

Sicherheitsregeln für landwirtschaftliche Biogasanlagen

Stand der Technik 1998 für die Praxis

Hans Engeli, engeli engineering, Hohmattrainstrasse 1, CH-8173 Neerach
Arbeitsgemeinschaft E2000-Energie aus der Vergärung, Bereichsleiter Landwirtschaft
Kurt Egger, Nova Energie GmbH, Ruedimoosstrasse 4, CH-8356 Tänikon b. Aadorf
Arbeitsgemeinschaft E2000-Energie aus der Vergärung

Diese «Sicherheitsregeln für landwirtschaftliche Biogasanlagen» wurden im Rahmen des Programmes Energie 2000 mit Vertretern der folgenden Institutionen ausgearbeitet:

- TISG: Technisches Inspektorat des Schweizerischen Gasfaches des SVGW
- SVGW: Schweizerischer Verein des Gas- und Wasserfaches
- SUVA: Schweizerische Unfallversicherungsanstalt

- BUL: Beratungsstelle für Unfallverhütung in der Landwirtschaft
- VKF: Vereinigung Kantonaler Feuerversicherungen
- KFP: Kantonale Feuerpolizei Zürich

Die Sicherheitsregeln richten sich an Planer, Anlagebauer und -betreiber. Die Zielsetzung ist, die minimalen Sicherheitsanforderungen für den Bau, Betrieb und Unterhalt von Biogasanlagen auf landwirtschaftlichen Betrieben festzulegen. Dabei wurde

Wert auf eine einfache und praxisgerechte Darstellung gelegt. Wo notwendig wird diese durch Skizzen und schematische Darstellungen ergänzt. Wo immer möglich werden die gültigen Vorschriften explizit dargestellt.



Abb. 1: Ansicht einer Biogasanlage

Inhalt	Seite
Problemstellung	2
Grundlagen	
– Begriffe	2
– Geltungsbereich	2
– Bewilligungspflicht	2
– Eigenschaften von Biogas	2
Bau und Sicherheit	
– Gasschema einer landwirtschaftlichen Biogasanlage	3
– Stand der Technik	3
– Gärbehälter	4
– Gasspeicher	5
– Lagerbehälter	5
– Armaturen und Sicherheitselemente	5
– Elektrische Installationen/ Blitzschutz	6
– Brand-, Explosionsgefahr und Rauchverbot	6
– Abnahme der Anlage	7
Verwertung von Biogas	
– Gasmotor- / Heizkesselräume	7
– Gasfackel oder zusätzliche Verwertungseinrichtung	7
Betrieb und Unterhalt	7
Literatur	7

Problemstellung

Das Interesse an der Biogasgewinnung hat durch das Aufkommen von neuen, kostengünstigen Technologien stark zugenommen. In der Praxis wurden allerdings die Sicherheitsanforderungen zum Teil ungenügend berücksichtigt.

Dies ist hauptsächlich auf mangelnde Kenntnisse der geltenden Bestimmungen bei der Planung, dem Bau und Betrieb von Biogasanlagen zurückzuführen.

Grundlagen

Begriffe

Biogasanlage	Anlage zur Erzeugung, Speicherung und Verwertung von Biogas. Die Erzeugung erfolgt aus der Vergärung organischer Stoffe.
Substrat	Zur Vergärung bestimmte, organische Stoffe.
Gärbehälter, Reaktor, Fermenter	Behälter, in dem der mikrobiologische Abbau des Substrates stattfindet.
Gasspeicher	Lager, in dem das Biogas zwischengelagert wird.
Substrataufbereitung	Einrichtung zur Aufbereitung (Zerkleinerung und Homogenisierung) des Substrates.
Güllelager	Behälter, in dem Gülle sowie das vergorene Substrat gelagert werden.
Gasraum	Raum, in dem das Biogas behandelt wird (Ex-Zone).
Maschinen-, Technikraum	Raum, in dem Gasreinigungs-, Gasförder- oder Gasverwertungseinrichtungen (Heizkessel, BHKW) einschliesslich deren Steuer- und Regelungstechnik enthalten sind.
BHKW (WKK, Gasmotor)	Blockheizkraftwerk (BHKW), dient der Erzeugung von Strom und Wärme.
Schutzbereich	Bereich, in dem bei Betriebsstörungen mit einer explosionsfähigen Atmosphäre gerechnet werden muss.
Sicherheitsabstand	Abstand von Gefahrenquellen zu Gebäuden und öffentlichen Wegen.
Ex-Zonen	Explosionsgefährdete Bereiche nach Ex-Zonen-Merkblatt.
Gasaufbereitung	Einrichtungen zur Reinigung und Entwässerung von Biogas.
Co-Vergärung	Gemeinsame Vergärung von Gülle mit organischen Stoffen wie Speise-, Gemüseabfällen, Grassilage usw.

Geltungsbereich

Die Sicherheitsregeln finden Anwendung für den Bau, Betrieb und Unterhalt von landwirtschaftlichen Biogasanlagen einschliesslich Anlagen zur Co-Vergärung. Die Anlagen sind auf einem Landwirtschaftsbetrieb stationiert und werden durch dessen Personal betreut. Sie gelten nicht für Kläranlagen.

Bewilligungspflicht

Für den Bau und Betrieb einer Biogasanlage ist bei den zuständigen Behörden eine schriftliche Bewilligung einzuholen. Auch der Einbau von Teilen einer Biogasanlage in bereits bestehende Bauten bedarf einer Baubewilligung, wenn für die zukünftige Nutzung weitergehende Vorschriften gelten als bisher. Dies bedeutet, dass das entsprechende Projekt in jedem Fall der Standortgemeinde zur Beurteilung eingereicht werden muss. Die Gemeinde erteilt weitere Auskünfte betreffend Baubewilligung und zusätzlicher Bewilligungen. In der Regel sind nötig:

- Baubewilligung der Standortgemeinde,
- Betriebsbewilligung für die Feuerungsanlage;
- Nachweis der Lagerkapazitäten (insbesondere bei Co-Vergärungsanlagen);
- Nachweis der erforderlichen Landflächen bzw. Nachweis über entsprechende Abnahmeverträge (insbesondere bei Co-Vergärungsanlagen).

Eigenschaften von Biogas

Biogas-Kennzahlen

Biogas ist ein brennbares Gasgemisch, das durch Gärung unter Luftabschluss entsteht.

Die Zusammensetzung des Gasgemisches ist abhängig vom Material das vergast wird (Substrat) und besteht im wesentlichen aus folgenden Komponenten:

- Methan CH₄ 50–80%
- Kohlendioxid CO₂ 20–50%
- Schwefelwasserstoff 0.01–6%
- Wasserdampf (gesättigt) 1–6%
- sowie Spuren von:
 - Wasserstoff H₂
 - Stickstoff N₂
 - Sauerstoff O₂

Kennzahlen von Biogas mit einem Methangehalt von 60% im Vergleich mit Erdgas und Propan:

		Biogas	Erdgas	Propan
Heizwert Hu	kWh/m ³	6	10	26
	MJ/m ³	21,6	36	93,6
Zündtemperatur	°C	700	650	470
Dichte	kg/m ³	1,218	0.79	2.01
Zündgrenzen Gas in Luft	%	6–12	5–15	2–10

Im Durchschnitt weist 1 m³ Biogas einen unteren Heizwert (Hu) von ca. 6 kWh/m³ oder 21,6 MJ/m³ auf. Im Vergleich zu leichtem Heizöl entspricht 1 m³ Biogas zirka 0,6 l Heizöl.

Gefahren

Bei der Produktion und Verwendung von Biogas in landwirtschaftlichen Biogasanlagen können folgende Gefahren und Risiken auftreten:

- Erstickungsgefahr in Schächten und Behältern
- Explosionen durch zündfähige Gas-/Luftgemische
- Entstehung von Bränden
- Einfrieren und Verstopfen von Gas- und Substratleitungen
- Kondensatbildung in der Gasleitung
- Korrosion durch aggressive Bestandteile im Biogas

Je nach Methangehalt, Temperatur und Sättigungsgrad kann das Gasgemisch schwerer sein als Luft und es muss mit Ansammlungen von Biogas in Entwässerungsschächten und Gruben gerechnet werden.

Gasproduktion

Als Richtzahl gilt pro Düngergrossvieheinheit (DGVE) und Tag eine Gasproduktion von 1,5 m³. Der nutzbare Wert reduziert sich um 20–30% infolge der für die Kompensation der Wärmeverluste und das Aufheizen der anfallenden Gülle benötigten Energiemenge. Somit kann beim Betrieb eines Heizkessels mit einer täglich verfügbaren Menge von rund 1 m³ pro DGVE und Tag gerechnet werden.

Biogasertrag (m³ pro Tonne Substrat)

Rindergülle	25 m ³
Schweinegülle	36 m ³
Gemüseabfälle	90 m ³
Grassilage	150 m ³
Speiseabfälle	245 m ³
Weizenabgang	360 m ³
Altfett	800 m ³

Bei den aufgeführten Biogaserträgen handelt es sich um Mittelwerte. Sie schwanken je nach Zusammensetzung und Trockensubstanzgehalt der Substrate.

Bau und Sicherheit

Gasschema einer landwirtschaftlichen Biogasanlage (Abb. 2)

Das im Fermenter produzierte Biogas wird über Absperrklappe, Flammenrückschlagsperre und Kondensatabscheider dem Gasspeicher zugeführt. Gasspeicher und Fermenter sind jeweils mit einem

Überdruckventil ausgerüstet. Mit Hilfe eines Unter- und Überdruck geregelten Gasgebläses wird das Biogas über eine vom Verbraucher gesteuerte Absperrklappe und eine Flammenrückschlagsperre dem Verbraucher (Blockheizkraftwerk, Heizkessel) zugeführt.

Stand der Technik

Biogasanlagen sind so zu erstellen, dass sie der betrieblichen Beanspruchung standhalten und dadurch keine unzulässige Brand- und Explosionsgefahr und keine Gefährdung der Umgebung entstehen. Der Stand der Technik muss bei der Auslegung, Berechnung, Konstruktion, dem Bau, der Aufstellung, Ausrüstung und dem Betrieb der Anlage berücksichtigt werden.

Damit ein gefahrloser Betrieb gewährleistet ist, kommt den Betriebs- und Wartungsvorschriften grosse Bedeutung zu. Sämtliche Komponenten von Biogasanlagen müssen gasdicht und für Biogas geeignet sein. Sie müssen gegen die auftretenden chemischen, mechanischen und thermischen Einwirkungen beständig sein.

Auf die Brand- und Explosionsgefahr sowie das Rauchverbot ist durch gut sichtbare Anschläge hinzuweisen.

Brandabschnitte

Räume, in denen Biogasanlagen aufgestellt sind, müssen als Brandabschnitte ausgebildet sein, die mindestens der Feuerwiderstandsklasse F60 / T30 entsprechen.

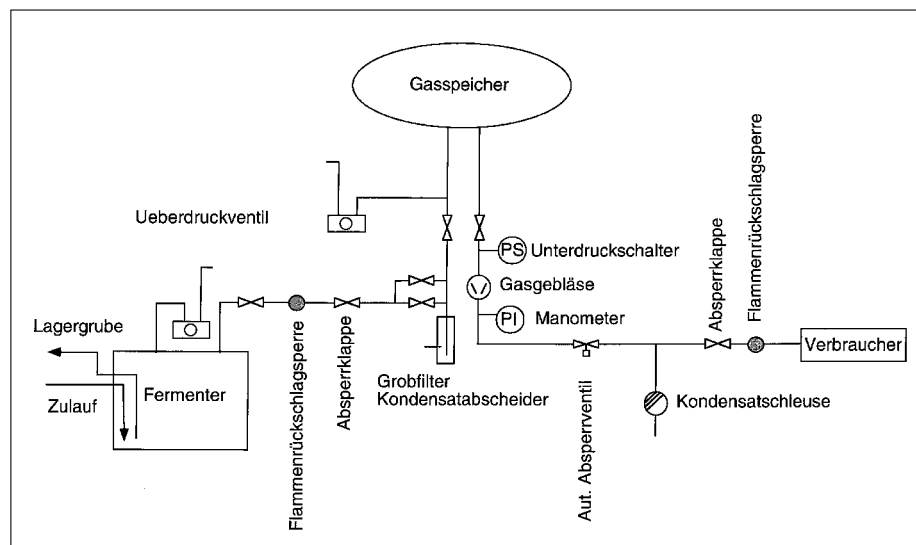


Abb. 2: Beispiel eines Gasschemas mit Sicherheitselementen

Explosionsschutz

Bei Biogasanlagen und am Ort ihrer Aufstellung sind die notwendigen Explosionsschutzmassnahmen zu treffen. Dazu gehören:

- Der vorbeugende Explosionsschutz (Vermeiden von explosionsfähigen Gemischen, zum Beispiel durch entsprechende Lüftungsmassnahmen und Vermeiden von wirksamen Zündquellen oder Treffen von Schutzmassnahmen, die eine Zündgefahr ausschliessen).
- Der konstruktive Explosionsschutz (z.B. Entkoppelungsmassnahmen durch Flammensperren).
- Kabeldurchführungen zwischen verschiedenen Bereichen sind abzudichten.

Räume bzw. Bereiche, in denen Biogasanlagen aufgestellt bzw. Anlageteile vorhanden sind, gelten grundsätzlich als explosionsgefährdete Bereiche (Ex-Zonen). In explosionsgefährdeten Bereichen unterscheidet man nach der Wahrscheinlichkeit des Auftretens einer explosionsfähigen Atmosphäre die Zonen 0, 1 und 2. Die explosionsgefährdeten Zonen sind gemäss Merkblatt «Grundsätze des Explosionsschutzes» (SUVA-Form. 2153) zu beurteilen.

Die Erstellung eines Ex-Zonenplanes kann nach folgenden Gesichtspunkten erfolgen:

- Im Innern des Gärbehälters und Gasspeichers Zone 0
- Im unmittelbaren Bereich des Gasspeichers Zone 2
- Im unmittelbaren Bereich des Gärbehälters Zone 2
- Gasraum (Gasausbreitung) Zone 2

In Ex-Zonen sind wirksame Zündquellen zu vermeiden, oder es sind Schutzmassnahmen zu treffen, die eine Zündgefahr ausschliessen.

Lüftungsmassnahmen

Räume, in denen Biogasanlagen aufgestellt bzw. Anlageteile vorhanden sind oder Biogas auftreten kann, sind ausreichend zu lüften. Unterflurräume sind mit einer künstlichen Lüftung zu versehen. Die Entlüftungsöffnungen und die Ausmündungen der Abluftkanäle sind so anzuordnen, dass die austretenden Stoffe gefahrlos abgeführt werden.

Räume gelten als ausreichend natürlich gelüftet, wenn sie über Erdboden liegen und mindestens zwei einander gegenüberliegende, nicht verschliessbare, ins Freie führende Öffnungen aufweisen, wobei eine Öffnung unmittelbar über dem Boden, die andere unmittelbar unter der Decke angeordnet sein muss.

Jede Lüftungsöffnung soll mindestens 20 cm² pro m² Bodenfläche gross sein.

Gärbehälter

Normen und Vorschriften

Gärbehälter und Gasspeicher sind aus geeignetem Material zu erstellen und müssen gasdicht sein und festigkeitsmässig nach den einschlägigen Normen konstruiert werden.

Massgebend sind:

- Für Betonbehälter SIA-Normen
- Für Stahlbehälter VSM-/SIA-Normen
- Für Kunststoffbehälter AD-Merkblatt N1
- Für Holzbehälter SIA-Normen

Kunststoffmaterialien müssen mindestens einen Brennbarkeitsgrad von 4 aufweisen. Zusätzlich sind die Vorschriften für den Gewässerschutz bei der Erstellung von Güllebehältern zu berücksichtigen.

Leitungsführung und Behälteranordnung

Die Zu- (Substratzufuhr) und Wegleitungen (Substrataustrag) in den Gärbehälter sind mit einem Siphon zu versehen oder genügend tief abzutauchen, um zu gewährleisten, dass zu keiner Zeit Biogas in die Leitungen entweichen kann. Das Gaspolster im Gärbehälter darf in der Regel nicht mehr als 20% des Gärbehälterinhaltes ausmachen. Bei grösseren Gaspolstern und bei aufgesetzten Gasometern gelten ausserdem die Anforderungen für Gasspeicher (Abb. 3 und 4).

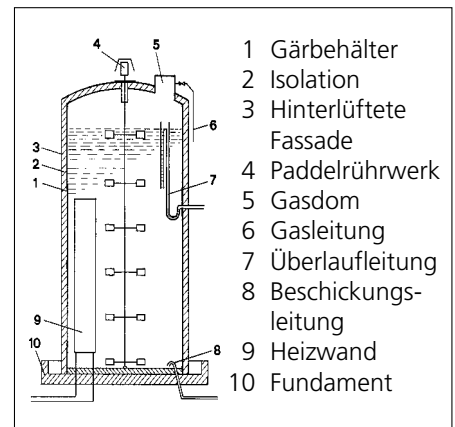


Abb. 3: Beispiel einer Durchflussanlage ohne aufgesetztes Gasometer

Ausgenommen von dieser Regelung sind die nach dem Speicherprinzip gebauten Anlagen (Gaspolster anfänglich >20%). Für Speicheranlagen, die unter dem Stall angeordnet sind, gilt ausserdem:

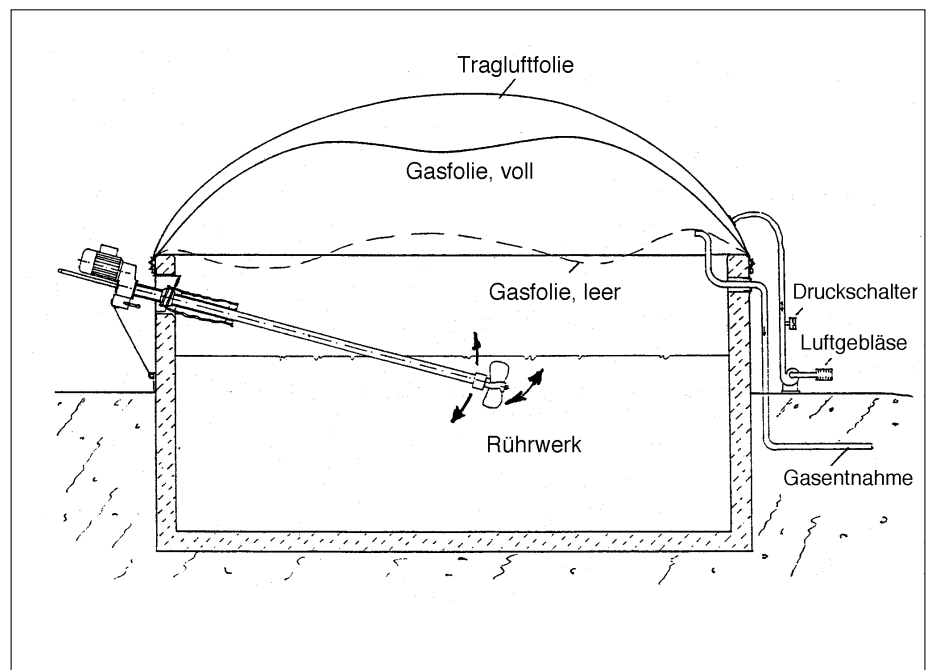


Abb. 4: Beispiel einer Durchflussanlage mit aufgesetztem Foliengasometer

- Der Gärrauminhalt darf max. 200 m³ betragen.
- Die Decke des Gärtraumes (Stallboden) ist als öffnungslose Betonplatte auszuführen. Einlaufschächte und Gasentnahme sind ausserhalb des Gebäudes anzuordnen.
- Bei der Gülleentnahme muss Biogas vom Gasspeicher in den Reaktor zurückströmen können, um zu verhindern, dass Luft in den Reaktor gelangt.

Sicherheitsabstände zu umliegenden Gebäuden

Die Abstände gelten ab Fassade gemessen. Vorspringende Gebäudeteile (Vordächer, Balkone usw.) sind soweit mitzuberechnen, als ihre Ausladung 1 m übersteigt.

Grenzabstände sind so festzulegen, dass beim Einhalten der ordentlichen Grenzabstände durch die Anstösser die Sicherheitsabstände gewährleistet bleiben. Zu öffentlichen Strassen sind die Sicherheitsabstände einzuhalten.

Die Sicherheitsabstände betragen für Gärbehälter:

- Aus Beton, Stahl, Kunststoff, unterflur – Kein Minimalabstand nötig
- Aus Kunststoff oder Holz, überflur – 5 m

Bei Gärbehältern mit aufgesetzten Gasometern gelten die Sicherheitsabstände für Gasspeicher.

Füllstandsüberwachung

Es sind Massnahmen zu treffen, damit beim Überschreiten des maximalen Füllstandes bzw. beim Unterschreiten des minimalen Füllstandes kein gefährlicher Zustand entstehen kann.

Gasspeicher

Sicherheitsabstände zu umliegenden Gebäuden

Gasspeicher dürfen je nach ihrer Grösse und Material in Abhängigkeit der Bauart und Brandgefährdung der umliegenden Objekte in einem minimalen Sicherheitsabstand zwischen 5 und 20 m erstellt werden.

Die Abstände gelten für Niederdruckspeicher. Dazu gehören Nassgasometer mit Behälter und Glocke aus Stahl oder Kunststoff, Ballon- und Kissengasspeicher (ungeschützt oder lediglich mit Wetterschutz versehen) sowie Gärbehälter mit aufgesetztem Foliengasspeicher.

Sie gelten ab Fassade gemessen. Vorspringende Gebäudeteile (Vordächer, Balkone usw.) sind soweit mitzuberechnen, als ihre Ausladung 1 m übersteigt. Grenzabstände sind so festzulegen, dass bei Einhalten der ordentlichen Grenzabstände durch die Anstösser die Sicherheitsabstände gewährleistet bleiben. Zu öffentlichen Strassen sind die Sicherheitsabstände ebenfalls einzuhalten.

Die Abstände reduzieren sich in Abhängigkeit von Bauart und Brandgefahr der umliegenden Gebäude oder durch Errichten einer Schirmmauer.

Bei der Gebäudebauart wird zwischen brennbar, nicht brennbar und mindestens F60 unterschieden. Die Gebäudenutzung bestimmt die Brandgefahr. Erhöhte Brandgefahr besteht beispielsweise bei Holzbearbeitung oder Lagerung von feuer- und explosionsgefährlichen Stoffen.

Feuerbeständig F90 ummauerte Ballon- und Kissenspeicher dürfen am Gebäude angebaut werden. Der Raum muss gut durchlüftet und mit Druckentlastungsöffnungen versehen sein. Elektrische Installationen sind in explosionsicherer Ausführung vorzusehen.

Die Abstände sind im Einzelfall frühzeitig mit der kantonalen Feuerpolizei anhand der örtlichen Gegebenheiten zu bestimmen!

Lagerbehälter

Im Lagerbehälter für vergorene Gülle besteht die Gefahr der Nachgärung. Geschlossene Behälter sind daher ausreichend zu durchlüften. Dies ist erfüllt, wenn zwei diagonal gegenüberliegende Lüftungroste mit mindestens 50% Luftdurchlass eingebaut sind (siehe BUL Broschüren 7 und 9).

Armaturen und Sicherheitselemente

Grundsätzliches

Die Biogasreaktoren (Faulräume, Fermenter) und die Gasspeicheranlagen (Gasometer, Druckspeicher) müssen mit Sicherheitseinrichtungen ausgerüstet sein, die einen unzulässigen Über- oder Unterdruck verhindern.

Flüssigkeitsverschlüsse als Sicherheitseinrichtung müssen so angelegt sein, dass die Sperrflüssigkeit bei Über- oder Unterdruck nicht ausläuft und bei nachlassendem Über- oder Unterdruck automatisch wieder zurückfliesst.

In der Zuleitung zur Über- und Unterdrucksicherung darf keine Absperrmöglichkeit sein.

Diese Sicherheitseinrichtungen müssen so ausgebildet und angeordnet sein, dass allfällig ausströmendes Gas ins Freie austritt und nicht in Gebäude und Schächte gelangen kann.

Die Abblaseleitungen der Über- und Unterdrucksicherung müssen über Dach ins Freie geführt werden.

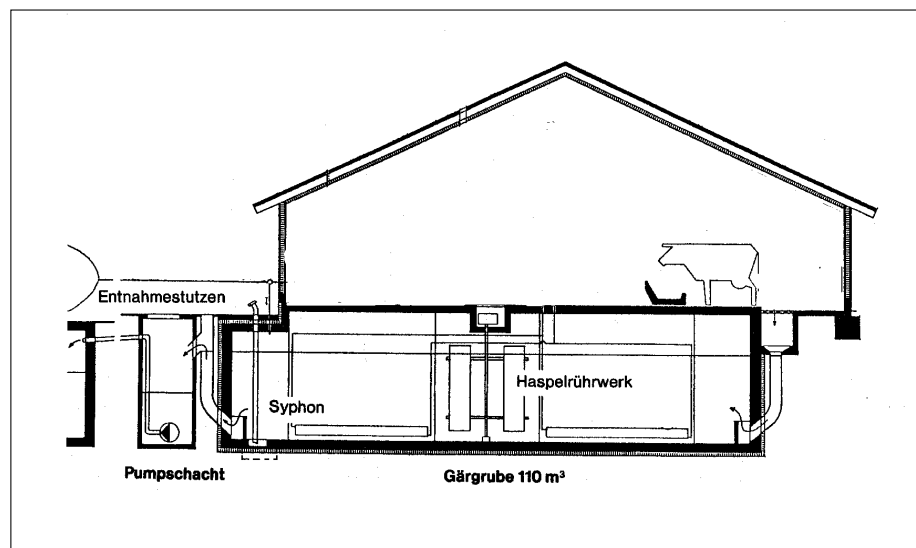


Abb. 5: Beispiel einer unter dem Stall angeordneten Speicheranlage

Unterdruck- und Gasmangel-sicherungen

Das System muss wirkungsvoll gegen Unterdruck (Sauerstoffzutritt) gesichert werden. In Anlagen, die im Speicherbetrieb arbeiten (diskontinuierlicher Betrieb), sind Ausgleichs-Gasspeicher vorzusehen.

Pumpen und Gasgebläse bzw. Kompressoren sind zum Beispiel über Minimaldruckpressostaten abzusichern. Mittels Gasmangelsicherungen sind die erforderlichen Betriebsdrücke der Verbraucher sicherzustellen. Die Gasmangelsicherung ist so einzustellen, dass diese vor dem Ansprechen der Unterdrucksicherung des Gasspeichers das BHKW (Zündquelle) stoppt und das Magnetventil in der Gaszuführung geschlossen wird.

Über- und Unterdrucksicherungen müssen frostsicher ausgeführt sein, (z.B. durch frostsichere Unterbringung unterflur oder durch frostsichere Sperrflüssigkeiten).

Flammenrückschlagsperren

Zwischen Gärbehälter und Gasspeicher sowie vor jedem Verbraucher müssen Flammenrückschlagsperren eingebaut werden. Es sind nur durch eine anerkannte Prüfstelle (BAM, EMPA etc.) geprüfte Armaturen zugelassen (z.B. Fa. PROTEGO, Fa. KITO usw.)

Sie sind nach den Angaben des Herstellers in Bezug auf Dimension und Abstand zur möglichen Zündquelle einzubauen. Sie sollten leicht gereinigt und gewartet werden können.

Absperrarmaturen

Vor Anlageteilen, die dem Gewinnen, Speichern, Behandeln oder Verwerten von Biogas dienen, müssen in den Gasleitungen Absperrarmaturen eingebaut sein.

Hauptabsperreinrichtungen müssen an gut zugänglichen Stellen angebracht werden.

Entschwefelung durch Luftzugabe in Gasräume von Gärbehältern

Die Luftdosierpumpe ist so einzustellen, dass kein gefährlicher Zustand im Gas-system entstehen kann. Der Volumenstrom darf maximal 4 bis 6% des im selben Zeitraum erzeugten Biogases betragen.

Es ist ein Pumpentyp auszuwählen, der keine höheren Luftmengen fördert. Der Anlagebetreiber passt die Luftmenge regelmäßig der Gasmenge an.

In der Zuleitung zum Gasraum ist ein Rückschlagventil anzubringen, das eine Gasrückströmung verhindert.

Gasleitungen

Rohrleitungen und Armaturen müssen aus geeignetem Material bestehen. Sie sind leicht zugänglich und vorzugsweise überflur anzuordnen.

In der Regel sind Rohrleitungen aus Stahl zu verwenden. Bereiche mit rostfreien, durchgehend geschweißten Gasleitungen erfordern weder Lüftungs- noch Explosionsschutzmassnahmen.

Anlageteile aus Kunststoff müssen gegen mechanische Beschädigung geschützt sein und können nur für den Einsatz im erdverlegten Bereich verwendet werden. Der Übergang auf die nichtbrennbare Stahlleitung muss im Erdreich und ausserhalb der Gebäude erfolgen. Im Gebäudeinnern dürfen für die Gasinstallation keine Armaturen und Leitungen aus Kunststoff verwendet werden.

Für unterflur, erdgedeckte oder in Kanälen verlegte Gasleitungen sind entsprechende sicherheitstechnische Massnahmen zu treffen wie:

- Verwendung von Gasleitungen ohne lösbare Verbindungen (durchgehend geschweißte Leitungen).
- Ausreichende Entlüftung des Raumes oder Kanales und Vermeiden von Zündquellen bei der Verwendung von Gasleitungen mit lösbaren Verbindungen.
- Schutz vor Korrosion.
- Gasleitungen sind mit Gefälle gegen die Kondensatabscheider zu verlegen.

Kondensatabscheider

Die Kondensatabscheidung muss so erfolgen, dass kein Biogas in den Raum austreten kann.

Gewähr dafür, dass beim Entleeren der Kondensatabscheider kein Biogas austritt, bieten Kondensatschleusen oder Entleerungsleitungen, die als geschlossenes System ins Freie führen.

Bei Wasserabscheidern mit hydraulischem Verschluss muss die Wassersäule mindestens auf den doppelten Betriebsdruck ansteigen können.

Elektrische Installationen/ Blitzschutz

Elektrische Installationen sind nach den SEV-Vorschriften auszuführen. Überflur aufgestellte Gärbehälter und Gasspeicher sind mit einer Blitzschutzanlage nach den SEV-Vorschriften zu versehen. Die elektrischen Betriebsmittel (Elektromotore) und die Installationsart müssen den Anforderungen des Schweiz. Elektrotechnischen Vereins (SEV) für die jeweilige Ex-Zone entsprechen. Für die Praxis bedeutet dies die Installation von «Ex-geschützten» Pumpen, Gebläsen und Rührwerken in den entsprechenden Zonen. Bei der Ausführung der elektrischen Installationen und der Blitzschutzanlage ist dem Korrosionsschutz die nötige Aufmerksamkeit zu schenken.

Brand-, Explosionsgefahr und Rauchverbot

Auf die Brand- und Explosionsgefahr sowie das Rauchverbot ist durch gut sichtbare Anschläge hinzuweisen. In der näheren Umgebung von Gärbehälter und Gasspeicher sind das Rauchen und der Gebrauch von offenem Feuer untersagt.

Materialbeständigkeit bezüglich Biogas (Kondensat)

Material	zulässig		nicht zulässig
	beständig	nicht beständig	nicht beständig
Eisen unbehandelt			●
Kupfer			●
Messing			●
Aluminium			●
Eisen verzinkt		●	
Chromnickelstahl (V2A)		●	
Grauguss	●		
Chromnickelmolybdänstahl (V4A)	●		
Kunststoff	●		

Abnahme der Anlage

Vor der Inbetriebsetzung haben die zuständigen Bewilligungsinstanzen die Biogasanlage abzunehmen.

Dabei ist ein Abnahmeprotokoll zu erstellen, das sämtliche relevanten Informationen festhält.

Verwertung von Biogas

Gasmotoren- und Heizkesselräume

Als Verbraucher (Heizkessel, Gasbrenner, Gasmotoren usw.) dürfen nur SVGW-geprüfte und durch die VKF anerkannte Apparate verwendet werden. Feuerungsgeräte bis zu 70 kW erfordern einen Raum der Feuerwiderstandsklasse F30/ T30; über 70 kW einen Raum mit F60/ T30.

Die Aufstellung hat gemäss den Gasleitsätzen (G1), bzw. den Richtlinien für den Bau und Betrieb von Gasfeuerungen (G3) des SVGW zu erfolgen. Es sind so wenig Armaturen wie möglich in den Verbraucherräumen zu installieren.

In der Gasleitung ist eine vom Verbraucher gesteuerte Absperrarmatur anzubringen, welche die Gaszufuhr während der Stillstandperioden unterbricht.

Gasfackel oder zusätzliche Verwertungseinrichtung

Das Abblasen von Biogas bei Störungen der Gasverbrauchseinrichtungen ist nicht unbegrenzt zulässig. Im Falle eines Ausfalls der Gasverwertung sind deshalb folgende Massnahmen zu treffen:

- Um dem Brand- und Explosionsschutz Rechnung zu tragen, muss das Biogas in geeigneter Weise über Dach abgeblasen werden
- Dauert der Unterbruch in der Gasverwertung länger als zwei Tage, so ist, soweit betrieblich machbar, die Beschickung des Reaktors einzustellen bzw. zu reduzieren.

Übersteigen die nach Ergreifen geeigneter Massnahmen zur Verringerung der Gasproduktion zu erwartenden Gasmen gen einen Volumenstrom von 20 m³/h bzw. 480 m³/d, so muss eine weitere Gasverbrauchseinrichtung (z.B. Gasbrenner, Fackel) vorhanden sein.

Betrieb und Unterhalt

- Betrieb und Unterhalt von Biogasanlagen dürfen nur zuverlässigen, mit dieser Arbeit vertrauten Personen übertragen werden.
- Die Erstellerfirma hat genaue Bedienungs- und Wartungsvorschriften zu erlassen.
- Sicherheitseinrichtungen sind periodisch auf ihre Funktion zu überprüfen. Bei Systemen mit Wasservorlagen ist Eisbildung durch entsprechende Platzierung der Einrichtungen oder durch Wasserzusätze zu verhindern.
- Beim öffnen des Gärbehälters zur Schlammabnahme oder zu Reparaturzwecken ist der Behälter vor dem Betreten gründlich aktiv zu lüften (siehe BUL-Broschüren 7 und 9).
- Bei Schweißarbeiten sind die notwendigen Sicherheitsmassnahmen zu treffen.
- Gärbehälter dürfen im Betrieb nur soweit entleert werden, als sich Gas im Speicher zum Auffüllen des freierwährenden Behältervolumens befindet.

Literatur

BUL, Postfach, CH-5040 Schöftland
 – Dokumentation «Sicherheit in landwirtschaftlichen Neu- und Umbauten».
 – BUL-Broschüre Nr. 7 «Gasgefahren in der Landwirtschaft».

SUVA, Arbeitssicherheit, Postfach, CH-6002 Luzern
 – Allgemeine Richtlinie über Bau, Ausrüstung, Aufstellung, Betrieb und Unterhalt von Maschinen (SUVA-Form. 1593.d).
 – Richtlinie über Bau und Anordnung von Schaltvorrichtungen (SUVA-Form. 1594.d).
 – Richtlinie betreffend Arbeiten in Behältern und engen Räumen (SUVA-Form. 1416.d).
 – Merkblatt «Grundsätze des Explosionsschutzes mit Beispielsammlung Ex-Zonen» (SUVA-Form. 2153.d).
 – Sichere Biogasanlagen (Bestellnummer 66055.d).

SVGW, Grütlistr. 44, CH-8027 Zürich
 – Gasleitsätze (G1), 1986.
 – Richtlinien (G3) für Gasheizungen, 1986.
 – Richtlinien (G2) für den Bau und Betrieb von Gasleitungen mit Betriebsdruck bis 5 bar, 1986.

SEV, Schweiz. Elektrotechnischer Verein, Postfach, CH-8034 Zürich
 – Vorschriften und Regeln des Schweiz. Elektrotechnischen Vereins (SEV).

VKF, Bundesgasse 20, Postfach 4081, CH-3001 Bern
 – Brandschutznorm (1993).

Schweizerischer Ingenieur- und Architekten-Verein SIA, Postfach, CH-8039 Zürich
 – SIA-Normen 160, 161, 162, 164.

Buchhandlung Wirz AG, CH-5001 Aarau oder Buchhandel
 – Biogas Handbuch, Grundlagen-Planung-Betrieb landwirtschaftlicher Anlagen, ISBN 3-85983-035-X.

Bezugsquelle Gaswarnschilder
 BUL, Postfach, CH-5040 Schöftland