11-29 Freisetzung eines Silagesickersaft-Wasser-Gemisches an einer Drainageleitung einer Biogasanlage	29.11.2013
<input type="checkbox"/> 2013-11-14 Freisetzung eines Silagesickersaft-Wasser-Gemisches aus einem Sickersaftbehälter einer Biogasanlage	14.11.2013
<input type="checkbox"/> 2012-06-30 Beschädigung einer Wetterschutzfolie an einer Biogasanlage	30.06.2012

Abbildung 3: ZEMA-Ergebnisse mit Störfällen an Biogasanlagen

Ein weiterer Störfall ereignete sich in der Biogasanlage Dresden-Klotzsche (DREWAG).

Der einzige Fall mit Explosionsschutzrelevanz war eine Verpuffung, die bei Wartungs- bzw. Reparaturarbeiten aufgetreten ist. Gemeinsam mit der Auswertung des Jahresberichtes 2011 (aktuellste verfügbare Ausgabe) zeigt sich letztendlich, dass eher Situationen außerhalb des bestimmungsgemäßen Betriebes zu den Störungen führen.

Nicht störfallrelevante Ereignisse werden nicht differenziert ausgewertet, sodass lediglich eine generelle Aussage möglich ist, dass Biogasanlagen nach wie vor ein merkliches Gefahrenpotenzial darstellen.

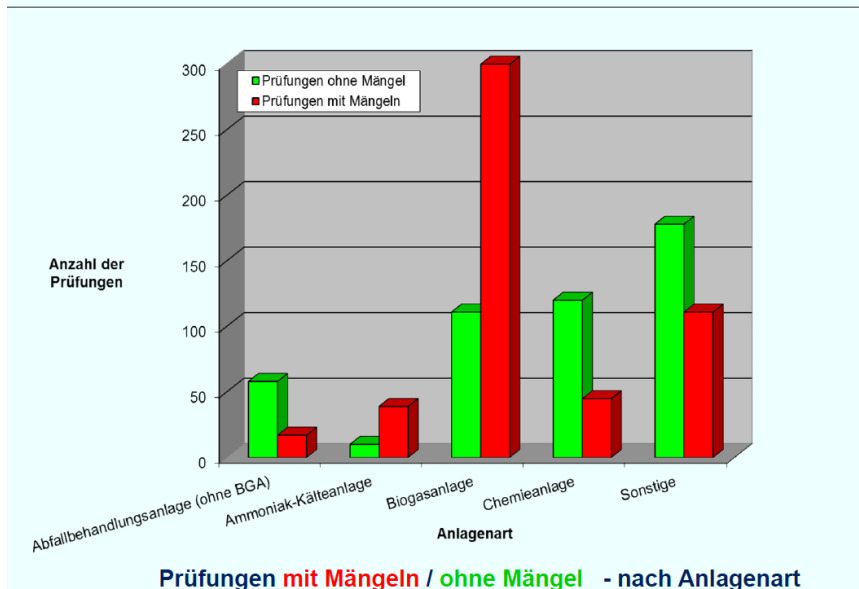


Abbildung 4: Mängelstatistik an Biogasanlagen nach [2]

Hierbei ist zumindest zu vermuten, dass zum einen viele Störungen enthalten sind, die nicht explosionsschutz-relevant sind und vor allem durch Unachtsamkeiten, mangelnde Kenntnisse, unzureichende Wartung oder ähnliche Ursachen zustande kommen.

Diese Ursachen sind wahrscheinlich eher selten darauf zurückzuführen, dass die Anlagen mit planerischen Mängeln bzgl. des Explosionsschutzes errichtet wurden, sondern dass nach wie vor die Anlagen durch die Betreiber nicht als das wahrgenommen werden, was sie sind – nämlich verfahrenstechnische bzw. chemische Anlagen zur Energieumwandlung.

6 Sonstige Hinweise

Grundsätzlich sollte verstärkt im Rahmen von Genehmigungsverfahren für Biogasanlagen nach Immissions-schutzrecht, aber auch nach Baurecht, bereits bei der Planung eine Explosionsschutzkonzeption erstellt werden, die durch einen Sachverständigen bzw. eine Person mit besonderen Kenntnissen auf dem Gebiet des Explosionsschutzes auf Plausibilität und Richtigkeit/Vollständigkeit zu prüfen ist, was mittlerweile bereits zu-mindest teilweise praktiziert wird.

Grundsätzlich sollte jedoch auch eine Prüfung durch einen Sachverständigen nach § 29b BImSchG mit be-sonderen Kenntnissen auf dem Gebiet des Explosionsschutzes für jede Biogasanlage unabhängig von der Art der Genehmigung vor Inbetriebnahme durchgeführt werden. Die befähigte Person wie in der BetrSichV vorge-sehen sollte nur dann zugelassen sein, wenn kein Abhängigkeitsverhältnis zum Betreiber besteht. Die speziel-len Anforderungen an eine befähigte Person sind in Anhang 2, Abschnitt 3 der BetrSichV formuliert.

Generell sollte für alle Biogasanlagen der Kontrolldruck durch geeignete Fachbehörden, die über grundlegen-de Kenntnisse des Explosionsschutzes verfügen sollten, weiter erhöht werden.

7 Zusammenfassung

Der Stand der Sicherheitstechnik bzgl. der Gewährleistung des Explosionsschutzes an Biogasanlagen mit erweiterter Peripherie wurde einer erneuten Bewertung unterzogen und es wurden weiterführende Empfehlungen erarbeitet.

Nach Ansicht der Autoren gibt es neben dem „Stand der Technik“, basierend auf der DGUV 113-001, weiterführende Empfehlungen bei der Gewährleistung des Explosionsschutzes bestehender Biogasanlagen, die sich u. a. aus der Berücksichtigung von Möglichkeiten der Prozessleittechnik ergeben.

Die hauptsächlichen Aussagen/Empfehlungen werden nachfolgend stichpunktartig zusammengefasst.

- Automatisch schließende, außerhalb des BHKW angeordnete Absperrarmaturen sind nicht im technischen Regelwerk verankert und werden auch kaum eingebaut. Eine Umsetzung dieser Empfehlung könnte vor allem bei Störungen in den BHKW-Containern oder bei Bränden die Sicherheit erhöhen.
- Es wird darauf aufmerksam gemacht, dass Anlagen zur Biogaseinspeisung auf Grund ihrer Betriebsdrücke im Regelfall als Energieanlage im Sinne des EnWG eingestuft werden und im Sinne des EnWG zu prüfen sind.
- Hydrolysebehälter sollten nach bisherigen Erfahrungen, falls nicht durch Messungen gegenteiliges nachgewiesen, in Zone 0 eingestuft werden.
- Weil in der Regel keine Biogasanlage vor der Inbetriebnahme oder nach Außerbetriebnahme inertisiert wird, ist immer von einem „Durchfahren“ des explosionsfähigen Bereiches während dieser Betriebszustände auszugehen.
- Über- und Unterdruckarmaturen müssen bei Festlegung von Zone 1 im Inneren der Behälter flammendurchschlagsicher ausgeführt werden. Deren Konformität mit der RL 94/9/EG muss durch eine Benannte Stelle bescheinigt sein. Flammendurchschlagsichere Über- und Unterdruckarmaturen, die bei Verschmutzung nicht verstopfen, sind verfügbar.
- Weil die Endlagerbehälter durch große Gasvolumina gekennzeichnet sind, die bei Entleerung in einzelnen genannten Spezialfällen nicht durch Biogas aus dem vorhandenen System ersetzt werden können, kann Luft über die Atmungsarmaturen zum Druckausgleich bei Entleerungsvorgängen in den Behälter gelangen und bildet mit dem vorhandenen Brenngas u. U. explosionsfähige Gemische. Dies sollte immer am konkreten Beispiel geprüft und bewertet werden.
- Ein besonderes Augenmerk sollte auf die Sauerstoff-(Luft)einspeisung zur Entschwefelung gelegt werden. Ein hohes Maß an Sicherheit vor zu hohen Sauerstoffgehalten im Biogas ist nur gegeben, wenn eine sicherheitsgerichtet ausgeführte Regelung die Steuerung des Prozesses gewährleistet oder wenn eine permanente Gasanalyse installiert ist.
- Wichtig ist, dass die Funktionssicherheit des Gesamtsystems der Sicherheitsabschaltung von BHKW über die Raumluftüberwachung (Methan) vor Inbetriebnahme und vor allem jährlich wiederkehrend durch den Betreiber nachgewiesen wird.
- Zum Schutz der Gasaufbereitungsanlagen (Biomethan) vor dem Eintrag explosionsfähiger Gemische aus der vorgeschalteten Biogasanlage sollte unbedingt eine sicherheitsgerichtete O₂-Konzentrationsmessung am Eingang der Gasaufbereitung installiert werden.

- Ein wichtiger und stets zu berücksichtigender Hinweis ist die Forderung nach gesonderten arbeitsbezogenen Gefährdungsbeurteilungen für Wartungs- und Reparaturarbeiten.
- Es sollte verstärkt im Rahmen von Genehmigungsverfahren für Biogasanlagen nach Immissionsschutzrecht, aber auch nach Baurecht, bereits bei der Planung ein Explosionsschutzkonzept erstellt werden, das durch einen Sachverständigen bzw. eine Person mit besonderen Kenntnissen auf dem Gebiet des Explosionsschutzes auf Plausibilität und Richtigkeit/Vollständigkeit zu prüfen ist.
- In ausgewählten Fällen, insbesondere bei Störfallanlagen und Anlagen mit erhöhtem Sicherheitsbedürfnis für deren Peripherie, wird die Durchführung einer Hazop-Untersuchung empfohlen.

Grundsätzlich kann jedoch gegenüber dem Gutachten von 2012 in der überwiegenden Mehrheit ein deutlich besseres Sicherheitskonzept bzgl. des Explosionsschutzes attestiert werden. Störungen und Probleme/Unfälle sind nach gutachterlicher Einschätzung schwerpunktmäßig auf die nicht existierende Wahrnehmung der Anlagen als chemisch-verfahrenstechnische Prozessanlagen zurückzuführen.

Literaturverzeichnis

- [1] Landwirtschaftliche Berufsgenossenschaft (2015): Technische Information 4, Sicherheitsregeln für Biogasanlagen, Stand: 12/2015
- [2] KONZ, H. (2015): Covestro Deutschland AG, Plant & Process Safety/KAS AS-EB: Auswertung der Erfahrungsberichte der Sachverständigen im Sinne von 29a Abs.1 BImSchG durch den KAS-Ausschuss EB (AS-EB), Dez. 2015
- [3] Zwölfte Verordnung zur Durchführung des Bundesimmissionsschutzgesetzes (Störfallverordnung – 12. BImSchV), 31.08.2015
- [4] Gülzower Fachgespräche, Bd. 30 (2009): Gärrestaufbereitung für eine pflanzliche Nutzung - Stand und F+E-Bedarf, 21. Januar 2009
- [5] HEIDLER, B. (2007): Gärrestaufbereitung, Der Versuch eines wirtschaftlichen und technischen Vergleichs verschiedener Verfahren, Kurzfassung, Oldenburg 29.11.2007
- [6] Fa. Börger GmbH: Bioselect Fest-/Flüssigtrennung (Firmenunterlagen)
- [7] Deutsches BiomasseForschungszentrum: Stand der Technik beim Bau und Betrieb von Biogasanlagen
- [8] KRAYL, P. (2000): Einspeisung von Biogas in das Erdgasnetz – Erfahrungsberichte der ersten Biomethananlagen, Energie Wasser Praxis 4/2000
- [9] BOTZ, N. (2015): Grundlagen und Anwendung im Betrieb der BAYERNOIL Raffineriegesellschaft mbH

Herausgeber:

Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (LfULG)
Pillnitzer Platz 3, 01326 Dresden
Telefon: +49 351 2612-0
Telefax: +49 351 2612-1099
E-Mail: lfulg@smul.sachsen.de
www.smul.sachsen.de/lfulg

Autoren:

Dr. Thomas Lange, Frank Gutte
IBExU Institut für Sicherheitstechnik GmbH
Fuchsmühlenweg 7, 09599 Freiberg
Telefon: +49 3731 3805-55
Telefax: +49 3731 23650
E-Mail: dr.lange@ibexu.de

Redaktion:

Torsten Moczigemba
LfULG; Abteilung Klima, Luft, Lärm, Strahlen/Referat Anlagenbezogener
Immissionsschutz, Lärm
Söbrigener Straße 3 a
01326 Dresden
Telefon: +49 351 2612-5208
Telefax: +49 351 2612-5099
E-Mail: Torsten.Moczigemba@smul.sachsen.de

Foto:

Dr. Thomas Lange

Redaktionsschluss:

01.04.2016

ISSN:

1867-2868

Hinweis:

Die Broschüre steht nicht als Printmedium zur Verfügung, kann aber als PDF-Datei unter <https://publikationen.sachsen.de/bdb/> heruntergeladen werden.

Verteilerhinweis

Diese Informationsschrift wird von der Sächsischen Staatsregierung im Rahmen ihrer verfassungsmäßigen Verpflichtung zur Information der Öffentlichkeit herausgegeben.

Sie darf weder von Parteien noch von deren Kandidaten oder Helfern im Zeitraum von sechs Monaten vor einer Wahl zum Zwecke der Wahlwerbung verwendet werden. Dies gilt für alle Wahlen.

Missbräuchlich ist insbesondere die Verteilung auf Wahlveranstaltungen, an Informationsständen der Parteien sowie das Einlegen, Aufdrucken oder Aufkleben parteipolitischer Informationen oder Werbemittel. Untersagt ist auch die Weitergabe an Dritte zur Verwendung bei der Wahlwerbung. Auch ohne zeitlichen Bezug zu einer bevorstehenden Wahl darf die vorliegende Druckschrift nicht so verwendet werden, dass dies als Parteinahme des Herausgebers zu Gunsten einzelner politischer Gruppen verstanden werden könnte.

Diese Beschränkungen gelten unabhängig vom Vertriebsweg, also unabhängig davon, auf welchem Wege und in welcher Anzahl diese Informationsschrift dem Empfänger zugegangen ist. Erlaubt ist jedoch den Parteien, diese Informationsschrift zur Unterrichtung ihrer Mitglieder zu verwenden.