

A yellow safety helmet with a clear visor and a pair of yellow leather work gloves are shown on a grey, textured surface. The helmet is positioned in the upper right, and the gloves are in the lower right.

BIOGAS

Safety first!

Richtlijnen voor het veilig
gebruik van biogastechnologie



Nederlands

giz

Deutsche Gesellschaft
für Internationale
Zusammenarbeit (GIZ) GmbH



Fachverband
BIOGAS

German Biogas Association
www.biogas.org

Inhoud

Verklaringen	4
Voorwoord	5
Algemene vereisten	6
1. Inleiding.....	6
2. Termen en definities.....	7
3. Eigenschappen van biogas	9
4. Gevaren	10
4.1. Gevaren voor het milieu.....	12
4.2. Gezondheidsgevaren.....	13
4.3. Gevaarlijke stoffen	13
4.4. Biologische agentia	13
4.5. Gevaren van elektrische apparatuur	14
4.6. Mechanische gevaren	14
4.7. Gasgevaren.....	14
4.8. Explosie- en brandgevaar	15
4.9. Bronnen van gevaar in de omgeving	16
4.10. Gevaren die voortvloeien uit incorrect gedrag	16
5. Gevaaranalyse	17
5.1 Gevaaranalyse voor specifieke bedrijfstoestanden.....	19
5.2 Opstarten/inbedrijfname	19
5.3 Onderhouds- en reparatiewerkzaamheden	19
5.4. Stilleggen/buitenwerkingstelling	21
5.5. Explosieveiligheidsdocument.....	21
5.6. Vereisten voor arbeidsmiddelen in gevaarlijke gebieden	23
6. Brandbeveiligingsconcept.....	24
6.1. Structurele brandbeveiliging.....	24
6.2. Organisatorische brandbeveiliging.....	25
7. Beschermingsmaatregelen	26
7.1. Organisatorische beschermingsmaatregelen	26
7.2. Persoonlijke beschermingsmaatregelen	28
8. Documentatie.....	30
Specifieke vereisten	31
1. Vereisten voor toevoersystemen	31
2. Vereisten voor substraatbehandelingssystemen.....	33

3. Vereisten voor opslagtanks/putten	34
4. Vereisten voor de vergister.....	35
5. Vereisten voor de gasopslag tank.....	37
6. Vereisten voor houten dakconstructies in gasopslagsystemen	39
7. Vereisten voor installatieruimten voor gasopslag.....	40
8. Vereisten voor substraathoudende delen van de biogasinstallatie	41
9. Vereisten voor gashoudende delen van de biogasinstallatie.....	42
10. Vereisten voor condensaat bakken.....	43
11. Vereisten voor overdruk- en onderdrukbeveiliging.....	44
12. Vereisten voor gaszuivering	45
12.1. Interne ontzwaveling door de toevoer van lucht naar gasruimten in de vergister	45
12.2. Interne ontzwaveling door toevoeging van ijzerverbindingen.....	45
12.3. Ontzwaveling door middel van ijzerhoudende materialen of geactiveerde koolstof in een nageschakelde installatie.....	45
13. Vereisten voor gasanalyse.....	46
14. Vereisten voor apparaten en veiligheidsapparatuur die worden blootgesteld aan gas	47
15. Vereisten voor gasfakkels	47
16. Vereisten voor procescontrolesysteem/instrumentatie- en controlesysteem (I & C)	48
17. Vereisten voor elektrotechniek	49
17.1. Potentiaalvereffening.....	49
17.2. Beschermende maatregelen in geval van stroomuitval	50
18. Vereisten voor bliksembeveiliging.....	52
19. Vereisten voor ruimten met substraat- en/of gashoudende installatieonderdelen	52
Inspecties en tests	54
Opwerken van biogas tot biomethaan.....	55
Aanbevelingen voor een veilige installatie.....	58
1. Aanbevelingen voor het juridische kader	59
2. Training in de industrie.....	59
Bijlagen	60
Annex 1: Gevaaranalyse.....	60
Annex 2: Documentatie instructie voor onderaannemers en werknemers voor onderhoud, installatie en reparatie	61
Organisaties	64
Referenties	67
Colofon	67

Verklaringen



‘Biogas is een belangrijk onderdeel van gedecentraliseerde hernieuwbare energievoorziening, maar het zal alleen op lange termijn geaccepteerd worden als biogasinstallaties op professionele wijze worden gebruikt. Het toepassen van de nieuwste en veiligste technieken is op dit gebied even belangrijk als voor andere vormen van energieopwekking. Dit betekent dat alle betrokkenen, fabrikanten, distributeurs en gebruikers moeten voldoen aan de betreffende voorschriften en vereisten (met name Europese richtlijnen zoals de Machinerichtlijn 2006/42/EG en de ATEX Richtlijn 2014/34/EU). Zij moeten de gevaren die kunnen ontstaan, zowel op het gebied van arbeidsomstandigheden als op het gebied van het milieu, goed beoordelen en vervolgens de noodzakelijke beschermingsmaatregelen formuleren en uitvoeren. Dit brengt een zekere technische uitdaging met zich mee om de procestechniek van de door de fabrikant geleverde installatie te doorgronden, maar ook een organisatorische uitdaging als het gaat om de noodzaak van het opstellen van de begeleidende documenten.

In Duitsland werkt bijvoorbeeld het Duitse Fachverband Biogas e.V. voortdurend samen met autoriteiten en gespecialiseerde instanties om complexe problemen aan te pakken en praktische oplossingen te vinden. Er is een groot aantal werkhulpmiddelen, gegevensbladen, enz. geproduceerd en de belangrijkste inhoud daarvan willen wij u graag in deze publicatie presenteren.

Immers, zoals ik al zei: alleen veilige installaties kunnen de acceptatie van biogas op de lange termijn waarborgen.’

– Josef Ziegler,
Woordvoerder van de Veiligheidswerkgroep
van het Duitse Fachverband Biogas



‘GIZ implementeert momenteel meer dan 170 projecten in meer dan 50 landen op het gebied van hernieuwbare energie en energie-efficiëntie, waarvan er meer dan 20 gericht zijn op biogas of een biogascomponent hebben. Vanuit het perspectief van het ontwikkelingsbeleid is het een bekend feit dat biogas veel voordelen heeft, zoals de vermindering van broeikasgasemissies, het leveren van betrouwbare groene energie en het scheppen van banen.

In vergelijking met Duitsland stellen de meeste partnerlanden geen specifieke eisen aan de veiligheid in biogasinstallaties. Bovendien is het duidelijk dat eventuele ongevallen in biogasinstallaties zeer schadelijk zijn voor de ontwikkeling van de markt voor duurzaam biogas. De veiligheidskwestie is dus een belangrijk onderdeel van ons werk en cruciaal voor onze partners omdat biogasprojecten duurzaam, efficiënt en veilig moeten worden.’

– Bernhard Zyma
Hoofd Energie en Vervoer
Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

Deze Nederlandse vertaling is verzorgd door het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM) in opdracht van het Ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid (SZW), met als doel om de internationale kennis op gebied van biogastechnologie en veiligheid beter toegankelijk te maken voor gebruikers in Nederland. Het betreft een één-op-één vertaling van het originele document van het Duitse ‘Fachverband Biogas’ en de ‘Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit’.

Voorwoord

Veiligheid is van cruciaal belang voor de duurzame, efficiënte en betrouwbare exploitatie van biogasinstallaties.

Biogas is geclassificeerd als een zeer ontvlambaar mengsel van gassen die bij inademing schadelijk kunnen zijn voor de gezondheid vanwege de giftige bestanddelen. De procestechnologie die in biogasinstallaties wordt gebruikt, kan zeer complex zijn. Gezien de vele en verschillende gevaren is het van zeer groot belang om fundamentele beschermende maatregelen te treffen om de risico's van biogasinstallaties voor mens en het milieu tot een absoluut minimum te beperken.

Deze Veiligheidsrichtlijnen voor biogasinstallaties gaan uitgebreid in op de veiligheid in biogascentrales en verwijzen naar verschillende vormen van praktische bijstand die grotendeels gebaseerd zijn op de aanbevelingen in de Technische Information 4 van de Sozialversicherung für Landwirtschaft, Forsten und Gartenbau (SVLFG). De Veiligheidsrichtlijnen vormen dus een essentiële bron van informatie voor iedereen die betrokken is bij de planning, de bouw, de exploitatie, het onderhoud en het testen van biogasinstallaties. Daarnaast is deze publicatie, die in samenwerking met de Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH tot stand kwam, bedoeld als basis voor beleidsmakers voor het ontwikkelen van eventuele nationale kaders en veiligheidsnormen.

De Richtlijnen hebben betrekking op middelgrote en grote biogasinstallaties. Micro-installaties en thuisinstallaties worden in deze publicatie niet uitvoerig besproken. Behalve het stimuleren van de bewustwording van het veiligheidsprobleem, is het doel van deze brochure ook om voorstellen te doen voor internationaal toepasbare veiligheidseisen voor biogasinstallaties. De aandacht gaat daarbij voornamelijk uit naar arbeidsomstandigheden, met andere woorden de bescherming van installateurs, gebruikers en andere personen (derden).

De Richtlijnen zijn in principe verdeeld in twee hoofdsecties: algemene eisen, die belangrijke onderwerpen omvatten als de verschillende gevaren en risico's die een biogasinstallatie met zich meebrengt, en specifieke eisen, zoals de eisen die van toepassing zijn op onderdelen en componenten van een biogasinstallatie. Verder worden de eisen die gesteld worden aan de productie van biomethaan ook genoemd. In de laatste sectie geeft de Duitse biogasvereniging Fachverband Biogas advies over de ontwikkeling van normen voor biogasveiligheid.

Biogas heeft veel voordelen – het is gedecentraliseerd, klimaatvriendelijk en betrouwbaar – en het is een veilige vorm van energie, mits bepaalde regels worden nageleefd. Met deze publicatie hopen het Duitse Fachverband Biogas en GIZ een bijdrage te kunnen leveren aan het verspreiden van de ruime ervaring die in Duitsland is opgedaan met dit onderwerp voor het bevorderen van de veiligheid van biogasinstallaties op de internationale markt.



Algemene vereisten

1. Inleiding

Het is enorm belangrijk dat biogasinstallaties veilig worden gebruikt, gezien de zeer complexe procestechniek die hierbij wordt gebruikt en het feit dat zeer licht ontvlambare gassen worden geproduceerd en opgeslagen. Als er echter passende beschermende maatregelen worden genomen, kunnen gevaren in en rond biogasinstallaties worden beperkt en verminderd waardoor de potentiële risico's beheersbaar worden en de installatie op de beoogde wijze kan worden gebruikt. Om ervoor te zorgen dat een installatie veilig kan worden gebruikt, moet er rekening mee worden gehouden dat de veiligheid van biogas al start in de ontwerpfase en als een rode draad door de volledige levenscyclus van de installatie heen loopt, waarbij nauwe samenwerking tussen fabrikanteninstallateurs en gebruikers vereist is.

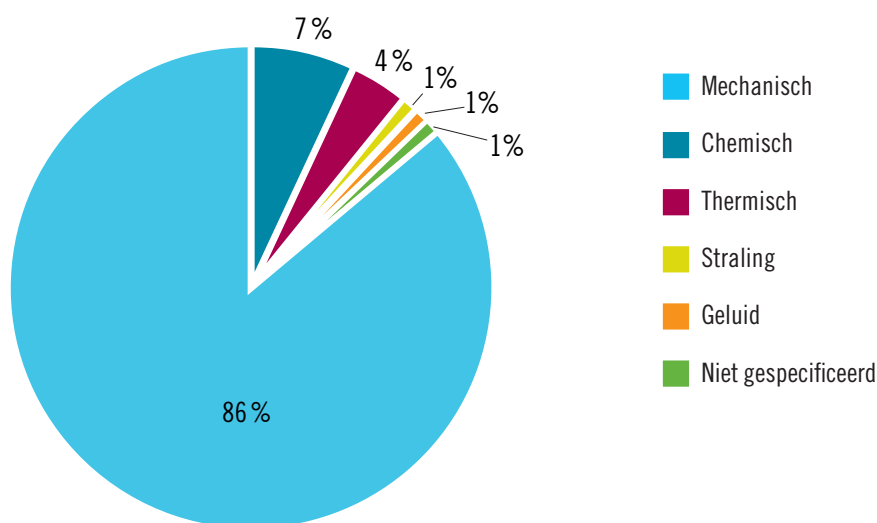
Maar zelfs als er verschillende technische, organisatorische en persoonlijke beschermende maatregelen getroffen zijn, kunnen biogasinstallaties nog steeds risico's voor mens en natuur met zich meebrengen. De Sozialversicherung für Landwirtschaft, Forsten und Gartenbau (SVLFG) is de organisatie die onder andere verantwoordelijk is voor de arbeidsongevallenverzekering voor boeren in Duitsland. In 2012 analyseerde deze instantie de ongevallen die medewerkers

van biogasinstallaties tussen 2009 en 2012 opliepen. Zoals blijkt uit Figuur 1, waren de meest voorkomende ongevallen bij biogasinstallaties gedurende deze periode van mechanische aard (ergens door geraakt worden, vallen, zich snijden, bekneld raken, enz.). Bijna 50% van de geanalyseerde ongevallen vond plaats tijdens onderhoudswerkzaamheden en minder dan 1% betrof dodelijke ongevallen.

De toepassing van giftige, schadelijke en/of sensibiliserende chemicaliën in het proces – de hulpstoffen, biologische agentia of verbindingen die gebruikt worden om het biogas te ontzwavelen – leidde ook tot diverse ongevallen in biogasinstallaties in Duitsland.

Deze illustratie geeft de situatie in Duitsland weer op het moment dat het onderzoek werd uitgevoerd. Dankzij de strenge veiligheidsnormen zijn ongelukken die letsel veroorzaken, bijvoorbeeld incidenten veroorzaakt door explosie of brand, relatief zeldzaam. In andere landen kunnen deze statistieken er totaal anders uit zien. Het is dus duidelijk dat naleving van specifieke bepalingen (wetgeving, regelgeving, normen) inderdaad een wezenlijke invloed kan hebben op de veiligheid in biogasinstallaties en deze aanzienlijk kan verbeteren.

Soorten ongevallen met persoonlijk letsel bij biogasinstallaties



2. Termen en definities

Ammoniak (NH₃)	Stikstofhoudend gas afkomstig uit de afbraak van stikstofbevattende verbindingen, zoals eiwit, ureum en urinezuur.
Anaerobe vergisting of proces	Biotechnologisch proces dat plaatsvindt in de afwezigheid van lucht (atmosferische zuurstof) met als doel het afbreken van organische stof om biogas te produceren.
Biogas	Gasvormig product van anaërobe vergisting, dat hoofdzakelijk bestaat uit methaan en kooldioxide, maar dat, afhankelijk van het substraat, ook ammoniak, waterstofsulfide, waterdamp en andere gas- of dampvormige bestanddelen kan bevatten.
Biogasinstallatie	Installatie ontworpen voor productie, opslag en gebruik van biogas, inclusief alle apparatuur en bouwwerken die nodig zijn voor de exploitatie van de installatie; gas wordt geproduceerd uit de anaërobe vergisting van organisch materiaal.
Biogas opwerken naar biomethaan	Proces voor het scheiden van methaan en kooldioxide en voor het verminderen van andere ongewenste gasbestanddelen (H ₂ S, NH ₃ en andere spoorgassen). Het geproduceerde gas heeft een hoog methaangehalte (vergelijkbaar met aardgas) en wordt aangeduid als biomethaan.
Biomethaan	Biomethaan is een gasvormige, biologisch geproduceerde brandstof, waarvan het hoofdbestanddeel methaan is en die voldoet aan de landelijke normen voor aardgas.
Condensaat	In de vergister geproduceerd biogas is verzadigd met waterdamp en moet gedehydrateerd worden voordat het in de WKK-eenheid gebruikt wordt. Condensatie vindt ofwel plaats via een daartoe aangelegde ondergrondse pijp in een condensaatafscheider of door het drogen van het biogas.
Digestaat	Vloeibaar of vast residu van biogasproductie, met organische en anorganische bestanddelen.
Digestaatopslagtank (vloeibare-mestbassin)	Container of bassin waarin vloeibare mest, slurry of vergist substraat vóór gebruik wordt opgeslagen.
Explosief bereik	Concentratie waarbij brandbare gassen, nevels of dampen in een mengsel met lucht of een ander gas dat verbranding mogelijk maakt, tot ontsteking kunnen komen.
Explosiegrenzen	Als de concentratie biogas in de lucht een minimumwaarde (onderste explosiegrens, LEL) overschrijdt, kan er een explosie optreden. Een explosie is niet meer mogelijk als de concentratie een maximale waarde overschrijdt (bovenste explosiegrens, UEL).
Gasopslagtank	Gasdichte tank of membraangashouder waarin biogas tijdelijk wordt opgeslagen.
Gaszuivering	Voorzieningen voor het zuiveren van biogas (bijv. ontzwaveling).
Gevaarlijke zone/Ex zone:	Gebied waarin een gevaarlijke explosieve atmosfeer aanwezig kan zijn als gevolg van lokale en operationele omstandigheden.
Installatiekamer	Kamer waar apparatuur is geïnstalleerd voor het zuiveren, verpompen, analyseren of gebruiken van gas, met inbegrip van de bijbehorende instrumenten en controleapparatuur.

Algemene vereisten

Kooldioxide (CO₂)	Kleurloos, niet-brandbaar, licht zuur geurend, op zichzelf niet-giftig gas dat samen met water als eindproduct van alle verbrandingsprocessen wordt gevormd; concentraties van 4-5% in lucht hebben een verdovend effect en concentraties boven 8% kunnen de dood door verstikking veroorzaken.
Methaan (CH₄)	Kleurloos, geurloos en niet-giftig gas; de verbrandingsproducten hiervan zijn kooldioxide en water. Methaan is een van de belangrijkste broeikasgassen en is het belangrijkste bestanddeel van biogas, rioolwaterzuiveringsgas, vuilstortgas en aardgas.
Normale kubieke meter Nm³ of mN₃	Een normale kubieke meter is de hoeveelheid die overeenkomt met een kubieke meter gas bij een druk van 1,01325 bar, een vochtigheid van 0% (droog gas) en een temperatuur van 0 °C.
Ontzwaveling	Een fysio-chemische, biologische of gecombineerde methode om het gehalte waterstofsulfide in biogas te verminderen.
Stikstofoxide	De gassen stikstofmonoxide (NO) en stikstofdioxide (NO ₂) worden samen aangeduid als NO _x (stikstofoxiden). Stikstofmonoxide is een giftig maar kleurloos en geurloos gas. Stikstofdioxide is een roodbruin, giftig gas met een doordringende geur die lijkt op de geur van chloor. Deze gassen worden gevormd in alle verbrandingsprocessen als een verbinding van atmosferische stikstof en zuurstof, maar ook als gevolg van oxidatie van stikstofverbindingen in brandstof.
Substraat	Grondstof voor anaërobe vergisting of fermentatie.
Vaste stoffen-toevoersysteem	Deel van een biogasinstallatie dat wordt gebruikt voor het rechtstreeks in de vergister laden van niet-verpompbare substraten of substraatmengsels.
Veiligheidsafstand	Gebied rond gasopslag tanks voor de bescherming van de tank en de apparatuur.
Vergister (reactor, vergistingstank)	Container waarin de microbiologische afbraak van het substraat plaatsvindt en waarin biogas wordt gegenereerd.
Warmte-krachtkoppelings-eenheid (WKK)	Eenheid voor het omzetten van chemisch gebonden energie in elektrische en thermische energie op basis van een motor die gekoppeld is aan een generator. Gelijktijdig omzetten van de vrijgekomen energie in elektrische (of mechanische) energie en warmte bestemd voor gebruik (nuttige warmte).
Waterstofsulfide (H₂S)	Zeer giftig, kleurloos gas dat ruikt naar rotte eieren; kan zelfs in lage concentraties levensbedreigend zijn.
Zwavedioxide (SO₂)	Kleurloos, sterk ruikend en giftig gas dat de slijmvliezen irriteert. In de atmosfeer ondergaat zwavedioxide een aantal conversieprocessen die resulteren in de vorming van verschillende stoffen, waaronder zwaveligzuur, zwavelzuur, sulfieten en sulfaten.

3. Eigenschappen van biogas

Biogas bestaat in hoofdzaak uit methaan (50 tot 75 vol.-%), kooldioxide (20 tot 50 vol.-%), waterstofsulfide (0,01 tot 0,4 vol.-%) en sporen van ammoniak, waterstof, stikstof en koolmonoxide. Daarnaast kan ook het vluchtige stoffen bevatten. Een voorbeeld van de samenstelling van biogas uit een gemiddelde biogasinstallatie die gebruik maakt van mest: methaan 60 vol.-%, kooldioxide 38 vol.-%, restgassen 2 vol.-% (zie tabel 1).

Volgens het Globally Harmonized System of Classification and Labelling of Chemicals (GHS) (United, 2015), wordt biogas beschreven als een zeer licht ontvlambaar gas (H220) en moeten hitte, hete oppervlakken, vonken, open vlammen en andere ontstekingsbronnen, zoals roken (P210) in de nabijheid worden voorkomen; het moet in een goed gesloten houder (P233) en op een goed geventileerde plaats (P403 + P235) worden opgeslagen. Gevarenaanduidingen en voorzorgsmaatregelen (hazard and precautionary statements, H- en P -zinnen) zijn korte veiligheidsinstructies betreffende het gebruik van chemicaliën. H-zinnen beschrijven fysieke

gevaaren en gevaren voor gezondheid en milieu. P-zinnen zijn veiligheidsinstructies die algemene voorzorgsmaatregelen, preventieve maatregelen, respons (maatregelen die worden genomen na een ongeval), opslaginstructies en verwijderingsinstructies beschrijven.

Verdere informatie is beschikbaar op de website van het Globally Harmonized System of Classification and Labeling of Chemicals (GHS).



Dichtheid

De dichtheid van biogas kan variëren, afhankelijk van de samenstelling, het vochtgehalte en de temperatuur. Biogas kan zwaarder of lichter zijn dan lucht, en scheidt niet onder invloed van zwaartekracht. Deze eigenschap mag niet vergeeten worden bij het vaststellen van beschermende maatregelen (bijvoorbeeld de positionering van stationaire gasdetectiesystemen).

Tabel 1: Eigenschappen van verschillende gassen (SVLFG, 2016).

	Biogas (60 % CH ₄)	Aardgas	Propana	Methaan	Waterstof
Verbrandingswaarde (kWh/m ³)	6	10	26	10	3
Dichtheid (kg/m ³)	1,2	0,7	2,01	0,72	0,09
Dichtheid ten opzichte van lucht	0,9	0,54	1,51	0,55	0,07
Zelfontbrandingstemperatuur (°C)	700	650	470	595	585
Max. vlampropagatiesnelheid in lucht (m/s)	0,25	0,39	0,42	0,47	0,43
Explosief bereik (vol.-%)	6 – 22	4,4 – 15	1,7 – 10,9	4,4 – 16,5	4 – 77
Theoretisch luchtverbruik (m ³ /m ³)	5,7	9,5	23,9	9,5	2,4

Algemene vereisten

4. Gevaren

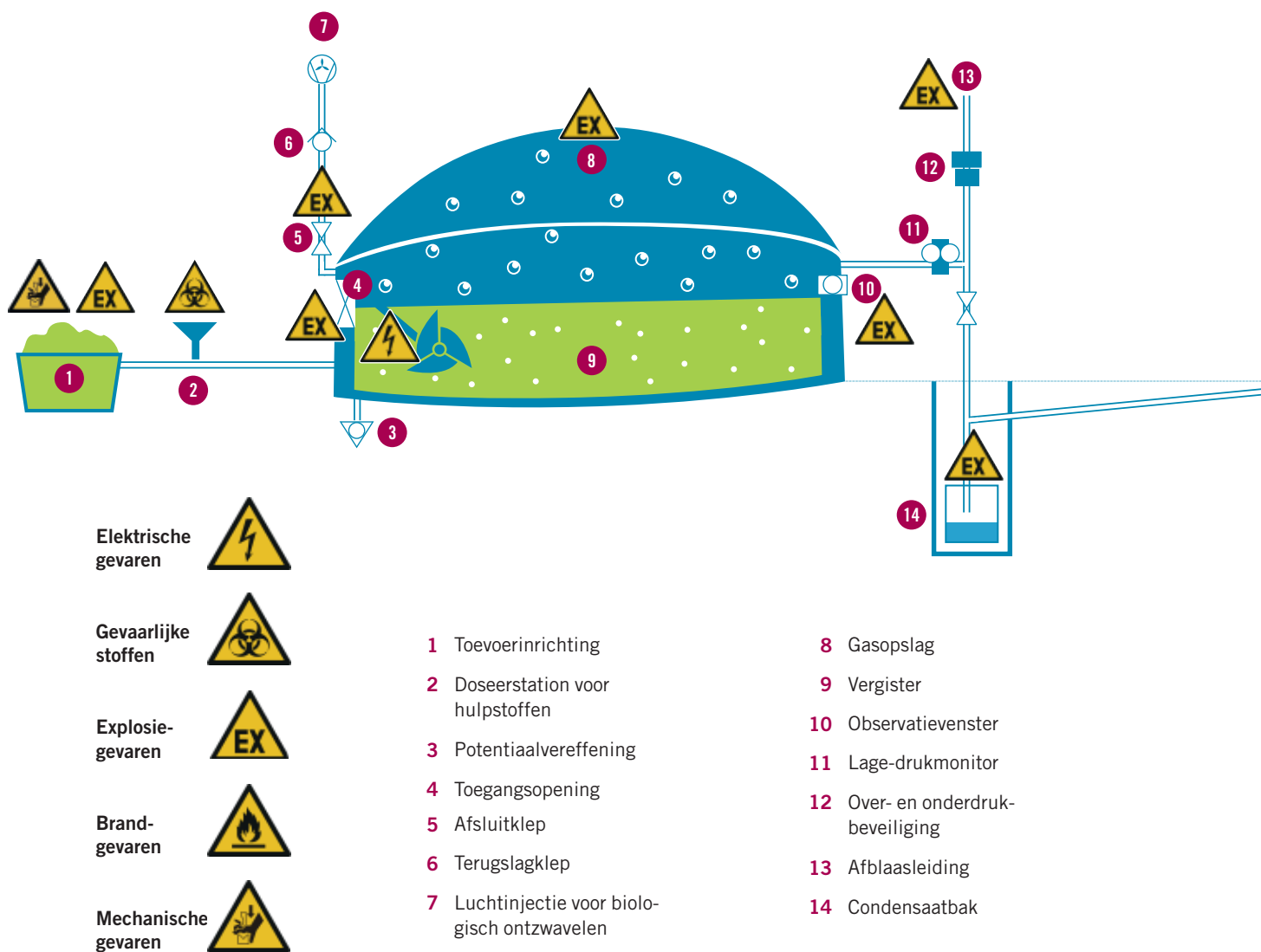
Biogasinstallaties zijn complexe procestechnische systemen waarin een groot aantal verschillende gevaren kan optreden. In principe kunnen de gevaren worden onderverdeeld in gevaren voor de gezondheid en gevaren voor het milieu.

Mogelijke gevaren bij biogasinstallaties zijn bijvoorbeeld branden en explosies, maar ook gevaarlijke stoffen (bijv. hulpstoffen of additionele stoffen), elektrische stroom en

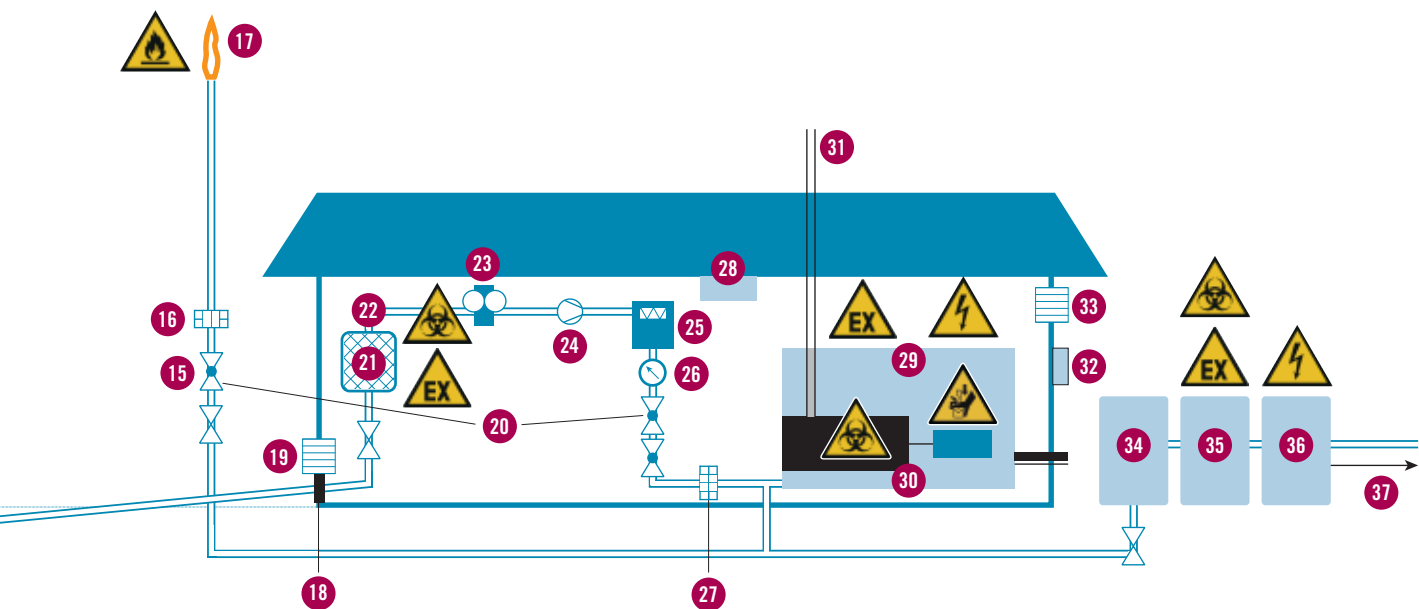
ook biogas zelf leveren risico's op. Daarnaast moet aandacht worden besteed aan mechanische gevaren in bepaalde delen van de installaties.

Figuur 2 toont de belangrijkste gevaren met betrekking tot de respectievelijke onderdelen en componenten van een biogasinstallatie. In dit diagram ligt de nadruk op gezondheidsgevaars.

Figuur 2: Overzicht van gevaren in biogasinstallaties



Algemene vereisten



- | | | |
|--|--|---------------------------|
| 15 Afsluitklep | 23 Lage-drukmonitor | 31 Uitlaatpijp WKK |
| 16 Vlamdover | 24 Compressor | 32 Noodschakelaar |
| 17 Gasfakkel | 25 Gasteller | 33 Luchtuitlaat |
| 18 Brandbeveiliging voor de muurdoorvoer van de gasleiding | 26 Manometer | 34 Opwerkeenheid |
| 19 Inlaat frisse lucht | 27 Vlamdover | 35 Conditioneringseenheid |
| 20 Automatische afsluiter | 28 Gasdetectieapparaat | 36 Injectie-eenheid |
| 21/22 Fijn filter/actieve koolfilter gas | 29 WKK (CHP, Combined Heat and Power Unit) | 37 Gebruik van biomethaan |
| | 30 Olieopvangbak | |

Algemene vereisten

4.1. Gevaren voor het milieu



In principe wordt het milieu alleen blootgesteld aan gevaar als biogas in de atmosfeer terechtkomt of als werk materiaal van de installatie (bijv. vergistingssubstraat, kuilvoer afvoerwater, oliën of brandstoffen) in water in de omgeving terechtkomt. Een dergelijk ongeval kan worden veroorzaakt door structurele gebreken of door exploitatiefouten.

Gevaren voor het milieu van biogasinstallaties kunnen worden onderverdeeld in gasvormige emissies naar de lucht en emissies in bodem en water.

Gevolgen van een ongeval in een biogasinstallatie.



BRON: JOSEF BARTH

Tijdens een ongeval bij een biogasinstallatie in Duitsland in juni 2015 stroomde ongeveer 350.000 liter slib in nabijgelegen wateren. Zes ton dode vis werd uit het water gehaald.

Gasvormige emissies

Een van de belangrijkste milieuvoordelen van biogastechnologie is dat ongecontroleerde uitstoot van broeikasgassen uit de opslag van organische materialen wordt vermeden. Bovendien vervangt biogas fossiele brandstoffen en synthetische minerale meststoffen, waardoor de uitstoot van kooldioxide en methaan wordt verminderd. Echter, methaan – een bijzonder krachtig broeikasgas – wordt ook geproduceerd door het anaërobe vergistingsproces bij biogasinstallaties. Om de klimaatvoordelen van biogas te behouden, moeten ongewenste methaanemissies tot een minimum worden beperkt.

Analyses van biogasinstallaties tonen aan dat de digestaatopslagtank een van de belangrijkste bronnen van methaanemissies is, vooral als deze geen gasdichte afdekking heeft. De WKK-eenheid vormt ook een gevaar, zij het in mindere mate. Andere onderdelen van de installatie zijn normaal gesproken relatief gasdicht, maar gaslekkages op verbindingdelen tussen de gasopslag en de vergister en de voorvergistingsputten kunnen voorkomen.

Aanbevelingen voor het minimaliseren van methaanemissies zijn:

- ▶ Alle installatie onderdelen moeten zo gasdicht mogelijk zijn.
- ▶ Er moet een automatisch affakkelsysteem worden geïnstalleerd. Dit is met name relevant voor de WKK-eenheid, aangezien deze normaal gesproken gedurende 5 tot 10% van de tijd wordt afgesloten voor belangrijke onderhouds- en reparatiewerkzaamheden. In deze periode wordt voortdurend biogas geproduceerd en dit mag niet onverbrand kunnen ontsnappen.
- ▶ Er moet voor worden gezorgd dat de overdrukbeveiliging van de installatie niet te vaak wordt ingezet, het affakkelsysteem moet in werking treden voordat de overdrukbeveiliging dat doet.
- ▶ Digestaatopslagtanks moeten een gasdichte afdekking hebben.
- ▶ Methaanemissies moeten worden gecontroleerd met geschikte meetinstrumenten, b.v. een gascamera of schuimvormende middelen.
- ▶ De WKK-eenheid moet worden geoptimaliseerd voor de verbranding van biogas. De methaanuitstoot van WKK-eenheden kan variëren van minder dan 1% tot meer dan 2% methaanproductie.

Uitstoot van ammoniak uit biogasinstallaties moet eveneens worden geminimaliseerd. Ammoniak zorgt voor verzuring van de grond, bevordert eutrofiëring, kan vegetatie beschadigen en kan schadelijke gevolgen hebben voor de gezondheid (bij hogere concentraties is het giftig; in grondwater heeft het, omgezet in nitriet, een nadelig effect op het metabolisme). Maatregelen voor het verminderen van ammoniak zijn vergelijkbaar met die voor methaan. Dit betekent dat gasemissies naar de atmosfeer moeten worden vermeden (vooral uit de digestaatopslagtank). De technieken die worden gebruikt voor het verspreiden van digestaat in het veld zijn van cruciale invloed op de ammoniakemissies. Waar mogelijk moet het digestaat snel in de bodem worden gewerkt en indien mogelijk moet dit niet plaatsvinden wanneer de omgevingstemperaturen hoog zijn (dus bij voorkeur op koele dagen en niet rond het middaguur).

Bij de verbranding van biogas worden onder andere verschillende verbrandingsproducten, zoals stikstofoxiden, zwaveldioxide, koolmonoxide en fijnstof geproduceerd. Emissies van deze producten moeten worden gereguleerd in de nationale regelgeving.

Emissies in bodem en water

De hoeveelheden vloeistoffen die in biogasinstallaties worden verwerkt en opgeslagen, variëren van ongeveer honderd tot enkele duizenden kubieke meters. De inhoud van de

tanks mag niet in het milieu terecht komen, of dat nu tijdens de normale werking of tijdens een ongeval is. De organische belasting en voedingsstoffen zijn de meest waarschijnlijke veroorzakers van milieu-effecten. Als er bijvoorbeeld een tank lekt, komen grote hoeveelheden organisch vervuilde vloeistoffen in de omgeving terecht. De hoge organische belasting (hoge chemische zuurstofbelasting) wordt afgebroken door micro-organismen, waarbij zuurstof wordt verbruikt. Het sterk verminderde zuurstofgehalte kan leiden tot het afsterven van de vispopulatie. Als grote hoeveelheden substraat in het milieu terechtkomen, bestaat er een aanzienlijk risico op eutrofiëring van waterlichamen.

Tijdens een ongeval bij een biogasinstallatie in Duitsland in juni 2015 stroomde ongeveer 350.000 liter slib in nabijgelegen wateren. Zes ton dode vis werd uit het water gehaald.

Het gebruik van hulpstoffen (zie de paragraaf over gevaarlijke stoffen) brengt dus ook gevaren voor het milieu met zich mee. Mengsels van sporenelementen kunnen bijvoorbeeld als ze in waterlichamen worden gemorst zeer giftig zijn voor waterorganismen en hebben een effect op lange termijn.

4.2. Gezondheidsgevaren

Als we het hebben over de hierboven genoemde mogelijke bronnen van gevaar, kunnen er zeker ook gezondheidsgevaren voor installateurs, gebruikers en derden optreden. Deze gezondheidsgevaren kunnen in vier categorieën worden onderverdeeld: gevaarlijke stoffen, elektrische gevaren, mechanische gevaren en explosie- en brandgevaren.

Gezondheidsgevaren die voortvloeien uit stoffen die aanwezig zijn in biogas moeten ook in aanmerking worden genomen (zie de paragraaf over gasgevaren).

4.3. Gevaarlijke stoffen



Gevaarlijke stoffen zijn stoffen, materialen of mengsels die bepaalde gevaarlijke eigenschappen hebben. Dergelijke gevaarlijke eigenschappen zijn onder meer 'schadelijk voor de gezondheid', 'giftig', 'zeer giftig', 'corrosief', 'sensibiliserend' en 'kankerverwekkend'. Gevaarlijke stoffen kunnen de vorm hebben van vaste stoffen, vloeistoffen, aerosolen of gassen. Gevaarlijke stoffen die vooral bij biogasinstallaties aanwezig kunnen zijn, zijn biogas, hulpstoffen, oliën, actieve koolstof, silosap, slib, afval en biologische agentia. Kenmerkende gevaren zijn:

- ▶ Risico van verstikking en/of vergiftiging door fermentatiegassen/biogas in de gebieden waar de grondstoffen aangevoerd worden. Vrijkomen van zeer giftige gassen zoals waterstofsulfide in het aanvoergebied, met name tijdens het mengen, als gevolg van reacties tussen grondstoffen onderling.

- ▶ Gevaren verbonden met het gebruik van additieven en hulpstoffen met gevaarlijke eigenschappen (bijv. kankerverwekkende en reprotoxische mengsels van sporenelementen).
- ▶ Gevaren die ontstaan bij het vervangen van actieve-koolfilters.

4.4. Biologische agentia



Volgens de Internationale Arbeidsorganisatie (International Labour Organisation) (Hurst & Kirby, 2004) zijn biologische agentia alle micro-organismen, celculturen en menselijke endoparasieten die een infectie, allergie, toxiciteit of anderszins een gevaar voor de gezondheid van de mens kunnen vormen. In biogasinstallaties kunnen deze biologische agentia voorkomen in grondstoffen, digestaten en biogascondensaten.

De opname van biologische agentia via de luchtwegen, hand-tot-mondcontact, contact met de huid/slijmvliezen, snij- en steekwonden is relevant voor de beoordeling van mogelijke gevaren.



BRON: MARTINA BRÄSEL

Hieronder voorbeelden van gevaren die kunnen ontstaan door biologische agentia tijdens de productie van biogas:

- ▶ Inademing van stof of aerosolen die schimmels, bacteriën of endotoxinen bevatten, bijvoorbeeld uit vochtig geworden kuilvoer of droge pluimveemest (SVLFG, 2016).
- ▶ Als er activiteiten worden uitgevoerd met zichtbaar beschimmeld afval zijn acute toxicologische effecten door inademing van mycotoxinen of andere microbiologische metabolische producten niet uit te sluiten (TRBA 214, 2013).

Verdere gevaren die kunnen optreden in installaties waar andere substraten worden gebruikt naast energiegewassen, vloeibare mest en vaste mest: biologische agentia in co-substraten (bijv. pathogenen); handcontact tijdens het sorteren. Bij de afvalverwerking kunnen ook verschillende risicovolle

Algemene vereisten

stoffen en materialen vrijkomen. Dit kunnen onder meer onzuiverheden zijn (interfererende stoffen), dierenkarkassen, of afval van ziekenhuizen, dokterspraktijken of huishoudens met personen die ziek zijn of zorg krijgen (bijv. gebruikte spuiten en canules).

Ook knaagdieren, vogels of andere dieren en hun ontlasting kunnen een bron zijn voor biologische agentia.

4.5. Gevaren van elektrische apparatuur



In biogasinstallaties wordt een verscheidenheid aan elektrische apparatuur gebruikt (controleapparatuur, WKK-eenheid, pompen, roerders, meetinstrumenten, enz.). Onder bepaalde omstandigheden kan deze apparatuur nadelige effecten hebben voor de gezondheid als gevolg van elektrische gevaren door de aanwezigheid van elektrische energie.

- ▶ Gevaar van een elektrische schok of vlamboog veroorzaakt door een elektrische schok door het lichaam van een persoon of door een vlamboog.
Voorbeeld: beschadigde stroomkabels op roerders
- ▶ Gevaar van elektrische of magnetische velden door irriterende effecten in het menselijk lichaam; gecreëerd door de circulatie van inductiestromen veroorzaakt door elektrische velden, geïnduceerde stromingen of magnetische velden. Deze effecten komen voor in een frequentiebereik tot 30 kHz (lage- frequentiebereik).
Voorbeeld: elektromagnetische, elektrische en magnetische straling van de generator van de WKK-eenheid (gevaar voor personen met pacemakers).
- ▶ Gevaar van statische elektriciteit veroorzaakt door een elektrische schok door het ontladen van statische elektriciteit.

4.6. Mechanische gevaren



Mechanische gevaren zijn meestal niet specifiek voor biogastechnologie. Echter de meest voorkomende ongevallen bij biogasinstallaties zijn te wijten aan mechanische gevaren: vallen, botsen, beknelling, snijden.

Risicovolle werkzaamheden in dit verband zijn onder meer werkzaamheden op de silo of op andere werkplekken op hoogte, werken in de buurt van roterende delen (bijv. aanvoersystemen) of werken in de buurt van bewegende voertuigen (risico aangereden te worden). Vooral bij onderhouds- en reparatiewerkzaamheden doen zich vaak ongevallen voor als er onvoldoende beschermende maatregelen zijn genomen.

4.7. Gasgevaren

Biogas is een mengsel van verschillende gassen, waarvan de concentratie kan variëren, afhankelijk van de betreffende installatie. De belangrijkste bestanddelen van biogas worden hieronder vermeld, samen met hun eigenschappen wat betreft risico's voor de gezondheid (zie tabel 2).

De blootstellingslimiet (TRGS 900, 2016) op de werkplek of grenswaarde voor beroepsmatige blootstelling (OEL) is de tijdgewogen gemiddelde concentratie van een stof in de lucht op de werkplek gedurende een bepaalde referentieperiode, waarbij geen acute of chronische schade aan de gezondheid van de werknemers wordt verwacht. In de regel wordt de limiet gesteld ervan uitgaande dat de blootstelling acht uur per dag, vijf dagen per week plaatsvindt gedurende een werkzaam leven.

De blootstellingslimiet op de werkplek is gespecificeerd in eenheden van mg/m³ en ml/m³ (ppm).

Tabel 2: Eigenschappen van de gasvormige bestanddelen van biogas. Bronnen: (TRGS 900, 2016) en (SVLFG, 2016)

	Eigenschappen	Atmosphère dangereuse	Blootstellingslimiet werkplek
CO ₂	Kleurloos en geurloos gas. Zwaarder dan lucht.	8 vol.-%, gevaar van verstikking.	5 500 ppm
NH ₃	Kleurloos gas met een doordringende geur. Lichter dan lucht.	Boven 30-40 ppm raken slijmvliezen, luchtwegen en ogen geïrriteerd. Boven 1000 ppm ademhalingsproblemen die mogelijk bewustzijnsverlies veroorzaken.	20 ppm
CH ₄	Kleurloos, geurloos gas. Lichter dan lucht.	4,4 – 16,5 %	-
H ₂ S	Zeer giftig, kleurloos gas. Zwaarder dan lucht. Geur van rotte eieren.	Boven een concentratie van 200 ppm raakt het reukvermogen verdoofd en wordt het gas niet meer waargenomen. Boven 700 ppm kan inademen van waterstofsulfide leiden tot ademhalingsstilstand.	5 ppm



BRON: UWE MÜHLING

4.8. Explosie- en brandgevaar



Een explosie wordt gedefinieerd als de plotselinge chemische reactie van een brandbare stof met zuurstof, waardoor grote hoeveelheden energie vrijkomen. Er is een plotselinge expansie van het volume van gassen als de energie vrijkomt. Dit kan bijvoorbeeld worden veroorzaakt door een explosieve atmosfeer.

Ontvlambare stoffen kunnen aanwezig zijn in de vorm van gassen, dampen, mist of stof. Een explosie kan alleen optreden als drie factoren gelijktijdig aanwezig zijn:

- ▶ ontvlambare stof (in een verdeling en concentratie die bevorderlijk is voor een explosie)
- ▶ zuurstof (uit de lucht)
- ▶ ontstekingsbron

Afhankelijk van de omstandigheden kunnen twee soorten ontploffingen plaatsvinden in biogasinstallaties: detonatie en deflagratie.

Een deflagratie wordt gekenmerkt door subsonische vlampropagatiesnelheid. De resulterende overdruk hangt af van de vlamsnelheid, welke afhankelijk is van de mate van turbulentie en het aantal objecten in de verbrandingszone. In een volledig open ruimte is de overdruk beperkt terwijl een beperkte ruimte kan leiden tot aanzienlijke overdruk. Lagere overdrukniveaus kunnen leiden tot oorschade of kneuzingen en snijwonden door rondvliegende objecten. Hogere overdrukniveaus kunnen een gebouw beschadigen en als gevolg daarvan ook mensen in en om het gebouw.

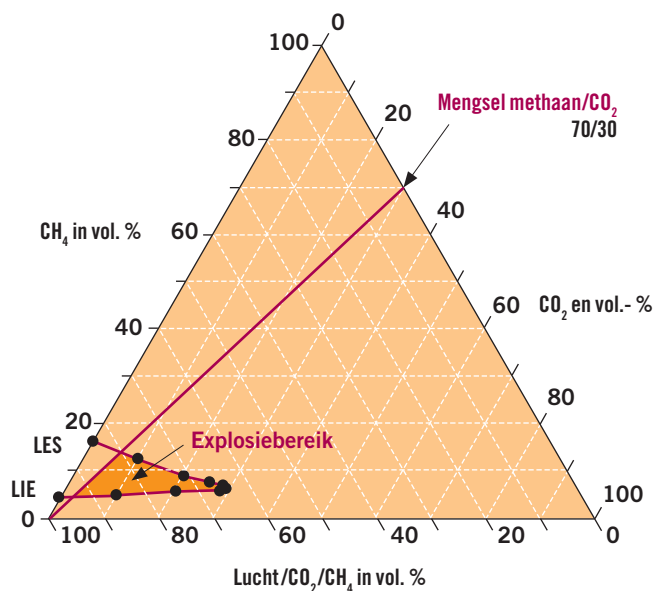
Wanneer veel objecten aanwezig zijn in de verbrandingszone of wanneer de gasexpansie wordt beperkt door gedeeltelijke opsluiting van het gas dan kan de vlampropagatie versnellen van subsonisch naar supersonisch. Dit noemt men “deflagratie naar detonatie transitie” (DDT). Een detonatie kenmerkt zich door supersone vlampropagatie en resulteert altijd in hoge overdrukken. De overdruk van een detonatie binnen de explosieve wolk is genoeg om gebouwen serieus te beschadigen en kan leiden tot fatale longbeschadiging bij

mensen. Verder weg van de wolk kan de overdruk leiden tot beschadiging van gebouwen en oorschade of verwondingen door rondvliegende objecten bij mensen.

Als de concentratie van biogas in de atmosfeer tussen 6 en 22 vol.-% ligt, bestaat er explosiegevaar in de aanwezigheid van een ontstekingsbron (explosief bereik, explosieve atmosfeer). In het geval van zuiver methaangas ligt het explosieve bereik tussen 4,4 en 16,5 vol.-%. De zelfontbrandingstemperatuur van biogas bedraagt 700 °C (methaan 595 °C). De samenstelling van biogas kan variëren wat betreft de verhoudingen methaan en kooldioxide, waardoor het explosieve bereik van het gasmengsel in de aanwezigheid van lucht ook varieert.

Figuur 3 toont bij wijze van voorbeeld de explosieve grenzen van een methaan/kooldioxide mengsel (70% CH₄ – 30 %CO₂) en de bijbehorende trend (boven- en ondergrens). Gas-luchtmengsels boven of onder het explosieve bereik zijn niet ontvlambaar.

Figuur 3: Explosiedriehoek voor biogas



Algemene vereisten

Voorbeeld van een gescheurde gasopslag



BRON: YGH VERSICHERINGEN



Er zijn verschillende potentiële ontstekingsbronnen in biogasinstallaties, zoals vermeld in tabel 3.

Tabel 3: Potentiële ontstekingsbronnen in biogasinstallaties (TRBS 2153, 2009)

Ontstekingsbron	Voorbeelden
Hete oppervlakken	>500°C (turboladers)
Open vuur	Vuur, vlammen, sintels
Mechanisch gegenereerde vonken	Wrijving, slaan, slijpen
Elektrisch gegenereerde vonken	Schakelingen, losse verbinding, vereffeningsstroom
Exotherme reactie	Spontane verbranding van stof
Blikseminslag	Ontbrekende bliksembeveiliging
Elektrostatische ontlading	Veroorzaakt door ontbreken van potentiaalvereffening

4.9. Bronnen van gevaar in de omgeving

Naast de hierboven genoemde specifieke gevaren kunnen ook meteorologische of andere milieugerelateerde gevaren ontstaan, bijvoorbeeld door overstromingen, aardbevingen, stormen, ijs en/of sneeuw, stroomuitval, zware regenval of vorst. Vestigingsgerelateerde bronnen van gevaar, zoals het effect van naburige bedrijven of de verkeerssituatie, moeten ook in aanmerking worden genomen.

Milieugerelateerde bronnen van gevaar zoals deze kunnen resulteren in interacties met andere specifieke gevaren.

4.10. Gevaren die voortvloeien uit incorrect gedrag

Bij de exploitatie van een biogasfabriek moet ook rekening worden gehouden met mogelijke gevaren die voortvloeien uit incorrect gedrag. Dit is bijvoorbeeld:

- ▶ actie door onbevoegden
- ▶ gevaren veroorzaakt door personeel (exploitatiefouten, oproepdienst die niet functioneert, niet uitvoeren van storingsoplossende maatregelen, sabotage, enz.)

5. Gevaaranalyse

Om ongevallen te voorkomen, moeten de risico's in biogasinstallaties systematisch worden geïdentificeerd, geëvalueerd en geminimaliseerd. Dit is het doel van een risicoanalyse.

Een instrument om deze analyse uit te voeren is de risicomatrix (zie tabel 4), die de waarschijnlijkheid van een ongewenste gebeurtenis (het risico) aangeeft in verhouding tot de gevolgen van die gebeurtenis, in de vorm van een tabel. De categorieën voor de waarschijnlijkheid dat een gebeurtenis optreedt of in werking treedt zijn: zeldzaam, onwaarschijnlijk, mogelijk, waarschijnlijk en bijna zeker.

De categorieën worden 'naar redelijkheid ingeschat' of op basis van statistiek vastgesteld in de loop van de risico-evaluatie. De categorieën voor de ernst van de gevolgen zijn als volgt:

- ▶ licht letsel of ziekte, bijv. blauwe plekken
- ▶ matig ernstig letsel of ziekte, b.v. eenvoudige botfracturen
- ▶ ernstig letsel of ziekte, bijv. verlamming
- ▶ mogelijk overlijden, ramp, b.v. ernstig letsel bij talrijke mensen

Op basis van deze evaluatie moeten geschikte beschermende maatregelen worden gedefinieerd en uitgevoerd. De verkregen resultaten moeten in aanmerking worden genomen bij het ontwerpen en selecteren van apparatuur en materialen en bij het ontwerpen van werkplekken, werk- en

productieprocessen en operationele processen en de manier waarop deze elkaar beïnvloeden.

Dit kan ook in landelijke regelgeving worden vastgelegd. In de regel is de leverancier van een installatie verantwoordelijk voor een gevaaranalyse van de installatie en draagt dit over aan de gebruiker, die vervolgens weer een risico inventarisatie doet van de installatie in de geplaatste omgeving met bijbehorende risico's voor gebruik. De gevaaranalyse moet worden bijgewerkt vóór de eerste inbedrijfname van de installatie, na hervatten van de exploitatie en na wijzigingen die van belang zijn voor de veiligheid.

In Duitsland bleek het te lonen om de gevaaranalyses en de doeltreffendheid van de beschermende maatregelen te laten controleren door een gekwalificeerde deskundige, om gebruikers bijstand te bieden bij het voldoen aan hun verplichtingen op dit gebied (zie figuur 4). Er moet ook een gevaaranalyse worden uitgevoerd voordat onderhouds- en reparatiewerkzaamheden worden uitgevoerd en voordat storingen en defecten worden gecorrigeerd.

De bevindingen van de gevaaranalyse en de regelmatige aanpassingen moeten gedocumenteerd worden, samen met een verslag van de implementatie van de beschermende maatregelen.

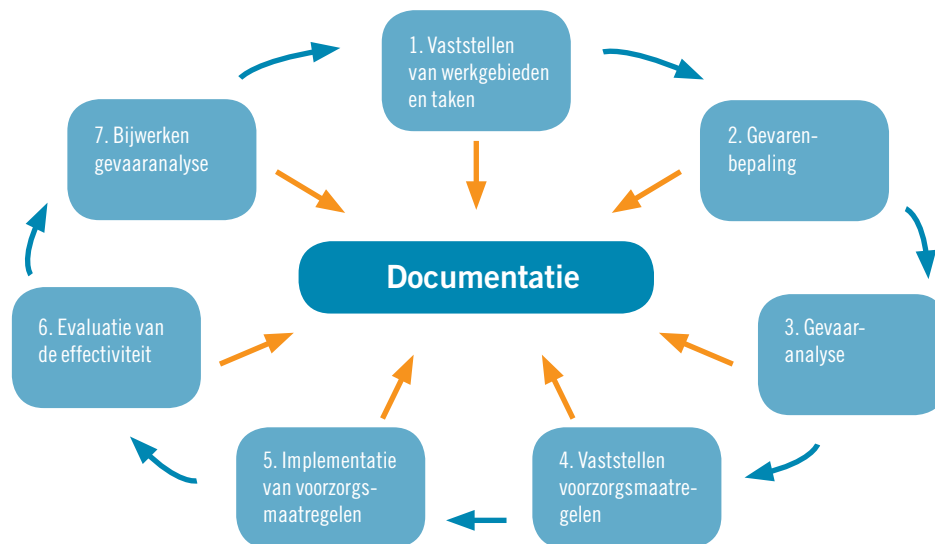


Tabel 4: Risicoanalyse

			Potentiële gevolgen				
			Licht letsel of ongemak. Geen medische behandeling of meetbare lichamelijke effecten	Letsel of ziekte die medische behandeling vereist. Tijdelijke beperking.	Letsel of ziekte die opname in het ziekenhuis vereist.	Letsel of ziekte met permanente beperking als gevolg.	Overlijden
			Niet significant	Licht	Matig	Groot	Ernstig
Waarschijnlijkheid	Wordt verwacht zich regelmatig voor te doen onder normale omstandigheden	Vrijwel zeker	Gemiddeld	Hoog	Zeer hoog	Zeer hoog	Zeer hoog
	Wordt verwacht zich voor te doen op enig moment	Waarschijnlijk	Gemiddeld	Hoog	Hoog	Zeer hoog	Zeer hoog
	Kan zich op enig moment voordoen	Mogelijk	Laag	Gemiddeld	Hoog	Hoog	Zeer hoog
	Zal zich onder normale omstandigheden waarschijnlijk niet voordoen	Onwaarschijnlijk	Laag	Laag	Gemiddeld	Gemiddeld	Hoog
	Zou zich voor kunnen doen, maar zal waarschijnlijk nooit plaatsvinden	Zelden	Laag	Laag	Laag	Laag	Gemiddeld

Algemene vereisten

Figuur 4: Actie in de verschillende stadia van de gevaaranalyse



Over het algemeen dient de hiërarchie bepaald door het zogenaamde TOP-principe (zie figuur 5) te worden toegepast bij het instellen van beschermende maatregelen. Dit houdt in dat als eerste de technische maatregelen moeten worden uitgevoerd, zoals het afschermen van roterende onderdelen of het waarborgen dat vullen plaatsvindt in gesloten systemen. Zodra alle mogelijke technische beschermende maatregelen zijn uitgevoerd, moeten organisatorische maatregelen worden geïmplementeerd, zoals het opstellen van gebruiksaanwijzingen en het houden van instructie- en informatiesessies, zodat

apparatuur en uitrusting veilig kunnen worden bediend, maar bijvoorbeeld ook om ervoor te zorgen dat vullen niet plaatsvindt wanneer er zich een persoon binnen het gevarengedebied bevindt. In sommige gevallen zijn gevaren onafwendbaar, ondanks technische en organisatorische beschermende maatregelen. In dergelijke gevallen moeten persoonlijke beschermende maatregelen in werking worden gesteld om personen te beschermen in geval van gevaar. Dit zijn onder meer acties zoals het dragen van een adembescherming (ademhalingsmasker) als het vrijkomen van biogas onvermijdelijk is.

Figuur 5: Beschermende maatregelen volgens het TOP-principe



5.1. Gevaaranalyse voor specifieke bedrijfstoestanden

Normaal bedrijf van een installatie is de toestand waarbij de installatie wordt gebruikt binnen de ontwerpparameters. Opstart-/uitschakel- of onderhoudswerkzaamheden aan een doorlopend in werking zijnde biogasinstallatie mogen niet als normaal bedrijf worden beschouwd. Ongevalsanalyses bij biogasinstallaties tonen een significant hoog percentage ongevallen in verband met onderhoudswerkzaamheden en opstart- of uitschakelprocedures. Deze activiteiten dienen daarom afzonderlijk te worden beschouwd, met hun eigen specifieke instructies.

5.2. Opstarten/inbedrijfname

Het is altijd raadzaam om een opstartplan op te stellen alvorens de inbedrijfname te starten en dit tijdens de opstartfase nauwlettend te volgen.

Voordat de vergister voor de eerste keer wordt gevuld, moeten alle werkzaamheden inclusief het betreffende leidingwerk worden afgerond om mogelijke schade of letsel te voorkomen. Voor nauwkeurige kennis van de belasting van de installatie moeten de grondstoffen goed worden afgewogen. Dit is van groot belang voor zowel het opstarten als voor de lopende procescontrole. Daarnaast is regelmatige chemische analyse van de grondstoffen en in het bijzonder van het vergistingsmengsel een verstandige controlemaatregel voor snel opstarten. Echter, als de mate van organische belasting te snel stijgt tijdens de fase van het vaststellen van de vergistingsbiologie, kan het proces al snel overbelast raken. Dit kan uiteindelijk de duur van het opstarten verlengen. Onvolledig gevulde tanks kunnen leiden tot het ongecontroleerd ontsnappen van biogas. Bij het vullen is het daarom belangrijk om ervoor te zorgen dat het vulniveau voldoende is zodat de substraataanvoerapparatuur volledig wordt ondergedompeld in de vloeibare fase.

Opgemerkt moet worden dat bij het opstarten van de installatie tijdelijk een explosief gasmengsel aanwezig is door de toename van het aandeel methaan in het biogas (met een volumefractie van 6-22% biogas in de lucht).

5.3. Onderhouds- en reparatiewerkzaamheden

Alleen personen die beschikken over de benodigde specialistische kennis en ervaring voor de betreffende werkzaamheden en van wie kan worden verwacht dat zij hun taak betrouwbaar zullen uitvoeren, mogen biogasinstallaties onderhouden en repareren. De beschermende maatregelen die nodig zijn voor het onderhoud en de reparatie van biogasinstallaties moeten door de gebruiker worden bepaald op basis van de gevaaranalyse (zie paragraaf Gevaaranalyse en figuur 6) en moeten worden toegepast wanneer het werk wordt uitgevoerd (TRGS 529, 2016).

De benodigde beschermende maatregelen moeten worden vastgesteld en gedocumenteerd als onderdeel van de gevaaranalyse voordat de werkzaamheden worden uitgevoerd.



De documentatie moet ook geschreven werkinstructies bevatten en moet bovendien bij werk met ontstekingsgevaaren een werkvergunningensysteem bevatten (zie bijlage 2 'Instructies voor onderaannemers en werknemers bij onderhoud, installatie en reparatie').

Bij onderhoudswerkzaamheden aan biogasinstallaties kunnen er, naast de explosiegevaarlijke gebieden die in het explosie-veiligheidsdocument onder normale werking worden aangegeven (zie paragraaf Explosieveiligheidsdocument), nog meer gebieden zijn met een gevaarlijke explosieve atmosfeer (bijvoorbeeld wanneer membraandaken worden geopend om de roerder te vervangen). Afhankelijk van het H₂S van het biogas, zijn er dan ook gebieden die een gezondheidsrisico vormen.

Geschikte beschermende maatregelen zijn onder meer:

- ▶ Vaststellen en markeren of afzetten van gebieden waar brand- of explosiegevaar of gezondheidsrisico's kunnen worden verwacht.
- ▶ Afsluiten van elektrische en andere niet-explosie-beveiligde systemen.
- ▶ Verwijderen van biogas uit delen van de installatie.
- ▶ Selectie van geschikte explosiebestendige apparatuur en gereedschappen.
- ▶ Controlemeting, dat wil zeggen het bepalen van de concentratie van gevaarlijke stoffen of het zuurstofgehalte in een bepaald gebied met daarvoor geschikte meettechnieken. Het doel hiervan is om de omringende atmosfeer als veilig voor werknemers te classificeren of om verdere beschermende maatregelen te nemen.
- ▶ Gebruik van geschikte persoonlijke beschermingsmiddelen.
- ▶ Zorg voor voldoende ventilatie.
- ▶ Benoeming van een opzichter.

Werknemers die werkzaamheden verrichten in de buurt van onderhouds- en reparatiewerkzaamheden, moeten op de hoogte worden gebracht van de tijd, locatie en aard van het geplande werk en de beperkingen en gevaren die hieruit voortvloeien en dus ook van de voorzorgsmaatregelen die zij moeten nemen en de voorzichtigheid die zij moeten betrachten. Onderhouds- en reparatiewerkzaamheden moeten altijd worden uitgevoerd door medewerkers die geschikt zijn voor het werk en die door de gebruiker van de installatie zijn aangewezen. Zij moeten over de nodige specialistische kennis beschikken om de onderhouds- of reparatieopdracht uit hoofde van hun beroepsopleiding of training uit te kunnen voeren.

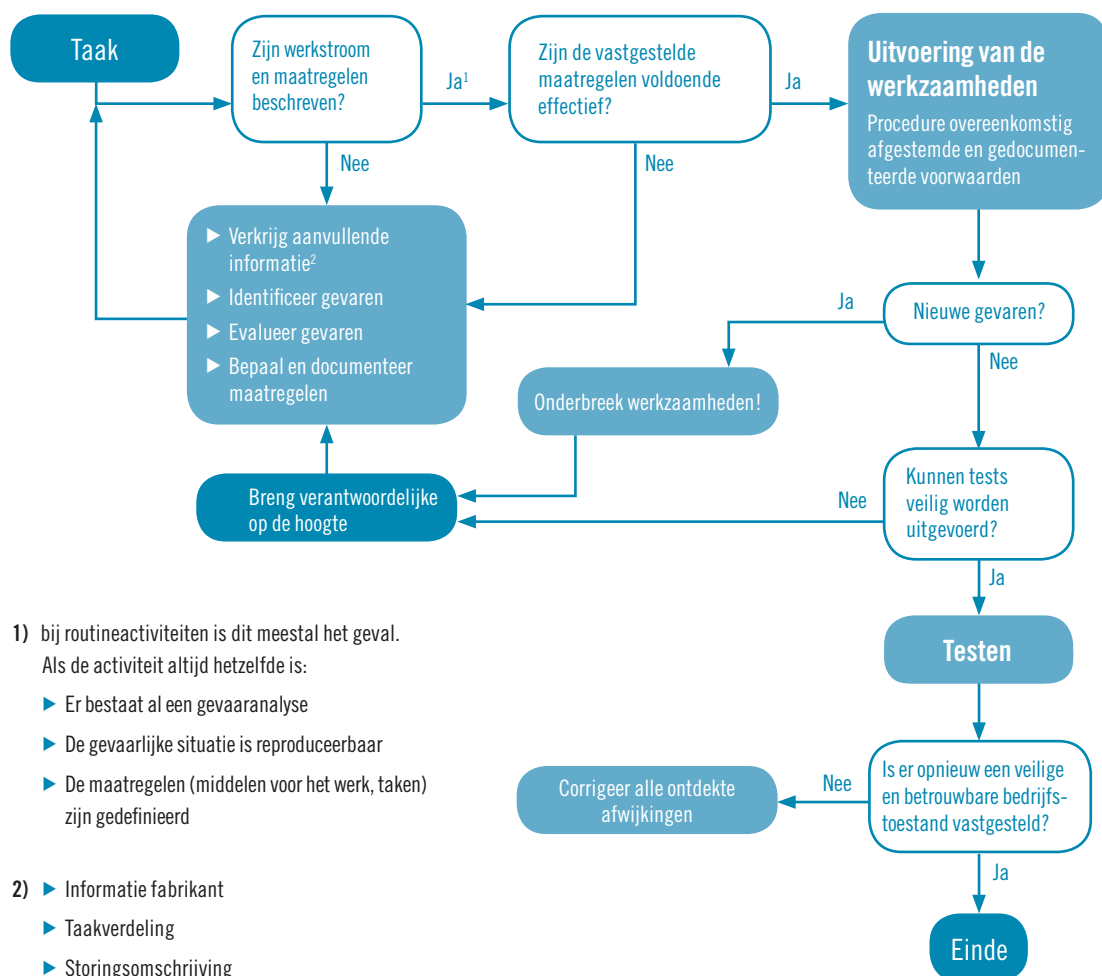
Algemene vereisten

Bij alle onderhouds- en reparatiewerkzaamheden is het van cruciaal belang om gereedschappen en apparatuur te gebruiken die, indien op de juiste wijze gebruikt, geschikt zijn voor het beoogde doel en de omstandigheden op de werkplek.

Samenvattend: in specifieke uitzonderlijke bedrijfstoestanden moet de gebruiker

- ▶ de verantwoordelijkheden bepalen voor de uitvoering van de benodigde beschermende maatregelen;
- ▶ zorgen voor voldoende communicatie tussen operationeel personeel en onderhouds- en reparatiepersoneel;
- ▶ het werkgebied tijdens de onderhouds- en reparatiewerkzaamheden beveiligen;
- ▶ voorkomen dat ongeautoriseerde partijen het werkgebied binnengaan, indien dit volgens de gevaaranalyse noodzakelijk wordt geacht;
- ▶ veilige toegangspunten bieden voor onderhouds- en reparatiepersoneel;
- ▶ risico's vermijden van bewegende of opgetilde apparatuur of onderdelen van de apparatuur en van gevaarlijke energie of materialen;
- ▶ ervoor zorgen dat apparaten zijn losgekoppeld van energiebronnen. Resterende mechanische en elektrische energie (bijvoorbeeld stroomlek) moet veilig worden verwijderd. Deze apparaten moeten op passende wijze worden gemarkeerd of geëtiketteerd;

Figuur 6: Stroomdiagram voor onderhoud en testen (TRBS 1112-1, 2010)



- ▶ veilige werkmethoden bedingen voor arbeidsomstandigheden die afwijken van de normale staat;
- ▶ alle noodzakelijke waarschuwingssymbolen en waarschuwingborden verstrekken betreffende onderhouds- en reparatiewerkzaamheden op de werkapparatuur;
- ▶ ervoor zorgen dat alleen geschikte apparaten en gereedschappen worden gebruikt, naast passende persoonlijke beschermingsuitrusting;
- ▶ voldoen aan de relevante beschermende maatregelen indien een gevaarlijke explosieve atmosfeer optreedt of wordt gevormd;
- ▶ systemen gebruiken voor het goedkeuren van bepaalde werken.

Indien de technische beschermende maatregelen die tijdens normale werking worden toegepast gedeeltelijk of geheel buiten dienst worden gesteld bij onderhouds- of reparatiewerkzaamheden aan werkapparatuur of als deze werkzaamheden moeten worden uitgevoerd in de aanwezigheid van een energiegevaar, moet de veiligheid van de werknemers voor de duur van dit werk worden gewaarborgd door andere passende maatregelen te nemen. De werkstroom voor onderhoudsmaatregelen wordt weergegeven in figuur 6.

5.4. Stilleggen/buitenwerkingstelling

Het buiten bedrijf stellen van een biogasinstallatie is een speciale bedrijfstoestand die specifieke maatregelen vereist. De Ex-zones die in het explosieveiligheidsdocument zijn geclassificeerd (zie paragraaf met titel Explosieveiligheidsdocument), houden slechts in beperkte mate rekening met deze bedrijfstoestand. Deze specifieke gevaren worden daarom apart beschouwd in een aantal werkinstructies.

- ▶ Het laden van substraat in de vergisters wordt gestopt, maar het verwijderen gaat gewoon door. De hoeveelheid verwijderd substraat mag niet groter zijn dan het volume van het gas dat wordt gegenereerd om de vorming van een gevaarlijke explosieve atmosfeer te voorkomen.
- ▶ Als de hoeveelheid verwijderd substraat het volume van het gegenereerde gas overschrijdt, wordt de vergistings-tank afgesloten van het gasinzamelingssysteem en wordt een verbinding met de atmosfeer gecreëerd, bijvoorbeeld door de vloeibare afdichting van de boven- en onderdruk-eenheid te legen. Er kan nu in de vergister een gevaarlijke explosieve atmosfeer worden gevormd als gevolg van het binnentreden van lucht. Ontstekingsbronnen (zie paragraaf Explosie- en brandgevaar) moeten worden vermeden.
- ▶ De vergister moet van het gasinzamelingssysteem worden afgesloten om de terugstroom van gas te voorkomen.

Figuur 7: Volgorde van explosieveiligheidsmaatregelen



- ▶ Er kan een gevaarlijke explosieve atmosfeer worden gevormd rond de uitlaatmonden. Ontstekingsbronnen moeten worden vermeden (zie paragraaf Explosie- en brandgevaar).
- ▶ Voordat de vergister wordt betreden en gedurende de tijd die in de tank wordt doorgebracht, moet ervoor worden gezorgd dat het risico op verstikking, vergiftiging, brand of explosie op veilige wijze wordt uitgesloten door voldoende ventilatie en dat er voldoende lucht is om te kunnen ademen. Eventuele operationele apparatuur, zoals pompen of roerwerken, moet correct worden beveiligd om te voorkomen dat deze wordt ingeschakeld.

5.5. Explosieveiligheidsdocument

Het explosieveiligheidsdocument maakt deel uit van de gevaaranalyse, waarbij explosiegevaaren worden geïdentificeerd en geëvalueerd. Het is met name noodzakelijk om te bepalen waar een gevaarlijke explosieve atmosfeer (of potentieel explosieve atmosfeer – PEA) kan worden verwacht en welke potentiële ontstekingsbronnen een ontsteking zouden kunnen veroorzaken (zie paragraaf Explosie- en brandgevaar).

De eerste stap is altijd het implementeren van primaire structurele maatregelen die voorkomen dat gevaarlijke explosieve atmosferen kunnen ontstaan. De tweede stap is dat technische maatregelen moeten worden geïmplementeerd als een gevaarlijke explosieve atmosfeer onvermijdelijk is; deze zijn erop gericht het ontstaan van ontstekingsbronnen te voorkomen. Als laatste stap moeten tertiaire of organisatorische maatregelen worden getroffen die gericht zijn op het verminderen van de potentiële gevolgen van een explosie (zie figuur 7).

Algemene vereisten

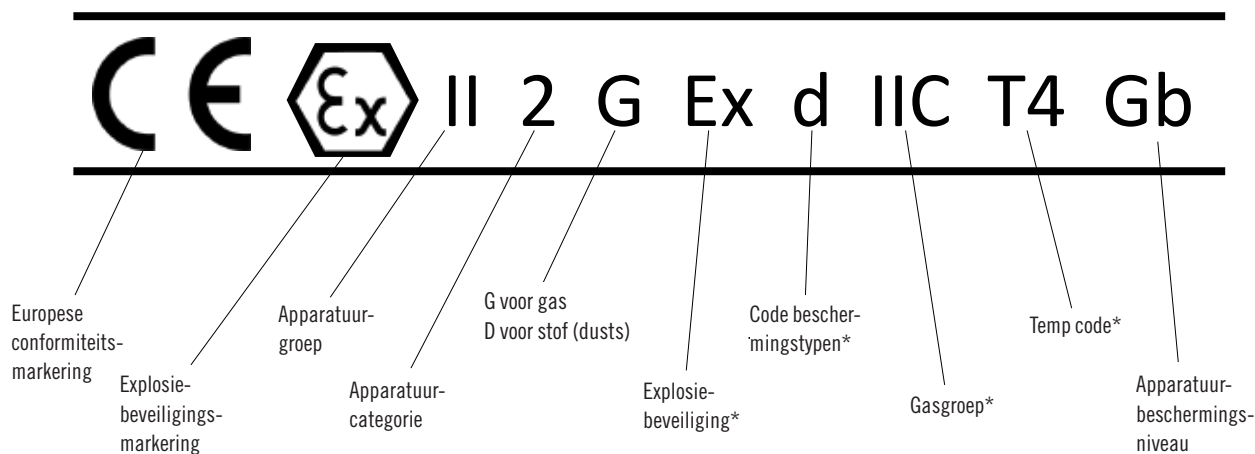
Gevaarlijke gebieden kunnen worden onderverdeeld in zones, afhankelijk van de frequentie en de duur van het voorkomen van gevaarlijke explosieve atmosferen (zie figuur 8):

De nationale richtlijnen inzake de indeling van gebieden als Ex-zones moeten in acht worden genomen. Voorbeelden van zonering en de bijbehorende beschermingsmaatregelen worden gegeven in het tweede deel van dit document.

Figuur 8: Classificering van Ex-zones



Figuur 9: Beschrijving van een ATEX-label



* ATEX/IECex



Verdere informatie

De ATEX-richtlijnen kunnen worden geraadpleegd op de juridische website van de Europese Unie en zijn beschikbaar in het Engels, Spaans, Frans en Portugees.

5.6 Vereisten voor arbeidsmiddelen in gevaarlijke gebieden

Om arbeidsmiddelen te kunnen gebruiken in gevaarlijke gebieden (potentieel explosieve atmosferen, PEA), moeten deze worden goedgekeurd voor gebruik in de respectievelijke Ex-zone. De Europese richtlijn 2014/34/EU (ATEX, 2014) (ATEX-productrichtlijn, hierna alleen ATEX genoemd) is de basis geworden voor het gebruik van apparatuur en beveiligingssystemen in Ex-zones (zie figuur 9).

Volgens deze richtlijn mag alleen apparatuur die is goedgekeurd voor zone 0 en ook als zodanig is gemarkeerd, worden gebruikt in zone 0. Alleen apparatuur en beveiligingssyste- men van apparatuurgroep II categorie 1 G volgens Bijlage 1 van ATEX mogen worden gebruikt.

In zone 1 mag alleen apparatuur worden gebruikt die is goedgekeurd voor zone 0 of 1 en die als zodanig is gemar- keerd. Alleen apparatuur en beveiligingssystemen van ap- paratuurgroep II categorie 1 G of 2 G volgens Bijlage 1 van ATEX mogen worden gebruikt.

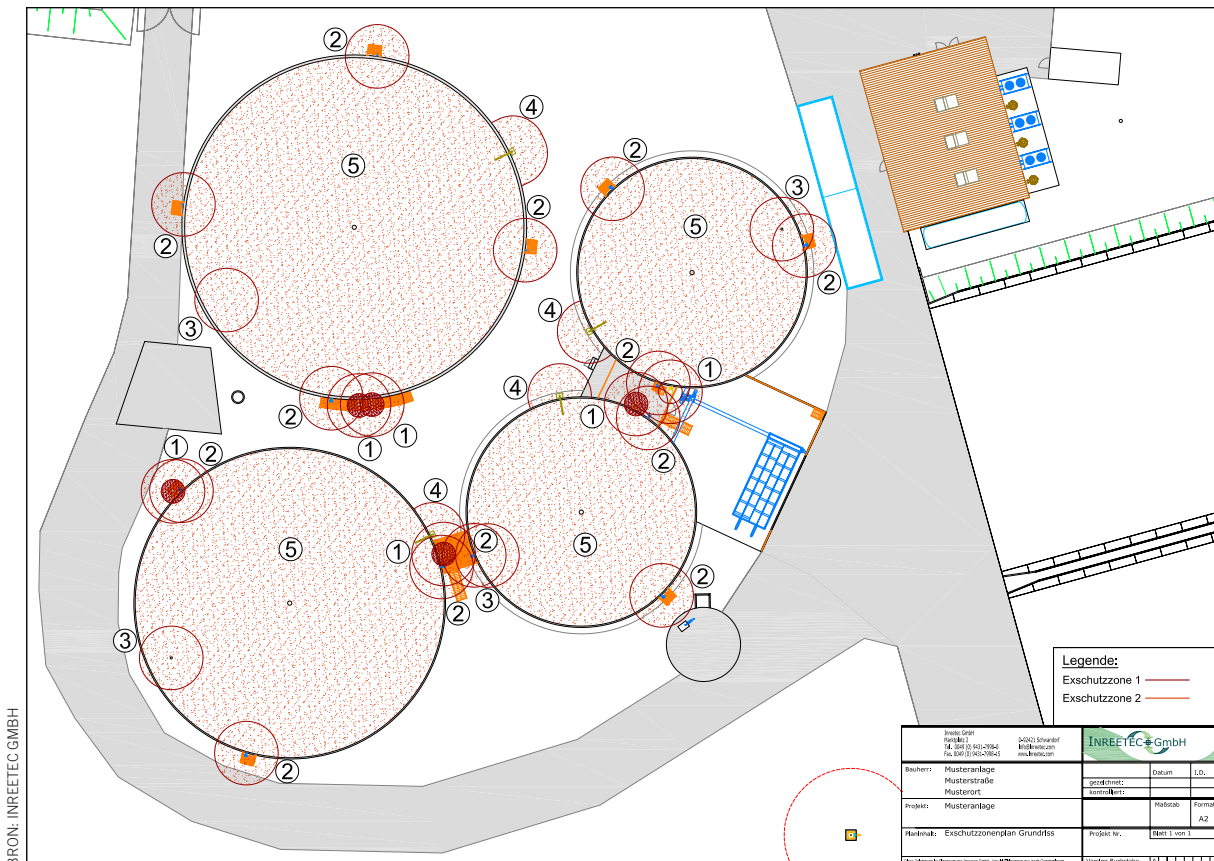
In zone 2 mag alleen apparatuur worden gebruikt die is goedgekeurd voor zone 0, 1 of 2 en die als zodanig is ge- markeerd. Alleen apparatuur en beveiligingssystemen van apparatuurgroep II categorie 1 G, 2 G of 3 G volgens Bijlage 1 van ATEX mogen worden gebruikt.

Details van de zonering moeten worden opgenomen in een Ex-zoneplan (zie figuur 10). Dit moet regelmatig worden gecontroleerd om ervoor te zorgen dat het up-to-date is en zo nodig aangepast wordt



Figuur 10: Voorbeeld van een Ex-zoneplan voor een biogasinstallatie (rood = zone 1, oranje = zone 2)

- ① Overdruk- en onderdrukbeveiliging
- ② Wandkanaal voor dompelbare mixer
- ③ Uitlaat van de gasopslagtank met membraan
- ④ Blazer van de gasopslagtank met membraan
- ⑤ Ruimte tussen de membranen van de gasopslag



6. Brandbeveiligingsconcept

Biogasinstallaties hebben verschillende vuurbelastingen, afhankelijk van het installatieconcept, de installatiegrootte, substraatvoer, de gebruikte werk- en arbeidsmiddelen en de gebruikte materialen. Structurele, technische en organisatorische brandbeschermingsmaatregelen moeten worden opgenomen in het ontwerp en de planning van de installatie. In het bijzonder moet rekening worden gehouden met nationale richtlijnen betreffende brandbeveiliging.

6.1. Structurele brandbeveiliging

De volgende structurele brandbeschermingsmaatregelen hebben hun waarde in de praktijk bewezen:

- **Vergister:** Als thermische isolatie nodig is voor vergisters, moet deze ten minste normaal ontvlambaar zijn. Binnen een gebied van 1 m rond openingen waar gas vrijkomt tijdens de normale werking, moet de isolatie ten minste gemaakt zijn van moeilijk ontvlambaar materiaal.



Meer informatie over de thermische-isolatievereisten voor bouwproducten en bouwelementen is te vinden in de standaard DIN EN 13501-1.

- **Ruimten voor de WKK-eenheid en plaatsing in gebouwen die niet bij de installatie horen:** Muren, steunen en plafonds boven en onder de installatieruimten moeten ten minste brandbestendig zijn (bijvoorbeeld F 90 in Duitsland) en vervaardigd zijn van niet brandbare bouwmaterialen. Voor muren, plafonds of steunen mag geen bekleding of isolatie van brandbare materialen worden gebruikt. Deuren in brandwerende muren moeten ten minste brandvertragend en zelfsluitend zijn; dit geldt niet voor deuren die naar de open lucht leiden. Ventilatiekanalen en andere leidingen of kabels mogen alleen door muren en plafonds worden gevoerd als de kanalen, leidingen of kabels geen vuur kunnen verspreiden of als voorzorgsmaatregelen zijn getroffen om te voorkomen dat vuur wordt verspreid (bijv. kabelafdichting met algemene goedkeuring van de bouwtoezichtsautoriteit, of brandkleppen die geschikt zijn voor het beoogde doel). Uitlaatgasleidingen (schoorstenen) en de bijbehorende doorvoeren moeten voldoen aan de betreffende landspecifieke eisen. Voldoende afstand tot brandbare materialen moet worden gewaarborgd. Ruimten in de doorvoeren moeten worden opgevuld met niet-brandbare, maatvast materialen. Aan deze voorwaarde is voldaan als er geschikte materialen worden gebruikt die dezelfde brandwerendheidswaarde hebben als de componenten die worden afgedicht.

- **Elektrische installaties:** Elektrische installaties moeten voldoen aan vastgestelde regels (van toepassing in elk specifiek land) en moeten regelmatig door een erkende elektricien worden gecontroleerd. De gebruiker dient regelmatig visuele controles uit te voeren op schade door knaagdieren en tekenen van schroeien om het risico van brand te beperken.

- **Veiligheidsafstanden:** Het doel van de veiligheidsafstand is het verminderen van het wederzijdse effect bij eventuele schade, het voorkomen dat brand zich kan verspreiden en het beschermen van de gasopslagtank. Hiervoor is het nodig dat er veiligheidsafstanden worden aangehouden van ten minste 6 m in horizontale richting tussen gasopslagtanks en aangrenzende niet-biogasgerelateerde installaties, voorzieningen, gebouwen (met een hoogte van minder dan 7,5 m) en transportroutes.

- Als een gebouw hoger is dan 7,5 m, een gasopslag of een gebouw dat niet tot de installatie behoort, is de formule voor de afstand a:

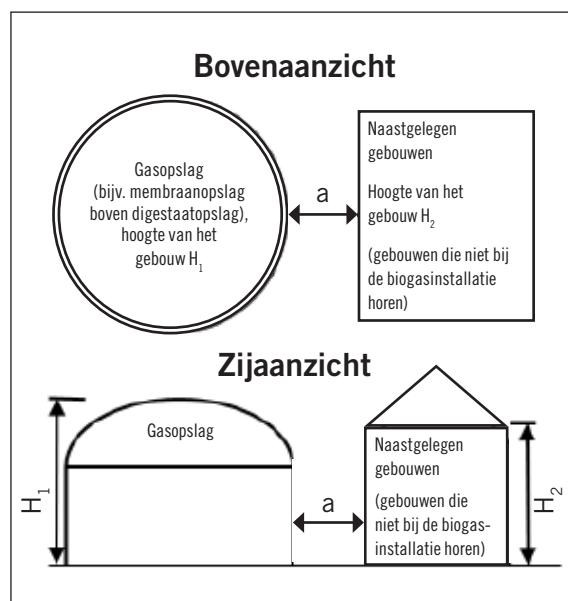
$$a = 0,4 \times H_1 + 3 \text{ m.}$$

- Als er twee gebouwen zijn die hoger zijn dan 7,5 m, een gasopslag of een gebouw dat niet tot de installatie behoort, is de formule voor de afstand a:

$$a = 0,4 \times H_1 + 0,4 \times H_2.$$

Veiligheidsafstanden van ten minste 6 m moeten worden aangehouden binnen een biogasinstallatie tussen de gasopslagtank en de installatieruimten voor verbrandingsmotoren.

Figuur 11: Veiligheidsafstand tussen gasopslag en nabijgelegen gebouwen



Bij bovengrondse installaties wordt de veiligheidsafstand gemeten vanuit de verticale projectie van de rand van de opslagtank (zie figuur 11).

Gevaar voor personen en brandgevaar in of buiten de biogasinstallatie door thermische straling of convectie moet worden uitgesloten door de noodfakkel op de juiste positie te plaatsen. In dit verband moet rekening worden gehouden met gebouwen, installatiecomponenten, transportroutes en openbare ruimtes.

- ▶ **Beschermende wand:** De veiligheidsafstand kan worden verminderd door voldoende afdekking met aarde of een beschermende wand of brandisolatie (brandmuur) van voldoende afmetingen. Deuren in beschermende muren moeten brandwerend en zelfsluitend zijn. Een beschermende wand kan ook een correct ontworpen gebouwmuur zijn zonder openingen. De hoogte en breedte van de beschermende wand moeten voldoen aan de eisen van de betreffende nationale richtlijnen.

6.2. Organisatorische brandbeveiliging

Binnen de veiligheidsafstanden mogen geen brandbare materialen opgeslagen zijn in hoeveelheden van meer dan 200 kg zonder extra beschermingsmaatregelen en er mogen daarin geen gebouwen aanwezig zijn die niet tot de biogasinstallatie behoren, noch openbare wegen of paden. Aanvullende beschermingsmaatregelen kunnen brandpreventiemaatregelen, brandbeschermingsmaatregelen en brandbestrijdingsmaatregelen omvatten (zie bijvoorbeeld de paragraaf over beschermende muren). Daarnaast gelden de volgende voorwaarden:

- ▶ transportroutes die essentieel zijn voor de werking van de installatie zijn toegestaan;
- ▶ er mogen geen voertuigen worden geparkeerd binnen de veiligheidsafstandzone;
- ▶ machines en werkzaamheden die gevaar kunnen veroorzaken voor de gasopslagtank (bijv. lassen of slijpen) zijn niet toegestaan zonder aanvullende beschermingsmaatregelen;
- ▶ gasfakkels mogen niet worden gebruikt;
- ▶ vuur, open vlam en roken zijn verboden.

Medewerkers en externe bedrijven moeten, indien en wanneer nodig, periodiek worden geïnstrueerd over de te nemen maatregelen in geval van operationele storingen, ongevallen en noodgevallen en over manieren om deze te voorkomen.

Het is de moeite waard gebleken om voorafgaand aan de inbedrijfstelling en met regelmatige tussenpozen de brandbeveiligingsoverwegingen bij de installatie te bespreken en te coördineren met het verantwoordelijke brandweerkorps. Een

nauwgezette coördinatie met de leidinggevendenden van de lokale brandweerkorpsen is essentieel voorafgaand aan de tactische inzet van de brandweer in geval van brand en bij andere vormen van technische bijstand. Het is aan te bevelen om een oefening te houden om ervoor te zorgen dat er juist wordt gehandeld bij een inzet. In geval van een inzet moeten de brandweerlieden geschikte persoonlijke beschermingsmiddelen gebruiken, er moet een gasdetector (CH_4 , CO_2 , H_2S , enz.) paraat worden gehouden, bij het naderen van de locatie moet aandacht worden besteed aan de windrichting, er moet een veilige afstand worden gehandhaafd, de vorming van ontstekingsvlonken moet worden vermeden (bijv. elektrische schakelaars!) en de gebruiker ter plaatse moet worden geraadpleegd.

Voor zover mogelijk moet alle noodzakelijke beboarding voor veiligheids- en gezondheidsbescherming in acht worden genomen bij de planning van werkplekken (bijvoorbeeld bij het opstellen van ontsnappings- en reddingsplannen). Het is ook belangrijk om EHBO'ers aan te wijzen. Blusmiddelen (brandblussers, toevoer van bluswater) moeten in overleg met de brandweer beschikbaar worden gesteld afhankelijk van de vuurbelasting.

TIP

De meest recente reddings- en brandveiligheidssymbolen zijn gespecificeerd in ISO 7010.



BRON: FOTOLIA_OKTAY ORTAKIOGLU

7. Beschermingsmaatregelen

Met betrekking tot gezondheid en veiligheid op het werk, is de algemene regel het vaststellen van beschermingsmaatregelen volgens het TOP-principe (zie de paragraaf Gevaaranalyse).

De gebruiker van de installatie moet de veilige hantering van arbeidsmiddelen en de veilige werking van installaties en installatiecomponenten waarborgen met behulp van technische beschermingsmaatregelen. De technische beschermingsmaatregelen voor specifieke installatiecomponenten worden uitgelegd in het tweede deel van deze brochure.

7.1 Organisatorische beschermingsmaatregelen

Organisatiestructuur

De gebruiker dient de organisatiestructuur van de installatie zodanig te ontwerpen en te documenteren dat alle activiteiten en taken te allen tijde veilig kunnen worden uitgevoerd en gecontroleerd. De volgende afspraken moeten op zijn minst worden geregeld:

- ▶ verantwoordelijkheden (bijv. voor het controleren van het werkinstructies, het uitvoeren van instructies/briefing en het uitvoeren van de gevaaranalyse; de werkgever kan taken aan een werknemer delegeren)
- ▶ waarnemingsregeling
- ▶ oproepdienst: als de installatie door meerdere mensen wordt bemand in ploegendiensten, moet de overdracht bij het wisselen van de ploegen worden gewaarborgd en elke bijzondere gebeurtenis moet schriftelijk worden gedocumenteerd (bijvoorbeeld in het werklogboek)
- ▶ indien nodig, toewijzing van het recht om instructies te geven

Werkinstructies

Een grondige voorlichting (met presentatie van de werkinstructies) door de fabrikant van de installatie is essentieel voorafgaand aan de inbedrijfstelling en bij wijzigingen. Een indicatie van de behandelde inhoud moet schriftelijk worden gegeven. Daarnaast dient het uitvoerende personeel van de biogasinstallatie deel te nemen aan verdere opleidingen en zich steeds professioneel te ontwikkelen. De certificaten hiervan moeten worden bewaard. Als medewerkers van externe bedrijven bij de biogasinstallatie werken, moet hun vakmatige geschiktheid worden vastgesteld en indien noodzakelijk worden gecontroleerd. Een hiervoor geschikt instructieformulier moet worden gebruikt om ervoor te zorgen dat extern personeel over operationele gevaren wordt geïnformeerd.

Instructie en voorlichting

Instructies en voorlichting door de gebruiker over het veilig hanteren van arbeidsmiddelen dienen te worden uitgevoerd

en herhaald in overeenstemming met de bevindingen van de gevaaranalyse. Voorbeelden van instructies en voorlichting:

- ▶ Veiligheid en gezondheid op het werk
- ▶ Werk in gebieden waar een explosiegevaar bestaat
- ▶ Interne bedrijfsinstructies
- ▶ Gevaarlijke stoffen die aanwezig zijn of kunnen ontstaan op de werkplek
 - ▷ in het bijzonder hygiënevoorschriften
 - ▷ informatie over maatregelen die moeten worden genomen om blootstelling te voorkomen
 - ▷ informatie over het dragen en gebruiken van persoonlijke beschermingsmiddelen en beschermende kleding

Alvorens werkzaamheden/activiteiten te beginnen, moeten medewerkers een eerste instructie krijgen en vervolgens met regelmatige tussenpozen, minimaal eens per jaar, weer. Een schriftelijk verslag van de instructie moet worden bewaard.

Gevaarlijke taken moeten worden uitgevoerd volgens de schriftelijke instructies van de werkgever of de verantwoordelijke persoon; een werkvergunningssysteem moet worden gebruikt wanneer gevaarlijke activiteiten worden uitgevoerd of activiteiten die gevaarlijk kunnen worden in combinatie met andere werkzaamheden. Voorbeelden: werken in tanks en in krappe ruimten, werk dat ontstekingsgevaar met zich meebrengt (lassen, snijbranden, boren, enz.), werkzaamheden op daken, werkzaamheden in gevaarlijke gebieden.

Passend toezicht moet zijn gewaarborgd bij de aanwezigheid van medewerkers in gevaarlijke gebieden. Het Fachverband Biogas geeft een voorbeeld van een werkvergunningssysteem met het instructieboek voor onderaannemers en medewerkers voor onderhoud, installatie en reparatie (zie Bijlage 2).

Medewerkers moeten instructies krijgen voordat ze gaan werken met of aan nieuwe arbeidsmiddelen, nieuwe/gewijzigde procedures, nieuwe gevaarlijke stoffen of nieuwe verantwoordelijkheden.



Het volgende moet worden gedocumenteerd:

- ▶ Inhoud van de voorlichting
- ▶ Briefing van extern personeel
- ▶ Gehouden voorlichting en instructies

Vereisten voor alleen werken

Als onderdeel van de gevaaranalyse moet onderzocht en gedocumenteerd worden welke activiteiten door één persoon

alleen werkend kunnen worden uitgevoerd. Als in de loop van de gevaaranalyse wordt vastgesteld dat een bepaalde activiteit niet alleen kan worden uitgevoerd, moet deze activiteit altijd door ten minste twee medewerkers worden uitgevoerd. In de regel kunnen de volgende activiteiten niet alleen worden uitgevoerd:

1. werk in tanks en in kleine ruimten (wanneer werkzaamheden in tanks of in kleine ruimten worden uitgevoerd en er geen deuren zijn waar de werknemer door kan vertrekken, moet er een persoon worden aangewezen die om veiligheidsredenen de wacht houdt);
2. werk in gebieden waar extra explosiegevaar kan ontstaan bij onderhouds- of reparatiewerkzaamheden vanwege plaatselijke omstandigheden, de apparatuur die in die gebieden is geïnstalleerd of de stoffen, preparaten of onzuiverheden die zich daarin bevinden of die daarin zijn geïntroduceerd (TRBS 1112-1, 2010).

Waar alleen werken is toegestaan, moeten passende technische en organisatorische beschermingsmaatregelen worden vastgesteld waardoor effectieve eerste hulp kan worden gewaarborgd als dat nodig is. Voorbeelden van geschikte beschermingsmaatregelen zijn onder meer:

- ▶ permanent bemande camerabewaking,
- ▶ gebruik van persoonlijke alarmeringsapparatuur met automatische alarmfuncties,
- ▶ rapportage-intervallen met visueel of stemcontact,
- ▶ werken binnen het visuele bereik,
- ▶ toezicht door middel van inspectierondes,
- ▶ het aanbieden van een vaste/mobiele telefoon om noodoproepen te kunnen doen.

Als deze beschermingsmaatregelen mogelijke ontstekingsbronnen zijn of bevatten, moet hun geschiktheid worden onderzocht voordat ze in gevaarlijke gebieden worden gebruikt (TRGS 529, 2016).

Regelmatig onderhoud van de installatie, systemen en componenten valt ook onder organisatorische beveiligingsmaatregelen. Om een veilige werking te kunnen garanderen, is het van essentieel belang om een onderhoudsplan op te stellen met specifieke details van de te onderhouden installatiecomponenten en om onderhoudsintervallen aan te geven. Het functioneel testen van de afzonderlijke componenten en aanleveren van de relevante schriftelijke bewijsstukken valt ook onder onderhoud.

Onderhoudswerkzaamheden met beschermingsmaatregelen in een vergister



Algemene vereisten

7.2 Persoonlijke beschermingsmaatregelen



Naast technische en organisatorische beschermingsmaatregelen, moeten ook persoonlijke beschermingsmaatregelen worden gepland voor specifieke aspecten van de werking van de installatie. De keuze van de te gebruiken maatregelen hangt af van de gevaaranalyse (zie tabel 5).

Tabel 5: Gevaren en mogelijke beschermingsmaatregelen

Gevaren	Voorbeelden	Persoonlijke beschermingsmiddelen
Gevaarlijke stoffen (in de lucht)	Micro-organismen Aërosolen Biogas (bestanddelen) Additieven en hulpstoffen	Bescherming van de ogen en het gezicht, wanneer sproeien of spuiten van besmettelijke stoffen of vloeistoffen kan worden verwacht en technische maatregelen geen adequate bescherming bieden. Taken waarvoor ademhalingsbescherming wordt gebruikt, moeten uitdrukkelijk in de gevaaranalyse worden meegewogen. Geschikte ademhalingsbescherming moet minimaal voldoen aan de volgende eisen: ▶ Halfmasker met klasse P2 deeltjesfilter conform DIN EN 143 of FFP2 deeltjesfilterend halfmasker conform DIN EN 149. ▶ Filterende halfmaskers met uitademklep hebben de voorkeur. Als biogas vrijkomt, moet altijd onafhankelijke adembescherming worden gebruikt vanwege de mogelijkheid van hoge concentraties H ₂ S en zuurstofverdringing.
Gevaarlijke stoffen (huidcontact)	Schimmels Bacteriën Virussen Endotoxinen Additieven en hulpstoffen	Stevige, vloeistofdichte, allergeenarme handschoenen, met verlengde manchetten om te voorkomen dat vloeibare verontreinigingen met pathogenen in de handschoenen komen. De handschoenen moeten bestand zijn tegen de gebruikte ontsmettingsmiddelen. Bescherming van de ogen en het gezicht, wanneer sproeien of spuiten van besmettelijke stoffen of vloeistoffen kan worden verwacht en technische maatregelen geen adequate bescherming bieden. Waterdichte schorten, wanneer kan worden verwacht dat kleding doorweekt raakt. Waterdicht schoeisel, wanneer kan worden verwacht dat schoeisel doorweekt raakt.
Elektrische gevaren	Statische ontlading Defecte kabels	Veiligheidsschoenen die ten minste voldoen aan de eisen van beschermingsklasse S2 en veiligheidsschoenen die ten minste voldoen aan de eisen van beschermingsklasse S4 volgens DIN EN ISO 20345 dienen te worden verstrekt.
Mechanische gevaren	Vallen, struikelen, verpletteren, snijden	Veiligheidsschoenen die ten minste voldoen aan de eisen van beschermingsklasse S2 en veiligheidsschoenen die ten minste voldoen aan de eisen van beschermingsklasse S4 volgens DIN EN ISO 20345, dienen te worden verstrekt, evenals weerbestendige kleding zoals vereist. (TRGS 727, 2016)
Brand- en explosiegevaar	Personeel kan statisch geladen raken, bijvoorbeeld door te lopen, door op te staan van een stoel, bij het wisselen van kleding, bij het hanteren van kunststoffen, bij het uitvoeren van werkzaamheden waar gieten of vullen bij komt kijken of door inductie wanneer personeel zich in de buurt van geladen objecten bevindt. Een statisch geladen persoon die een geleidend object aanraakt, bijv. een klink, veroorzaakt vonkontladingen.	In gevaarlijke gebieden die zijn ingedeeld als zone 0, 1 of 20, moet geleidend schoeisel met een lekweerstand van minder dan $10^8 \Omega$ worden gedragen. Dezelfde eis geldt in zone 21 in geval van stof met een minimale ontstekingsenergie (MIE) ≤ 10 mJ. Werkkleding of beschermende kleding mag niet worden gewisseld, uitgetrokken of aangetrokken in gevaarlijke gebieden ingedeeld als zone 0 of 1. Persoonlijke beschermingsmiddelen mogen niet gevaarlijk worden opgeladen in gevaarlijke gebieden of in aanwezigheid van explosieve gasmengsels, bijvoorbeeld tijdens onderhoudswerkzaamheden of bij noodoproepen. (TRGS 727, 2016)

Basismaatregelen op het gebied van hygiëne moeten worden gewaarborgd. Dit zijn onder andere het wassen van handen alvorens met pauze te gaan en na het werk, evenals regelmatige en noodzakelijke reiniging van de werkplek en het schoonmaken/vervangen van werkkleding en persoonlijke beschermingsmiddelen. De maatregelen kunnen in een schoonmaak- en hygiëneplan worden vastgelegd. Medewerkers moeten zich onthouden van eten of drinken op werkplaatsen waar risico bestaat op verontreiniging door biologische agentia. Als volgens de gevaaranalyse desinfectiemaatregelen nodig zijn, moeten deze met geteste ontsmettingsmiddelen worden uitgevoerd.

- ▶ Personen die microbiologisch verontreinigde werkkleding dragen, mogen niet in de pauzeruimtes en in de personeelsruimtes komen.
- ▶ Afvalstoffen die biologische agentia bevatten, moeten in geschikte containers worden verzameld.
- ▶ Werkkleding en persoonlijke beschermingsmiddelen moeten apart worden gehouden van privékleiding.

- ▶ Microbiologisch verontreinigde kleding mag niet thuis worden gereinigd.
- ▶ Als ongedierte zoals knaagdieren, duiven, insecten of andere dieren toegang krijgen tot het werkgebied, is regelmatige ongediertebestrijding van essentieel belang.
- ▶ Opslagomstandigheden waarin biologische agentia zich kunnen vermenigvuldigen, moeten vermeden worden, voor zover de werking van de installatie dat toelaat.
- ▶ Het werkgebied moet voldoende worden geventileerd, in overeenstemming met de gevaaranalyse.

Figuur 12 geeft een overzicht van de verschillende elementen van persoonlijke beschermingsmiddelen. Opgemerkt moet worden dat niet alle elementen in alle gevallen gebruikt hoeven te worden. De noodzaak om een helm of een valbeveiligingssysteem te dragen, hangt bijvoorbeeld af van de situatie.

Figuur 12: Persoonlijke beschermingsmiddelen (PBM)



Verdere informatie over de technische vereisten voor persoonlijke beschermingsmiddelen is te vinden in de volgende normen:

DIN EN 143: Ademhalingsbeschermingsmiddelen - Deeltjesfilters - Vereisten, testen, markeringen

DIN EN 149: Ademhalingsbeschermingsmiddelen - Filterende halfmaskers als bescherming tegen deeltjes

DIN EN ISO 20345: Veiligheidsschoeisel

Algemene vereisten

8. Documentatie

De volgende zaken moeten gedocumenteerd zijn, conform de nationale voorschriften:

- ▶ Verantwoordelijkheden/recht om instructies te geven: lijst met telefoonnummers van contactpersonen (zowel intern als extern, bijvoorbeeld autoriteiten, instellingen).
- ▶ Noodplan (werkinstructies voor procedures in geval van ongeval, brand, explosie, vrijkomen van substraat, stroomuitval, voorkomen van toegang door onbevoegden enz.)
- ▶ Gevaaranalyse/explosieveiligheidsdocument
- ▶ Werkinstructies voor de medewerkers
- ▶ Handleidingen van de fabrikant
- ▶ Registratie van gevaarlijke stoffen
- ▶ Veiligheidsinformatiebladen
- ▶ Vrijgave-/briefingformulieren
- ▶ Onderhouds- en reparatieplan (inclusief schema volgens de instructies van de fabrikant)
- ▶ Regelmatige inspectierondes en werklogboek
- ▶ Bewijs van herhalende tests (elektrische tests, testen van arbeidsmiddelen)
- ▶ Bewijs van initiële en terugkerende opleidingen
- ▶ Schema's van actuele inventaris van voorzieningen en installaties (plattegrond voor brandbestrijding, leiding- en instrumentatieschema, leidingplattegrond, etc.)
- ▶ Procesmanagementmatrix
- ▶ Brandveiligheidscertificaat

TIP

Onderhoudscontracten met gespecialiseerde bedrijven zijn vooral aan te bevelen voor onderdelen van de installatie die van belang zijn voor de veiligheid en moeten regelmatig worden gekalibreerd (bijvoorbeeld gaswaarschuwingssysteem, gasanalyseapparatuur, gasdetector, persoonlijke-beschermingsmonitor, branddetector).

In principe is de gebruiker verantwoordelijk voor de juiste documentatie, d.w.z. deze moet ervoor zorgen dat de documentatie compleet, up-to-date, van de juiste kwaliteit en in overeenstemming met de desbetreffende wettelijke bepalingen in het betreffende land is. In individuele gevallen moet worden verduidelijkt welke gevolgen er conform het aansprakelijkheidsrecht zouden zijn in geval van overtreding van de toepasselijke wetgeving.

De documentatie dient te allen tijde beschikbaar te zijn; deze moet bij de biogasinstallatie worden bewaard. Een back-up van de documenten dient op alternatieve locaties te worden bewaard. Dit is vooral belangrijk in noodgevallen en bij storingen. In dergelijke gevallen moet de gebruiker regelingen treffen om af te kunnen wijken van de normale werking om ervoor te zorgen dat de installatie zo snel mogelijk naar de normale werking terugkeert of om de omvang van de storing te minimaliseren.



Biogasinstallaties zijn complexe procestechnische systemen. Er zijn diverse pompen, compressors, roerwerken, schroeftransporteurs en leidingen nodig om substraat te transporteren en gas te produceren. Het moet mogelijk zijn om de veilige werking van al deze installatieonderdelen en -componenten te allen tijde te waarborgen. Bovendien moet de gebruiker de benodigde hoeveelheden arbeidsmiddelen, apparaten en materialen leveren, alles in correct werkende staat. Bijgevolg moeten de verschillende onderdelen en apparaten voldoen aan talrijke eisen ten aanzien van de beschermingsmaatregelen die moeten worden getroffen.

Er zijn bepaalde algemene eisen ten aanzien van stabiliteit, trillingsdemping, bruikbaarheid, sabotage en vandalisme die van toepassing zijn op alle delen van de installaties:

- ▶ **Stabiliteit:** Onderdelen van de biogasinstallatie die buiten en boven de grond zijn geïnstalleerd, moeten op een stevige fundering worden gemonteerd en worden beschermd tegen beschadiging. Ze moeten zodanig zijn geïnstalleerd dat ze gemakkelijk bereikbaar zijn. Voldoende structurele stabiliteit moet zijn gewaarborgd.
- ▶ **Trillingsdemping:** Bewegende onderdelen en onderdelen die onderhevig zijn aan trillingen binnen de biogasinstallatie (componenten van de WKK-eenheid, blazers, pompen, compressors, enz.) moeten worden ontkoppeld met bijvoorbeeld compensatoren en trillingsdempers.

- ▶ **Bedienbaarheid van cruciale installatiecomponenten onder verschillende weersomstandigheden:** De onderdelen, componenten en uitrusting van de biogasinstallatie die relevant zijn voor de veilige werking moeten zodanig zijn ontworpen dat ze blijven functioneren bij de verwachte omgevingstemperaturen en weersomstandigheden.
- ▶ **Sabotage/vandalisme:** Systeem- en veiligheidsrelevante voorzieningen en bedieningselementen moeten worden beschermd tegen sabotage en vandalisme. Vergrendelbare apparatuur kan worden gebruikt om ervoor te zorgen dat dit het geval is of er kan een omheining rondom de biogasinstallatie worden aangebracht.

De specifieke eisen voor een veilige werking van de afzonderlijke delen van de installatie worden beschreven in het volgende gedeelte. Elke omschrijving is in drie stukken verdeeld:



Technische beschermingsmaatregelen



Organisatorische beschermingsmaatregelen



Classificering van Ex-zones (Zonering volgens het potentiële explosiegevaar)

1. Vereisten voor toevoersystemen



Technische beschermingsmaatregelen

Bij het kiezen en ontwerpen van de toevoersystemen is het van essentieel belang op te letten of de gebruikte materialen onderworpen zijn aan specifieke belasting (bijv. druk of temperatuur) of blootstelling (bijv. zuren, zand enz.). Het wordt sterk aanbevolen om roestvrijstaal of coatings te gebruiken in bijzonder gevoelige gebieden. Afhankelijk van de lokale klimatologische omstandigheden moeten installatiecomponenten die risico lopen te bevriezen, vorstbestendig worden ontworpen. Mechanische aandrijvingen moeten zijn voorzien van beschermende afdekkingen. Indien nodig moet worden voorzien in afscheiders om interfererende stoffen te verwijderen.

Openingen waardoor het vullen plaatsvindt, bijv. toevoerapparatuur voor vaste stoffen, moeten zijn beveiligd om te voorkomen dat mensen erin vallen. Maatregelen om vallen te voorkomen zijn:

- ▶ afgedekte hoppers met een hoogte van > 1,30 m in combinatie met een afdekking

- ▶ hoppers zonder afdekking met een hoogte van $\geq 1,80$ m
- ▶ vaste roosters met een stangafstand ≤ 20 cm
- ▶ zelfsluitende flappen op verticale openingen
- ▶ inloopkanalen waarin verticale openingen zijn afgedekt

Als de vergister wordt gevuld door middel van een verdichtingsschroef, moet deze in alle bedrijfstoestanden voldoende ondergedompeld zijn om het eventueel ontsnappen van gas te voorkomen. Het niveau van onderdompeling moet overeenkomen met ten minste vijf keer de reactiedruk van de overdrukbeveiligingsinrichting. Als het onmogelijk is de vorming van gevaarlijke gassen buiten het toevoersysteem (CH_4 , CO_2 , H_2S , NH_3 , H_2 , enz.) uit te sluiten, moet het vrijkomen hiervan worden voorkomen of verminderd, bijvoorbeeld door gebruik te maken van geschikte vulapparatuur in een gesloten systeem of door ruimtelijke afscheiding van andere gebieden van de installatie. Let op de heersende windrichting bij het plaatsen van vulopeningen, zodat gasen van het werkgebied weg worden geblazen. Als toevoersystemen in gebouwen worden geïnstalleerd, moeten de gebouwen zijn uitgerust met luchtmonitoring en ventilatie.

Specifieke vereisten

Vloeibare substraten moeten door middel van slangen/leidingen zodanig worden ingevoerd, dat er geen gassen in het gebouw kunnen ontsnappen. Ventilatiesystemen van/naar de tank moeten via een gesloten leiding in een veilige omgeving eindigen.



Organisatorische beschermingsmaatregelen

Het algemene principe is dat de vorming van gevaarlijke gassen buiten het toevoersysteem indien mogelijk moet worden voorkomen, maar in ieder geval moet worden geminimaliseerd, bijvoorbeeld door te voorkomen dat bepaalde chemische reacties plaatsvinden (vullen op verschillende tijden). Het mengen van substraten buiten gesloten tanks waarbij gevaarlijke gassen als waterstofsulfide, kooldioxide of ammoniak kunnen ontstaan door chemische reacties (bijv. zuur-base reacties), moet worden vermeden. Als reacties kunnen worden verwacht omdat grondstoffen worden gemengd voordat ze in de vergister worden ingevoerd, moeten voorafgaand aan het mengen reactietesten worden uitgevoerd met ongevaarlijke hoeveelheden van de stoffen.

Om dergelijke reacties te kunnen beoordelen, moeten de gebruikers van biogasinstallaties van de producenten van hun grondstoffen de volgende gegevens krijgen en deze in het werklogboek opnemen:



Documentatie van gegevens van grondstoffen

- ▶ hoofdbestanddelen, chemische samenstelling, pH-waarde en hulpstoffen, b.v. stabilisatoren, conserveermiddelen, enz.
- ▶ gegevens over de herkomst (bijvoorbeeld van een slachthuis, van de productie van heparine in de farmaceutische industrie, enz.)
- ▶ transport- en leveringsvoorwaarden (bijvoorbeeld transportduur, temperatuur, ...)
- ▶ mogelijke gevaren (bijvoorbeeld 'kan waterstofsulfide afgeven bij toevoeging van zuren'). Als het niet mogelijk is om de vorming van gevaarlijke gassen, met name H_2S , uit te sluiten, moet het vrijkomend daarvan worden voorkomen of verminderd, bijvoorbeeld door middel van gesloten vullen, ruimtelijke afscheiding of geforceerde verwijdering van de gassen.
- ▶ Andere opmerkingen

Materialen met een hoog zwavelgehalte zijn onder meer afval van slachthuizen, afvalbiomassa (mycelium) uit biotechnologische processen, koolzaadkoek, restanten van diervoeder (bijv. sojaeiwit), methionine uit diervoeder (toevoegingsmiddel), residuen van gistproductie, natriumsulfaat als conserveermiddel, hulpstoffen zoals ijzersulfaat of cateringafval.



BRON: MT ENERGIE

Verschillende toevoersystemen

De toevoerinrichting moet wellicht worden uitgerust met een bedieningsplatform om ervoor te zorgen dat de vul- of spoelslang veilig wordt bediend. Let op de gasgevaaren in de directe nabijheid van de toevoerinrichting. Als niet kan worden uitgesloten dat er gassen in gevaarlijke concentraties in toevoergebieden voorkomen, moet geschikte gasdetectie worden geïnstalleerd om te waarborgen dat wordt gewaarschuwd wordt voor gasgevaar, in het bijzonder voor H_2S .

Tijdens hun werkzaamheden bij toevoerinrichtingen kunnen medewerkers worden blootgesteld aan biologische agentia door contact met substraat, fermentatieproducten of condensaat, of met onzuiverheden in leidingen en gashoudende installatiedelen. Het aantal medewerkers dat mogelijk of daadwerkelijk wordt blootgesteld aan biologische agentia moet beperkt blijven tot de personen die daadwerkelijk nodig zijn om de betreffende taak uit te voeren. Controleer, voordat er werkzaamheden worden uitgevoerd in het gevaargebied van toevoersystemen, of het werk alleen mag worden uitgevoerd. Het is met name belangrijk om te voorkomen dat de toevoersystemen automatisch starten tijdens onderhoudswerkzaamheden.

Tijdens het vulproces worden vaak sporenelementen (bijvoorbeeld nikkel, selenium) toegevoegd aan de grondstof. In principe moet het gebruik van sporenelementen tot een noodzakelijk minimum worden beperkt. Als het gebruik van additieven en hulpstoffen onontkoombaar is, moeten nul-emissies of lage emissies worden gekozen (bijvoorbeeld gepelleteerde of gecoate producten in plaats van poedervormige producten) en moet dit worden gedocumenteerd. Er moeten passende maatregelen worden getroffen om de

open verwerking van additieven en hulpstoffen te vermijden. De blootstelling van medewerkers aan additieven en hulpstoffen moet worden vermeden of in ieder geval tot een minimum worden beperkt door technische en organisatorische maatregelen.

De volgende soorten werkzaamheden met additieven en hulpstoffen brengen waarschijnlijk gevaren met zich mee:

1. visuele inspectie van verpakkingen op schade, acceptatiecontrole
2. lossen van vervoermiddel, transport binnen de fabriek, in de opslag plaatsen
3. verwijderen uit de opslag, klaar maken voor gebruik, in gebruik nemen
4. verwijderen van onzuiverheden
5. uitvoeren van onderhoudswerkzaamheden, bijv. aan het doseersysteem
6. verwijderen of retourneren van de verpakking



Classificering van Ex-zones

Als een buisvormig schroeftransportsysteem voor het aanvoeren van grondstoffen onder het oppervlak van de vloeistof in de vergister wordt geïnstalleerd, moet aan de volgende eisen worden voldaan:

- ▶ beperking van de verwijderingsstroomsnelheid en dagelijkse controle van het vulniveau, of
- ▶ als het vulniveau lager is dan een minimumlimiet wordt automatisch een alarm geactiveerd en wordt het verwijderen uitgeschakeld zodat het systeem veilig onder het vloeistofniveau blijft.

Geen zonering nodig, tenzij in de instructies van de fabrikant een andere classificatie van zones wordt gespecificeerd.

Bij vloeibare toevoersystemen (kuilvoer verdund met vloeibare grondstof om het verpompbaar te maken) kan de kans op een gevaarlijke potentieel explosieve atmosfeer niet worden uitgesloten. Aanvullende explosieveiligheidsmaatregelen (ventilatie, bewaking van de CH₄-concentratie, enz.) moeten worden getroffen in de nabijheid van de toevoerinrichting.

2. Vereisten voor substraatbehandelingssystemen

De volgende substraatbehandelingsmethoden kunnen worden gebruikt, afhankelijk van de procestechnische behoeften:

- ▶ mechanische systemen
- ▶ chemische systemen
- ▶ biotechnologische systemen



Technische beschermingsmaatregelen

Als roterende onderdelen worden gebruikt, moeten ze zodanig zijn ontworpen dat technische maatregelen (bijv. een beschermkap) voorkomen dat mensen erin kunnen reiken, erin worden getrokken of erin vallen.



Organisatorische beschermingsmaatregelen

Waar mechanische systemen worden gebruikt, moet rekening worden gehouden met gevaren veroorzaakt door bewegende of rondvliegende onderdelen en met het risico om erin te vallen, met name tijdens onderhoudswerkzaamheden. Bij gebruik van chemische systemen, bijvoorbeeld additieven en hulpstoffen, moeten de relevante veiligheidsinformatiebladen van de fabrikanten en distributeurs in acht worden genomen. Bij het gebruik van stoffen die een risico voor de gezondheid vormen (bijvoorbeeld sporenelementen), moet ervoor worden gezorgd dat ze worden opgeslagen en gedoseerd in gesloten systemen om de uitstoot te minimaliseren.



Classificering van Ex-zones

→ Zie Ex-zone-classificatie voor (voor)opslagtanks/putten (paragraaf 3)



Vooropslagtank

Specifieke vereisten

3. Vereisten voor opslagtanks/putten



Technische beschermingsmaatregelen

Opslagtanks/putten voor substraten in gebouwen moeten zijn uitgerust met een geschikte (bijvoorbeeld explosiebeveiligde) gasverwijderings-eenheid met ten minste vijf luchtverversingen per uur en doorstroombewaking met een alarm bij storing.



Organisatorische beschermingsmaatregelen

De apparatuur voor gasverwijdering moet automatisch worden ingeschakeld tijdens het vullen. Openingen in de opvangtanks moeten gesloten blijven, behalve tijdens het vullen.



De correcte werking van de gasverwijderings-eenheid moet worden gecontroleerd voorafgaand aan de inbedrijfstelling en de resultaten hiervan moeten worden gedocumenteerd.



Classificering van Ex-zones

► Vooropslagtanks/putten:

Put of tank, open of gesloten, voor het opvangen, de bufferopslag en de toevoer van grondstoffen, in sommige gevallen ook mengen of recirculeren van het substraat of digestaat, met of zonder verwarming.

Geen zonering nodig, tenzij in de instructies van de fabrikant een andere classificatie van zones wordt gespecificeerd.

► Open vooropslagtanks/putten buiten:

Put of tank voor slib, open over de gehele doorsnede, met of zonder drijvende afdekking (geen verwarming, geen recirculatie van substraat en geen recirculatie van digestaat), gasophoping is niet mogelijk.

Geen zonering nodig, tenzij in de instructies van de fabrikant een andere classificatie van zones wordt gespecificeerd.

► Gesloten vooropslagtanks/putten buiten:

Put of tank met een technisch lekdichte afdekking; zelfs kleine lekken worden in een vroeg stadium gedetecteerd door regelmatige controles; aangepast gasdebiet voor het gassysteem om op betrouwbare wijze overdruk en onderdruk te voorkomen; lekvrije grondstoffentoevoer dankzij het laden onder het substraatoppervlak. Afgesloten houders van dit type omvatten ook houders met substraatrecirculatie, substraadmenging en verwarming.

Geen zonering nodig, tenzij in de instructies van de fabrikant een andere classificatie van zones wordt gespecificeerd.

► Interieur van gesloten vooropslagtanks/putten:

Zone: hetzelfde als de zone met de hoogste eisen in het aangesloten gassysteem.

► Nabijheid van gesloten vooropslagtanks/putten:

Geen zonering nodig, tenzij in de instructies van de fabrikant een andere classificatie van zones wordt gespecificeerd.

► Afgedekte vooropslagtanks/putten zonder substraatrecirculatie en zonder verwarming buiten:

Niet-technisch lekdichte houder, niet aangesloten op het gassysteem. Heeft openingen voor het vullen.

Geen zonering nodig, tenzij in de instructies van de fabrikant een andere classificatie van zones wordt gespecificeerd.

► Vooropslagtanks/putten voor gemakkelijk afbreekbare substraten:

Eenvoudig afbreekbare grondstoffen omvatten vloeibaar en pasteus bioafval. Voldoende doorstroomsnelheid (bijv. ten minste vijf keer lucht verversen van het volume in de put voor de vergister) wordt gewaarborgd door gecontroleerde gasverwijdering.

Zone 2: interieur.

Geen zone: buitenkant.

► Vooropslagtanks/putten voor slib met maximaal vulniveau onder het grondniveau:

Een voldoende groot openingsgebied, b.v. door roosterafdekkingen; zeer lage gasproductiesnelheid als gevolg van de lage temperatuur.

Zone 2: interieur

Geen zone: buitenkant

► Onvoldoende groot openingsgebied:

Luchtuitwisseling vindt alleen plaats tijdens het vullen en legen. Zeer lage gasproductie door de lage temperatuur.

Zone 1: interieur

Zone 2: in de directe omgeving rondom de openingen

4. Vereisten voor de vergister



Technische beschermingsmaatregelen

De constructieanalyse van betonnen containers moet rekening houden met de thermische belasting die naar verwachting zal optreden, afhankelijk van de voorziene isolatiematerialen en de temperatuur van het substraat.

Bij installaties waar lekken kunnen ontstaan boven het niveau van de omringende grond is het raadzaam om een omliggende muur te bouwen die het volume kan binnenhouden dat in geval van operationele storingen kan vrijkomen totdat passende veiligheidsmaatregelen in werking treden en waar ten minste het volume van de grootste tank in kan worden tegengehouden. Dit geldt niet voor opslagfaciliteiten voor vaste vergistingsgrondstoffen. De omliggende muur hoeft niet volledig gesloten te zijn; deze kan ook de vorm van een gedeeltelijke afsluitmuur hebben als dit het vasthouden van vrijkomende stoffen voldoende waarborgt. De bodem binnen de omliggende muur kan bestaan uit een vaste bodemlaag of bestrating, bijvoorbeeld beton en asfalt.

Toegangsopeningen moeten een binnendiameter hebben van ten minste DN 800 (volgens ISO 6708) of een minimale afmeting van 600 x 800 mm. Als het nodig is om een tank binnen te gaan voor onderhouds- of reparatiewerkzaamheden, moet voldoende ventilatie mogelijk zijn; dezelfde veiligheidsmaatregelen zijn noodzakelijk bij het binnengaan van inspectieruimten. Deze openingen moeten worden meegenomen in het ontwerp van de vergister.

Elke tank (met inbegrip van vooropslagtanks/putten vóór de vergister) die gas, substraat of vergistingsproducten bevat, moet afzonderlijk en in alle richtingen van de rest van het systeem kunnen worden afgesloten.

In de vergistingstank en de secundaire vergister moet een vulniveaubewakingssysteem ervoor zorgen dat het vulniveau niet wordt overschreden, bijvoorbeeld door de verteerde substraten naar het vloeibare-mestbassin te voeren via een stijgpip (overloop) met vorstbescherming of door de maximale vulling van de tanks te beperken met een geschikt overvulbeveiligingsapparaat.

Bijzondere aandacht moet worden besteed aan het gebruik van tanks die sterk fluctuerende vulniveaus hebben, zoals secundaire vergisters of gasdichte eindopslagtanks, bijvoorbeeld met betrekking tot de explosieveiligheid.



BRON: SCHWACK

Interieur van een vergister voorafgaand aan inbedrijfstelling



BRON: JURGEN WINDMEIER

Een ongeval in een biogasinstallatie



Organisatorische beschermingsmaatregelen

De zichtbare delen van de tank moeten regelmatig worden gecontroleerd op lekken, evenals de lekdictheid van de kijkglazen. Zie de paragraaf over inspecties en tests voor nadere informatie.

Onderdompelbare motoraangedreven roerwerken en pompen moeten altijd ondergedompeld zijn tijdens gebruik. De juiste werkinstructies moeten ervoor zorgen dat dit het geval is.



Classificering van Ex-zones

Binnenkant van de vergister

De tank is voortdurend gevuld met gas en wordt bedreven bij overdruk. Als de druk daalt, bestaat het risico dat zuurstof uit de omgeving binnen kan dringen.

Specifieke vereisten

Op de volgende manieren wordt voorkomen dat zuurstof binnendringt:

- ▶ Waarborg de gasproductie, bijv. door middel van regelmatige toevoer van grondstoffen
- ▶ Zorg ervoor dat de behuizing lekdicht en stabiel is
- ▶ Controleer het vulniveau van het substraat en sluit indien nodig de afvoer uit de vloeibare fase af (gasisolatiepunt)
- ▶ Waarborg de werking met overdruk zelfs bij een plotselinge temperatuurdaling, bijv. door middel van
 - i. aangepast gasdebiet naar de gasopslagtank(s)
 - ii. constante bewaking van gasoverdruk binnenin en gasafname
 - iii. voldoende variabel volume van de gasopslagtank
- ▶ En zorg er tevens voor, als er opblaasbare dubbele daken worden gebruikt, dat de ondersteunende luchtdruk lager is dan de druk in de gasopslagtank en dat het binnenmembraan lekdicht en stabiel is.
Geen zonerings nodig, tenzij in de instructies van de fabrikant een andere classificatie van zones wordt aangegeven.

Indien aan de bovengenoemde eisen wordt voldaan zonder dat alle maatregelen om de positieve gasdruk te controleren en te waarborgen zijn geïmplementeerd, gelden de volgende voorwaarden:

- ▶ Het ontstaan van potentieel explosieve atmosferen wordt geïdentificeerd en maatregelen worden getroffen om ervoor te zorgen dat zulke atmosferen slechts zelden en gedurende korte perioden optreden.
Zone 2: boven het oppervlak van het substraat aan de binnenkant

Door voorzienbare storingen of procesgerelateerde bedrijfs-toestanden die af en toe voorkomen, kan er lucht in de vergister binnendringen, wat resulteert in concentraties die lager zijn dan de UEL.

- ▶ Explosieve atmosferen kunnen zich af en toe voordoen.
Zone 1: boven het oppervlak van het substraat aan de binnenkant

Roerwerken en doorvoerkanalen voor assen van roerwerken en regelaars voor roerwerken, bijv. kabelmechanismen

Onderdompelbare motorroerwerken en motorpompen moeten voldoen aan de beschermingsgraad IP 68 volgens DIN EN 60529. Bij het selecteren van de roerwerken moet rekening worden gehouden met de materiaaleisen wat betreft corrosie, afschuifkrachten en thermische stabiliteit.

- ▶ Kanalen, technisch lekdicht, in combinatie met regelmatige controles en onderhoud, of de doorvoer van het roerwerk onder het oppervlak van de vloeistof/het substraat.

Geen zonerings nodig.

- ▶ Kanalen, technisch lekdicht en boven het oppervlak van de vloeistof/het substraat.

Zone 2: 1 m rond doorvoer

Overloophulpmiddel

- ▶ Overloophulpmiddel met schroeftransporteur.
Zone: zoals in stroomafwaartse gasruimte.
- ▶ Overloophulpmiddel bij drukgolven met fysieke beperking van de geïnjecteerde lucht (volumebeperking en doorstroombegrenzing).
Zone 0: in de pijp en in de buurt van de overloop.
- ▶ Overloophulpmiddel bij drukstoten zonder fysieke beperking van de geïnjecteerde lucht
Zone 0: in de pijp en in de vergister.

Omgeving van kijkglazen in binnenruimtes

- ▶ Patrijspoorten en observatievensters moeten met een lekdichte bevestiging in de vergister zijn aangebracht en moeten volgens de fabrikantverklaring permanent technisch lekdicht zijn.
Geen zone.
- ▶ Kijkglas technisch lekdicht, routinematige lekkagecontroles volgens de instructies van de fabrikant.
Geen zone.
- ▶ Kijkglas technisch lekdicht, maar geen routinematige lekkagecontroles.
Zone 1: directe omgeving.
Zone 2: resterend gebied.

Digestaatopslag met aansluiting op gassysteem

Voorkom op de volgende manieren dat lucht in het gassysteem komt:

- ▶ Zorg ervoor dat gewerkt wordt met overdruk, zelfs tijdens het verwijderen van vergistingsproducten, bijv. door voortdurende controle op gasoverdruk binnenin en het afsluiten van gasextractieleidingen en extractiepunten uit de vloeibare fase;
- ▶ Geplande, gecontroleerde verwijdering van vergistingsproducten, met name door
 - ▷ het waarborgen van de gastoevoer,
 - ▷ visuele inspectie voor Ethyleen Propyleen Dieen Monomeer (EPDM) rubbermembranen of monitoring van het gasvulniveau voor dubbele-membraansystemen of vaste gasopslagtanks,

- ▶ het afsluiten van de WKK-eenheid,
- ▶ het stoppen met het verwijderen van vergistingsproducten bij minimaal gasvullingsniveau;
- ▶ Zorg ervoor dat het lekdicht is met behulp van initiële en periodieke controles, bijv. door locatie met een gascamera en controles met schuimmiddelen of een geschikte gasdetector;
- ▶ Bij drijvende daken, aanvullende maatregelen; zie paragraaf over gasopslag tanks.
Binnen, **zelfde zone** als gassysteem.

Aangezien het werken met overdruk tijdens het verwijderen van vergistingsproducten in dit geval niet is gegarandeerd, geldt het volgende:

Zone 1: binnen in de digestaatopslagtank en binnen in het aangesloten gassysteem.

5. Vereisten voor de gasopslag tank



Technische beschermingsmaatregelen

Gasopslag moet gasdicht en drukdicht zijn, moet bestand zijn tegen het medium, ultraviolet licht, temperatuur en verwerking (storm, sneeuw, etc.) afgestemd op heersende omstandigheden op de locatie. Met name in verband met wind- en sneeuwbelasting is het van essentieel belang dat de fabrikant een ontwerp produceert dat specifiek is voor de locatie.

Gasopslagmiddelen moeten via het gasdragende systeem worden aangesloten op een overdruk- en onderdrukbeveiliging.

Gasopslagmiddelen en de bijbehorende apparaten moeten worden beschermd tegen mechanische schade. Om schade door voertuigen in kwetsbare gebieden te voorkomen, moeten de gasopslag en de uitrusting worden beschermd door (bijvoorbeeld) botsbeveiliging met schokbeschermers, niet-doorrijdbare gebieden, obstakels of het instellen van een veiligheidsafstand. Eén manier om aan deze eis te voldoen, is om een veiligheidshek rond de gasopslag op te richten. Als het hek op minder dan 850 mm van de gasopslag wordt geplaatst, moet het hek voorkomen dat men er doorheen kan reiken. Het veiligheidshek moet de vorm hebben van een niet-passeerbare barrière, bijvoorbeeld gemaakt van gaas, ten minste 1,50 m hoog.

In het bijzonder bij gasopslag op basis van kunststofmembranen moet aan de volgende eisen worden voldaan bij het selecteren van de materialen:

- ▶ Scheursterkte min. $\frac{500 \text{ N}}{5 \text{ cm}}$ of treksterkte $\frac{250 \text{ N}}{5 \text{ cm}}$
- ▶ Doorlaatbaarheid met betrekking tot methaan $< \frac{1000 \text{ m}^3}{(\text{m}^2 \times \text{d} \times \text{bar})}$
- ▶ Thermische stabiliteit voor de specifieke toepassing (mesofiel, thermofiel vergistingsproces)



Lagunevergister in Costa Rica

- ▶ Gasopslagmiddelen moeten voorafgaand aan inbedrijfstelling worden getest op lekkage

Vooral in biogasinstallaties die volgens het lagunesysteem werken, stellen de grote vergister- en gasopslagoppervlakken aanvullende eisen aan de veiligheid.

- ▶ Zowel om het milieu te beschermen als om veiligheidsredenen moet de verbinding tussen de gasopslag en de lagunevergister technisch lekdicht zijn. Het enkel afdichten van de membranen door ze in de grond met aarde te bedekken kan als ontoereikend worden beschouwd. De standaard technisch lekdichte bevestiging moet worden aangevuld met regelmatige organisatorische beschermingsmaatregelen (controle op lekkage vergister/gasopslag met schuim, gasdetectoren en infraroodcamera's).

Specifieke vereisten

- ▶ Gasopslagplaatsen die zijn aangesloten op lagunevergisters hebben een zeer groot oppervlak en dus een potentieel hoger risico op lekken (randvorming, wrijving, scheuren, enz.). Alle oppervlakken moeten daarom regelmatig worden gecontroleerd op lekkage (minstens jaarlijks). Infraroodcamera's zijn hier handig voor omdat rechtstreekse inspectie van de membranen dan niet noodzakelijk is.
- ▶ Vanwege het zeer grote oppervlak zijn er extra gevaren door blootstelling aan de wind en afscheuren van de membranen. De gasopslag moet daarom zijn voorzien van extra veiligheidsmaatregelen om dit te voorkomen.



Organisatorische beschermingsmaatregelen

De gasopslag moet voorafgaand aan de inbedrijfstelling, na reparatie en met passende tussenpozen worden gecontroleerd of deze lekdicht is.



De goede werking van gasopslagsystemen vereist een volledige documentatie en regelmatige controles en onderhoudswerkzaamheden.

Als onderhouds- en reparatiemaatregelen moeten worden uitgevoerd op biogasopslagmembranen met één of twee lagen, mag er niet op de membranen worden gelopen. Een dergelijke belasting (gewicht van één individu) is alleen toegestaan indien een bewijs van beloopbare stabiliteit is geleverd en er een gevaaranalyse is gemaakt voor de werkzaamheden die tijdens het onderhoud of de reparatie worden verricht. Binnen het kader van de gevaaranalyse moet speciale aandacht worden geschonken aan valbeschermingsmaatregelen.



Classificering van Ex-zones

Ondersteuningsluchtsysteem

Het ondersteuningsluchtsysteem omvat de tussenruimte, de luchtinlaat, de luchtuitlaat en de ondersteuningslucht-blazer.

- ▶ De luchtuitlaat wordt gecontroleerd op plotseling ontsnappend gas door een geschikt gaswaarschuwingssysteem met een alarm en op geleidelijk ontsnappend gas door een geschikte gasdetector.
Zone 2: in het ondersteuningsluchtsysteem en 3 m rondom luchtinlaten en uitlaten.
- ▶ De luchtuitlaat wordt gecontroleerd op geleidelijk ontsnappend gas door een geschikte gasdetector.
Zone 1: in het ondersteuningsluchtsysteem.
Zone 2: 3 m rond luchtinlaten en -uitlaten.

- ▶ Blazer (geen kruisstroom door de tussenruimte, dus af en toe opbouw van een concentratie van verspreidend biogas en plotseling vrijkomen wanneer het gasmembraan wordt opgetild of de blazer stopt) is mogelijk. Het opbouwen van concentraties op bepaalde tijden wordt voorkomen door ventilatie als gevolg van drukfluctuaties.
Zone 0: in de tussenruimte.
Zone 1: 3 m rond openingen.

Buitenomgeving van de bevestigingen van gasopslagmembranen buiten

- ▶ De bevestiging is technisch lekdicht, gecombineerd met adequate organisatorische maatregelen, en de bevestiging wordt regelmatig gecontroleerd of deze lekdicht is. De klemverbinding wordt slechts zelden losgemaakt. Op de lange termijn wordt de lekdichtheid met name gewaarborgd door afdichtingen die geschikt zijn voor de drukwaarde, het voorkómen van drukverlies in de klemslangverbindingen, de ontwerpweerstand tegen neerslag en windbelasting en organisatorische beschermingsmaatregelen. Maximaal drukniveau $p_{max} = 5$ mbar (5 hPa) (afhankelijk van het bevestigingssysteem). Er moeten biogasbestendige afdichtingen worden geïmplementeerd. Er wordt bij installatie en periodiek getest of de afdichting lekdicht is, bijv. door lokalisatie met een gascamera en daaropvolgende controle met schuimmiddelen of een geschikte gasdetector.

Geen zone: buitenkant.

- ▶ Zoals hierboven, maar de bevestiging wordt niet slechts zelden losgemaakt.

Zone 2: 2 m rond de bevestiging

Omgeving van enkele-filmsystemen

- ▶ Lekdichtheid gecombineerd met adequate organisatorische maatregelen. Initiële en periodieke controle, bijv. lokaliseren met een gascamera en controleren met schuimmiddelen of een geschikte gasdetector.

Geen zone.

- ▶ Zoals hierboven, maar geen adequate organisatorische maatregelen en zonder periodieke controle.

Zone 2: 3 m rond gasopslag en 2 m naar beneden bij 45 °

6. Vereisten voor houten dakconstructies in gasopslagsystemen

Houten dakconstructies worden vaak gebruikt als een substructuur voor gasopslagsystemen. Aangezien houten dakconstructies in biogasopslag worden blootgesteld aan bepaalde omstandigheden en visueel niet waarneembare schade aan het hout de draagkracht van de balken zodanig vermindert dat ze zonder voorafgaande signalen kapot kunnen gaan, is een speciale aanpak nodig voor het controleren van de structurele stabiliteit voor de veiligheid van alle personen die zijn belast met inspectie-/onderhoudswerkzaamheden.



Technische beschermingsmaatregelen

Wanneer houten dakconstructies worden gebruikt, is het belangrijk om ervoor te zorgen dat de constructieanalyseberekeningen ook rekening houden met de ongewone omgeving, waterverzadiging en zwavelafzettingen. Om de stabiliteit van de houten structuur te waarborgen, moeten versterkingen worden geïnstalleerd tussen de balken. Het is ook noodzakelijk dat geschikt kwaliteitshout wordt gekozen dat nauwkeurig op maat is gezaagd.

De steunconstructie van de houten balken moet zodanig zijn ontworpen dat wordt voorkomen dat de balken wegglijden als ze vervormd raken.



Organisatorische beschermingsmaatregelen

Om de stabiliteit van de houten dakconstructies te waarborgen, moeten tijdens de exploitatie regelmatige visuele inspecties en controles worden uitgevoerd om eventuele afwijkingen te identificeren. Als de tank om operationele redenen wordt geopend, moet een belastingtest worden uitgevoerd voorafgaand aan het lopen op de constructie.

Regelmatige controle van houten dakconstructies

- ▶ Regelmatige visuele inspectie via kijkglazen door de verantwoordelijke personen (gebruiker, persoon aangewezen door de gebruiker of gespecialiseerde onderneming) op:
 - ▷ opvallende vervorming, onregelmatigheden, breuken of splinteren om acuut gevaar in de daaropvolgende onderzoeksfases uit te sluiten.
- ▶ Regelmatige controles met betrekking tot afwijkingen tijdens de exploitatie door de verantwoordelijke personen (gebruiker, persoon aangewezen door de gebruiker of gespecialiseerde onderneming) op:
 - ▷ schade aan of storingen in roerwerken, schroeftransporteur, enz.
 - ▷ stukjes hout in pompen, grof-materiaalzeven of scheidings.

Het doel is om vroegtijdig schade op te sporen en economische gevolgen te voorkomen.

▶ Ad hoc-check

Controle uitgevoerd tijdens het openen van de tank om operationele redenen door de verantwoordelijke personen (gebruiker, persoon aangewezen door de gebruiker of gespecialiseerde onderneming):

- ▷ Er moet een belastingtest worden uitgevoerd voordat iemand op de houten dakconstructie stapt.
- ▷ De belastingtest moet worden uitgevoerd met een belasting berekend volgens de onderstaande formule op ten minste drie representatieve punten in het midden van de overspanning (het midden van een balk in de lengterichting). Als het gehele gebied is aangetast, moet het testen van de dakconstructie worden uitgevoerd op ten minste elke derde balk en op bijzonder opvallende of doorgezakte balken. De testbelasting moet gedurende een periode van ten minste drie minuten op het midden van de overspanning worden toegepast. Dit kan bijvoorbeeld met een kraan worden gedaan.

De methode die moet worden gebruikt om de belasting te berekenen die nodig is om de draagkracht van de houten balken te testen, is als volgt:

▶ met bekleding op de balken:

Oppervlak voor het belasten van een houten balk:

$$A = e \times \frac{R}{2} \text{ (m}^2\text{)}$$

e = afstand tussen balken

R = radius in meters

Testbelasting (geconcentreerde belasting op het midden van de overspanning) voor de belastingtest: $P = A \times \frac{75}{2} \text{ (kg)}$
Minimale testbelasting: 200 kg geconcentreerde belasting per persoon, op elke balk waarop een of meerdere personen zullen lopen.

▶ Zonder bekleding op de balken:

In dit geval kan de belasting bijvoorbeeld worden geproduceerd door een pallet met een watertank, geplaatst op steunbalken (12/12 cm).

oppervlak voor het belasten van een houten balk:

$$A = e \times \frac{R}{2} \text{ (m}^2\text{)}$$

Testbelasting (geconcentreerde belasting op het midden van de overspanning) voor de belastingtest: $P = A \times \frac{75}{2} \text{ (kg)}$
Minimale testbelasting: 200 kg geconcentreerde belasting per persoon, op elke balk waarop een of meerdere personen zullen lopen.



BRON: ÖKOBIT GMBH

Houten dakconstructie van een vergijster.

Specifieke vereisten

7. Vereisten voor installatieruimten voor gasopslag



Technische beschermingsmaatregelen

Installatieruimten voor gasopslag moeten niet-afsluitbare luchtinlaten en -uitlaten hebben die kruisventilatie mogelijk maken. Bij gebruik van natuurlijke ventilatie moet de lucht inlaat dichtbij de vloer en de luchtuitlaat in de tegenovergestelde muur nabij het plafond worden geplaatst.



Gasopslagfaciliteit

Als er een technisch ventilatiesysteem wordt geïnstalleerd, moet ervoor worden gezorgd dat de uitlaatlucht uit het plafondgebied wordt gehaald. De uitlaatlucht moet direct in de atmosfeer worden uitgestoten. Het geforceerde ventilatiesysteem moet zodanig zijn bemeten dat een maximaal mogelijk gasvolume verdund wordt tot een maximale gasconcentratie van 20% LEL in de installatieruimte.

De luchtinlaten en -uitlaten moeten elk de volgende minimale doorsneden hebben:

Gasopslagvolume	Dwarsdoorsnede
tot 100 m ³	700 cm ²
tot 200 m ³	1 000 cm ²
meer dan 200 m ³	2 000 cm ²

Deuren moeten naar buiten open gaan en moeten afsluitbaar zijn. De veiligheidsafstanden zoals omschreven in het gedeelte over het brandbeveiligingsconcept moeten in aanmerking worden genomen.



Organisatorische beschermingsmaatregelen

Controlemeting van de luchtkwaliteit is essentieel voorafgaand aan werk in gevaarlijke gebieden. Schriftelijke toestemming is vereist voor werkzaamheden waarbij gebruik wordt gemaakt van een open vlam.



Classificering van Ex-zones

De gaszak ligt op de grond en is beschermd tegen het weer door een vaste behuizing. De behuizing is rondom toegankelijk zelfs als de zak vol is.

In binnenruimten

- ▶ Constante ventilatie van de ruimte tussen de gaszak en de behuizing; doorstromingsbewaking en concentratiebewaking; installatie van een gasoverdrukbeveiliging en installatie van een lage-drukschakelaar.

Zone 2: Binnen de behuizing en binnen 3 m van alle openingen naar andere ruimten en in de nabijheid van openingen naar de open lucht, met uitzondering van de gasoverdrukbeveiliging. Aan de binnenkant, dezelfde zone als het aangesloten gassysteem.

- ▶ Natuurlijke ventilatie van de ruimte tussen de gaszak en de behuizing; installatie van een gasoverdrukbeveiliging en installatie van een lage-drukschakelaar.

Zone 1: in de behuizing

Zone 2: binnen 3 m van alle openingen. Aan de binnenkant, dezelfde zone als het aangesloten gassysteem.

Buiten

Zonering buiten is in wezen hetzelfde als in binnenruimten. De invloed van het weer buiten maakt het echter over het algemeen mogelijk om een zone met lagere eisen te definiëren dan die voor vergelijkbare situaties binnen of om de omvang van de zone te verminderen.

8. Vereisten voor substraathoudende delen van de biogasinstallatie



Technische beschermingsmaatregelen

Substraathoudende leidingen (inclusief aansluitingen, kleppen, flenzen, afdichtingen en transportapparatuur) in biogasinstallaties moeten lekdicht zijn en goed zijn bestand tegen de te verwachten mechanische, chemische en thermische invloeden tijdens de beoogde levensduur. Ze moeten in de lengterichting vastgezet en vorstbestendig zijn.

Leidingen moeten zodanig worden geïnstalleerd dat hun positie niet per ongeluk kan worden veranderd. Ze mogen niet worden gebruikt als dragers voor andere leidingen of ladingen en mogen niet aan andere leidingen worden bevestigd. Afneembare koppelingen en aansluitingen moeten als vaste punten worden geïnstalleerd. Voor leidingen moeten altijd geschikte materialen worden gebruikt (inclusief aansluitingen, kleppen, flenzen, afdichtingen en transportapparatuur); deze geschiktheid en de correcte fabricage moeten door de fabrikant worden gecontroleerd en gedocumenteerd overeenkomstig de betreffende technische regels.

Het materiaal voor elke pijp moet worden gekozen overeenkomstig de chemische eigenschappen van de substraten die erdoorheen stromen (eventueel rekening houden met mogelijke wijziging van ingevoerde materialen), de bedrijfstemperatuur en bedrijfsdruk. Afhankelijk van het toepassingsgebied kunnen metalen (staal, roestvrijstaal) en/of thermoplastische (PVC-U [niet ondergrondse drainagepijp], PE, PP) materialen in overweging worden genomen. Leidingen moeten worden beschermd tegen externe corrosie en UV-straling, indien van toepassing, afhankelijk van het materiaal en de installatielocatie. Leidingwerk moet zodanig worden gepland, ontworpen en geïnstalleerd dat het niet alleen voorafgaand aan de inbedrijfstelling maar ook periodiek kan worden gecontroleerd en getest (houd rekening met de testdruk; zorg voor alle noodzakelijke afsluiters voor tests).

Substraathoudende leidingen moeten worden berekend en ontworpen volgens de desbetreffende technische eisen. Alle krachten en invloeden die op het leidingwerk inwerken (bijv. variabele belastingen, belastingen op verbingsleidingen, trillingsspanning, drukstoten, wind/sneeuw) moeten in aanmerking worden genomen bij de berekening en het ontwerp van substraathoudende leidingen, alle leidingonderdelen en steunstructuren. Waar mogelijk moeten bovengrondse substraathoudende leidingen buiten verkeersgebieden en rangeerterreinen om worden geleid; als dit niet mogelijk is, moeten ze met botsbeveiligingen worden beschermd tegen mechanische schade.

De leidingen moeten worden gelegd en geïnstalleerd volgens de erkende normen van professioneel vakmanschap. Verbindingen moeten altijd worden aangelegd door specialisten die gekwalificeerd zijn voor het betreffende materiaal. Voor aansluitingen (naar leidingen en schachten/kanalen) dienen geprefabriceerde onderdelen te worden gebruikt. Leidingen moeten op een zodanige wijze op gebouwen worden aangesloten dat bijvoorbeeld verzakken geen nadelige invloed heeft op de lekdichtheid van de koppelingen. Wanddoorvoeren moeten leidingsystemen gebruiken die stevig in de muur zijn geïntegreerd en beveiligd om te voorkomen dat ze naar buiten worden gedrukt. De montagehandleiding die door de fabrikanten van de leidingen en wanddoorvoersystemen wordt geleverd, moet in acht worden genomen. Waar nodig moeten de leidingen worden vastgemaakt om te voorkomen dat ze eruit worden getild. Als het onmogelijk is om uit te sluiten dat de maximale bedrijfsdruk wordt overschreden, moeten er maatregelen worden genomen om excessieve druk in het leidingwerk te voorkomen. Om te voorkomen dat een tank onbedoeld kan leeglopen bij een defect aan een leiding die onder het vloeistofniveau is aangesloten op de tank, moet de leiding door middel van een afsluiter direct bij de tank kunnen worden afgesloten.

TIP: PVC-U leidingen

PVC is niet UV-bestendig en de schokweerstand is laag. Bij gebruik hiervan zijn correcte opslag en verwerking essentieel, dat wil zeggen het opvolgen van de betreffende instructies (bijv. de instructies van de fabrikant) bij het installeren en verwerken. Er moet bewijs worden geleverd dat de installateur over de vereiste deskundigheid beschikt. Koper is niet bestand tegen biogas; uit ervaring blijkt dat messing en brons geschikt zijn (commercieel verkrijgbare PVC-leidingen voor ondergrondse drainage zijn niet toegestaan omdat de drukbestendigheid ervan overeenkomt met maximaal slechts 500 hPa (0,5 bar)).

Leidingen inclusief alle bijbehorende apparatuur en flexibele verbindingen moeten een drukbestendigheid hebben van ten minste 1000 hPa (1 bar).

Over het algemeen moeten stalen leidingen worden gebruikt. Plastic leidingen kunnen buiten afgesloten ruimten worden gebruikt indien deze onder grondniveau worden gelegd en boven grondniveau als verbingsleidingen naar een opslagtank van kunststoffolie en als verbingsleidingen naar de vergister. Plastic leidingen moeten worden beschermd tegen mechanische en thermische schade en, indien nodig, tegen UV-straling.

Specifieke vereisten



Organisatorische beschermingsmaatregelen

Er moet een leidingschema worden opgesteld (inclusief de positie en de soort kleppen, aansluitingen, verbindingsleidingen en steunen) dat het materiaal en de grootte van de leidingen, het leidingtraject en de integratie van het leidingwerk in de biogasinstallatie laat zien.

Afsluiters, met name die op vulapparatuur, en andere afsluiters (inspectieopeningen, maar ook pompen) moeten worden beveiligd om onbevoegd openen te voorkomen.

De gebruiker moet door middel van visuele inspectie regelmatig alle zichtbare leidingen controleren op lekkage en moet de inspectie documenteren.

9. Vereisten voor gashoudende delen van de biogasinstallatie



Gasleidingen (en etikettering)

en bij hydraulische installaties zoals vergisters, condensatieschachten of andere structuren.

In gasleidingen die lopen naar verbruiksapparatuur zoals verwarmingsketels, gasfakkels en WKK-eenheden, moeten vlamdovers zo dicht mogelijk bij de eindgebruiksapparatuur worden gemonteerd en bediend.

Mof-spie-verbindingen die zelf niet in lengterichting krachtgesloten zijn, moeten tegen stoten worden beveiligd overeenkomstig de druk die ontstaat. De leidingverbindingen moeten in lengterichting krachtgesloten zijn.

Mechanische schade door verzakking (bijv. bij wanddoorvoeren) moet worden voorkomen door gebruik te maken van geschikte doorvoeren en de juiste verbindingen. Als het gas nat is, is het belangrijk ervoor te zorgen dat de leidingen tegen vorst zijn beschermd. Condensaatafvoleidingen moeten zodanig zijn ontworpen dat ze te allen tijde vorstbestendig en operationeel zijn. Leidingen die op de gasopslagtank aansluiten in de installatieruimte van de gasopslagtank, worden beschouwd als onderdeel van de gasopslagtank.



Technische beschermingsmaatregelen

Gashoudende onderdelen van de biogasinstallatie moeten worden beschermd tegen chemische, weergeerelateerde en – in kwetsbare gebieden – mechanische invloeden en schade (bijv. botsbescherming in gebieden waar voertuigen zich verplaatsen).

Gashoudende leidingen moeten voldoen aan de nationale eisen, met bewijs van correcte productie, geschiktheid voor biogas en lekdichtheid, bijvoorbeeld door fabrikantcertificering. Vereisten die voortvloeien uit constructieanalyse (wind, sneeuwbelasting, enz.) moeten in aanmerking worden genomen bij het kiezen van leidingmaterialen en het berekenen van overspanningen. De montage-instructies die door de fabrikanten van de leidingen en wanddoorvoeren worden verstrekt, dienen te worden nageleefd bij het leggen van leidingen door gebouwen (bijv. gas- en substraatleidingen)

Twee afsluitkleppen moeten in de gasleiding stroomopwaarts van elke motor worden geïnstalleerd. De kleppen moeten automatisch sluiten als de motor stopt. De tussenruimte moet regelmatig gecontroleerd worden op lekken. Als de toevoerleiding naar de motor een constante stroomopwaartse druk (> 5 mbar) heeft, zelfs wanneer de motor is gestopt, is automatische bewaking van de tussenruimte vereist.



Organisatorische beschermingsmaatregelen

Leidingen moeten zijn gelabeld om het getransporteerde medium en de stroomrichting aan te geven. Indien beschikbaar dienen de relevante nationale richtlijnen in dit opzicht te worden gevolgd.

De locatie van de gasleidingen die onder de grond liggen, moet worden aangegeven met waarschuwingsband voor gasleidingen. De geschiktheid van flexibele gashoudende verbindingstukken die bij de WKK-eenheid en de onderdelen van het laadluchtkoelsysteem behoren, moeten door de fabrikant van de WKK-eenheid worden gecertificeerd.

Aansluitpunten in gasleidingen voor niet-stationaire voorzieningen, zoals mobiele gasfakkels, moeten zijn voorzien van isolatiekleppen. De afsluitklep moet stroomopwaarts van de niet-stationaire voorziening worden geïnstalleerd, gezien in de richting van de gasstroom. Het moet mogelijk zijn om deze veilig te bedienen.



Classificering van Ex-zones

Gashoudende leidingen

- ▶ Leidingen die biogas transporteren (technisch lekdicht); periodieke inspectie van installatieonderdelen op lekkage.
Dezelfde zone als aangesloten installatieonderdelen.
- ▶ Leidingen die biogas transporteren (technisch lekdicht); periodieke inspectie van installatieonderdelen op lekkage, maar een potentieel explosieve atmosfeer kan ontstaan in aangesloten installatieonderdelen. Uitbreiding van potentieel explosieve atmosferen naar de leidingen wordt voorkomen door automatische insluiting van het aangesloten gassysteem.
Dezelfde zone als aangesloten installatieonderdelen.

10. Vereisten voor condensaat bakken



Technische beschermingsmaatregelen

Het moet mogelijk zijn om condensaatbakken eenvoudig en veilig te inspecteren en te onderhouden, zonder in schachten of putten te hoeven klimmen. Permanent bevestigde klimijzers zijn niet toegestaan, tenzij de schacht van de condensaatbak geforceerde-luchtventilatie heeft. Bovendien is de toegang tot deze schachten alleen toegestaan na een controlemeting van de luchtkwaliteit.

Het ontwerp van de bak en de onderhoudsmaatregelen moeten ervoor zorgen dat vrijkomen van gas in alle bedrijfs-toestanden wordt voorkomen. Condensaatafvoerleidingen moeten zodanig zijn ontworpen dat ze te allen tijde vorstbestendig en operationeel zijn.

Afdichtingssystemen onder druk moeten zodanig zijn ontworpen dat de afdichtingsvloeistof niet kan ontsnappen wanneer het systeem wordt geactiveerd maar in plaats daarvan automatisch terugstroomt. Het vulniveau van de vloeibare afdichting komt ten minste overeen met een druk van 15 hPa (150 mm waterkolom of 15 mbar) boven de maximale responsdruk van veiligheidsapparatuur en wordt gecontroleerd met behulp van meetinstrumenten.



Organisatorische beschermingsmaatregelen

Vereisten voor alleen werken worden genomen (zie paragraaf over beschermingsmaatregelen).



Classificering van Ex-zones

In binnenruimten

- ▶ Vrijkomen van gas wordt voorkomen door gebruik te maken van gesloten afvoersystemen, bijv. sloten met vergrendelde dubbele afsluitkleppen; ruimten met natuurlijke ventilatie.
Geen zone nodig.
- ▶ Als er aftapkranen aanwezig zijn of open waterafdichtingen, kan er een gevaarlijke explosieve atmosfeer ontstaan als gevolg van een gebruikersfout, perforatie of uitgedroogde waterafdichtingen. Afvoer naar afgesloten ruimten; ruimte met technische ventilatie.
Zone 2: hele ruimte
- ▶ Als er aftapkranen aanwezig zijn of open waterafdichtingen kan er een gevaarlijke explosieve atmosfeer ontstaan als gevolg van een gebruikersfout, perforatie of uitgedroogde waterafdichtingen. Afvoer naar afgesloten ruimten; ruimte met natuurlijke ventilatie.
Zone 1: hele ruimte
Zone 2: 1 m rond openingen in gesloten ruimte

Buiten

- ▶ Aftapkranen buiten, of binnen geïnstalleerde leidingen van condensaatafscheiders die buiten eindigen.
Zone 1: 1 m rond uitlaatmondstuk
Zone 2: nog 2 m rond het uitlaatmondstuk

Specifieke vereisten

11. Vereisten voor overdruk- en onderdrukbeveiliging



BRON: MT ENERGIE

Overdruk- en onderdrukbeveiliging op een vergister



Technische beschermingsmaatregelen

Ledere gasdichte tank moet zijn uitgerust met ten minste één beveiliging om te voorkomen dat de druk boven of onder de ingestelde grenzen valt. Wanneer nodig moet vrijgegeven gas veilig worden afgevoerd. Een aparte lage-drukmonitor in het gassysteem of een soortgelijke maatregel moet worden gebruikt om ervoor te zorgen dat de gasverbruikende installaties of het verwijderen van substraat-/vergiftingsproduct veilig worden gestopt voordat de onderdruksbeveiliging wordt geactiveerd en een alarmsignaal wordt afgegeven. Als er overdruk in het gassysteem aanwezig is (gasopslag, leidingen etc.), moet een alternatieve gasverbruiker (bijv. gasfakkel) de ongecontroleerde vrijgave van biogas voorkomen (zie paragraaf vereisten voor gasfakkels). Er mogen geen mogelijkheden zijn om de toevoer in de toevoerleiding naar de overdruk- en onderdrukbeveiliging af te sluiten. De over- en onderdrukbeveiliging moet vorstbestendig zijn.

Het moet mogelijk zijn om de overdruk- en onderdrukbeveiliging gemakkelijk en veilig te inspecteren en onderhouden (trappen in plaats van een ladder).

Schuimen van het substraat in de vergister of tank is een gebruiksfout en kan een nadelige invloed hebben op de functionaliteit van de overdruk- en onderdrukbeveiligingen. Dit moet worden voorkomen door technische en organisatorische maatregelen. Defecten/schade door schuimvorming moeten worden voorkomen door bijvoorbeeld een drukaflaatsysteem of voldoende opslagruimte.

De geschiktheid van de overdruk- en onderdrukbeveiliging is gebaseerd op een verifieerbare berekening en functionele be-

schrijving. Als het apparaat is ontworpen om ondergedompeld te werken, mag de vloeistoftank niet leeg raken, uitdrogen of bevriezen. Vloeibare afdichtingen die worden gebruikt als beveiliging moeten zodanig zijn ontworpen dat de afdichtingsvloeistof automatisch terugstroomt bij overdruk of onderdruk. De automatische afsluiting van overdruk- en onderdrukbeveiliging moet ook worden gewaarborgd voor mechanische en hydraulische systemen.

Gas dat bij overdruk vrij komt moet veilig naar de boven- of zijkant worden afgevoerd. De afvoerleidingen van de overdruk- en onderdrukbeveiliging moeten leiden naar een eindpunt ten minste 3 m boven de grond of het bedrijfsniveau en 1 m boven het dak of de rand van de gasopslag, of op ten minste 5 m afstand van gebouwen en de openbare weg.



Organisatorische beschermingsmaatregelen

Overdruk- en onderdrukbeveiliging moeten worden gecontroleerd overeenkomstig de onderhoudsplannen (zie paragraaf over inspecties en tests).



Classificering van Ex-zones

Een Ex-zone moet worden aangewezen rond de opening van de afvoerleiding, afhankelijk van de frequentie en de duur van het vóórkomen van een potentieel explosieve atmosfeer. Algemene vereisten:

- ▶ De uitlaat van de overdruk- en onderdrukbeveiliging is ten minste 3 m boven het bedieningsplatform (inspec-

tieniveau) en 1 m boven de bovenrand van de gasopslag met een afvoercapaciteit van maximaal 250 m³/u; ongehinderde, veilige uitstroom naar boven of aan de zijkant. De overdruk- en onderdrukbeveiliging wordt regelmatig (dagelijks) gecontroleerd om goed functioneren te waarborgen.

Geen zonering nodig.

- ▶ Beperking respons van overdruk- en onderdrukbeveiliging en beperking van emissie, door automatische gasniveaubewaking voor gebruik met restvolumereserve of belastingafhankelijk verbruik, bijv. WKK-eenheid met reservevermogen, en verbranding door extra en voortdurend beschikbare gasverbruikende installatie voordat de overdruk- en onderdrukbeveiliging reageert.

Zone 2: 3 m rond de afvoeropening

- ▶ Beperking respons van overdruk- en onderdrukbeveiliging en beperking van emissie, door automatische gasniveaubewaking voor gebruik met restvolumereserve of belastingafhankelijk verbruik, bijv. WKK-eenheid met reservevermogen, en verbranding door extra en voortdurend beschikbare gasverbruikende installatie voordat de overdruk- en onderdrukbeveiliging reageert, *maar niet al deze maatregelen kunnen worden geïmplementeerd:*

Zone 1: 1 m

Zone 2: een verdere 2 m rond de afvoeropening van de overdrukbeveiliging.

12. Vereisten voor gaszuivering

Biogas wordt normaal gesproken onderworpen aan een voorreiniging voorafgaand aan gebruik. Naast fijne filters gaat dit bijna altijd om het gebruik van ontzwavelingssystemen.

12.1. Interne ontzwaveling door de toevoer van lucht naar gasruimten in de vergister



Technische beschermingsmaatregelen

Als ontzwaveling wordt uitgevoerd door lucht naar gasruimten in de vergister te sturen, moet de toegevoegde lucht ruimtelijk evenredig verdeeld zijn, zodanig dat zelfs als het stroomcontrolesysteem defect is, het niet mogelijk is om een totale volumetrische stroom van meer dan 6% van het binnen dezelfde periode geproduceerde biogas te verpompen. In de toevoerleiding naar de gasruimte is een terugstroombeveiliging (terugslagklep) zo dicht mogelijk bij de gasruimte vereist. Behalve een afsluiter mag er geen andere apparatuur tussen de terugslagklep en de gasruimte aanwezig zijn. De ruimte tussen de terugslagklep en de doseerpomp moet afblazen naar een veilige buitenlocatie als de pomp stopt en als er gevaar bestaat dat gas in een binnenruimte komt.



Organisatorische beschermingsmaatregelen

Regelmatige controle van het zuurstofgehalte door het meten van de volumetrische zuurstofstroom en controle van de gasopbrengst of regelmatige meting van het zuurstofgehalte met behulp van gasanalyseapparatuur.



Classificering van Ex-zones

- ▶ Lucht toegevoerd in de vergister. Leidingdoorvoeren door het omhulsel van de vergister permanent technisch lekdicht. Luchttoevoer beschermd tegen terugstroom door ruimtelijk verdeelde toevoer; volume lucht max. <6% van volume biogas_{nominaal}. Beperking van de volumetrische luchtstroom wordt gewaarborgd door technische middelen, bijv. maximale compressorcapaciteit.
- Zone 0:** alleen in de nabijheid van de luchttoevoeringen en aangrenzende zone van het gassysteem.

12.2. Interne ontzwaveling door toevoeging van ijzerverbindingen

Als ontzwaveling wordt uitgevoerd door ijzerverbindingen (bijv. ferrochloride) aan de vergister toe te voegen, dienen de instructies van de fabrikant volgens het veiligheidsinformatieblad te worden opgevolgd. Aangezien ijzerverbindingen vaak een corrosief effect hebben, moeten de materialen die daarmee in aanraking komen, daartegen bestand zijn.

12.3. Ontzwaveling door middel van ijzerhoudende materialen of geactiveerde koolstof in een nageschakelde installatie

Ijzerhoudende materialen of geactiveerde koolstof worden vaak gebruikt voor de ontzwaveling van biogas in een nageschakelde installatie. Deze materialen zijn in staat om zwavelverbindingen af te vangen. Er is een risico op spontane ontbranding wanneer deze filtermedia worden verwijderd en geregenereerd.

Specifieke vereisten



Technische beschermingsmaatregelen

Om de functionele capaciteit van de geactiveerde koolstof of andere materialen te allen tijde te kunnen beoordelen, ook tijdens bedrijf, wordt het sterk aanbevolen om geschikte bewakingssystemen (bijvoorbeeld gasanalyseapparatuur) te installeren.



Organisatorische beschermingsmaatregelen

Als het gebruik van ijzerhoudende materialen of geactiveerde koolstof onvermijdelijk is, moeten nul-emissie- of lage emissiesoorten worden gekozen (bijvoorbeeld gepelletiseerde of gecoate producten in plaats van poedervormige producten).



Classificering van Ex-zones

Omgeving van nageschakelde ontzwavelingseenheden (buiten vergisters)

Buiten

- ▶ Ontzwavelingssysteem technisch lekdicht.
Geen zonering nodig, tenzij in de instructies van de fabrikant een andere classificatie van zones wordt gespecificeerd.

In binnenruimten

- ▶ Ontzwavelingssysteem technisch lekdicht.
Zone 2: hele ruimte

13. Vereisten voor gasanalyse

In de praktijk worden verschillende gasanalysesystemen gebruikt, waarbij onderscheid wordt gemaakt tussen mobiele en vaste systemen en tussen handmatige en geautomatiseerde systemen. De volgende gasbestanddelen worden regelmatig gedetecteerd: CH₄, CO₂, H₂S en O₂.



Organisatorische beschermingsmaatregelen

Regelmatig onderhoud en kalibratie van de gasanalysesystemen wordt aanbevolen in overeenstemming met de instructies van de fabrikant.



Technische beschermingsmaatregelen

Het gemeten gas moet naar de open lucht worden afgevoerd of worden teruggevoerd naar de gasstroom. Een andere mogelijkheid is dat een systeem voor geforceerde ventilatie wordt geïnstalleerd met een minimale luchttoevoer die zorgt voor voldoende verdunning van de maximaal mogelijke gasvolumes of dat de gasfaciliteit wordt verplaatst naar de installatieruimte van de WKK-eenheid.



Classificering van Ex-zones

- ▶ Na gasanalyse wordt het gas van de analysator naar de open lucht afgevoerd.
Zone 2: in de buurt van de afvoeropening.
- ▶ Technisch lekdichte gasanalyseapparatuur in combinatie met adequate organisatorische maatregelen in combinatie met regelmatige lekkagecontroles en voldoende ventilatie in de ruimte.
Geen zonering nodig, tenzij in de instructies van de fabrikant een andere classificatie van zones wordt gespecificeerd.

14. Vereisten voor apparaten en veiligheidsapparatuur die worden blootgesteld aan gas

In biogasinstallaties bevinden zich diverse apparaten en veiligheidsapparatuur die worden blootgesteld aan gas, waaronder:

- ▶ Overdruk- en onderdrukbeveiliging
- ▶ vlamdover
- ▶ afsluiter
- ▶ monsternamekraan
- ▶ afsluitklep
- ▶ vuilafscheider
- ▶ enz.



Technische beschermingsmaatregelen

Apparaten, veiligheidsapparatuur en aan gas blootgestelde installatieonderdelen moeten zodanig worden geïnstalleerd dat ze vorstbestendig zijn volgens de nationale richtlijnen en moeten worden gecontroleerd op lekkages. Ze moeten ook voldoende bestand zijn tegen media, corrosie en druk.



Organisatorische beschermingsmaatregelen

Kleppen en apparaten moeten veilig kunnen worden bediend. Apparaten die worden gebruikt voor gasafname moeten worden beveiligd tegen onbevoegde en onbedoelde opening, bijvoorbeeld door de handgreep te vergrendelen.

In de werk-/gebruiksaanwijzingen moet worden aangegeven dat veiligheidsapparatuur na een bedrijfsonderbreking en met regelmatige tussenpozen bij normale bedrijfsmatige omstandigheden moeten worden gecontroleerd, rekening houdend met de instructies van de fabrikant.

15. Vereisten voor gasfakkels

Om te voorkomen dat klimaat-schadelijk methaan vrijkomt, eisen verschillende nationale richtlijnen dat biogasinstallaties alternatieve gasverbruikende faciliteiten hebben (thermisch gebruik). Vaak worden affakkelsystemen voor dit doel gebruikt. Er zijn verschillende soorten fakkels, die in wezen kunnen worden verdeeld in drie categorieën: open fakkels; fakkels met omsloten vlam ($> 850\text{ }^{\circ}\text{C}$) en hoge-temperatuur-fakkels met omsloten vlam ($> 1\,000^{\circ}\text{C}$).



Technische beschermingsmaatregelen

Gasfakkelsystemen die zijn bestemd om te worden gebruikt als alternatieve gasverbruikende installatie, moeten continu werken en moeten het maximale volume van de biogasproductie aankunnen. Het gasfakkelsysteem wordt doorgaans aangestuurd door het vulniveau van de gasopslag, ofwel op basis van druk of via een extern signaal. De lengte van de ontstekingsintervallen moet worden gewaarborgd door een goedgekeurde regeltechniek. Elk gasfakkelsysteem moet een veiligheidsklep hebben (langzaam openen/snel sluiten, normaal gesloten), waardoor een ongecontroleerde luchtstroom in het gassysteem van de biogasinstallatie op betrouwbare

wijze wordt voorkomen. De snelsluitfunctie wordt in minder dan een seconde uitgevoerd. Het gasfakkelsysteem moet voldoen aan de algemene vereisten voor installatieonderdelen die worden blootgesteld aan gas (met name technisch lekdicht, corrosiebestendig en vorstbestendig – inclusief condensaatafvoerleiding – conform de explosie-veiligheidseisen). Gasfakkels moeten zijn uitgerust met een vlamdover (DIN EN ISO 16852). Deze dient zo dicht mogelijk bij de eindgebruiksapparatuur gemonteerd te zijn.

Let op de hittebestendigheid van de gebruikte materialen hiervoor moet informatie van de fabrikant of een beoordelingscertificaat beschikbaar zijn. De



Gasfakkel

Specifieke vereisten



Gasfakkel

benodigde minimale gastoevoerdruk (stromingsdruk) voor de gasfakkel moet voor elk gasfakkelsysteem zijn afgestemd tussen de fabrikant en de gebruiker. Onvoldoende gastoevoerdruk kan leiden tot het doven van de vlam, vooral als het minder is of in andere speciale bedrijfssituaties (grote fluctuaties in het vulniveau van de gasopslag). Bij automatische gasfakkelinstallaties wordt aanbevolen om een minimale inschakeldruk van 10 hPa (0,01 bar) te waarborgen. Indien het niet mogelijk is om voldoende gastoevoerdruk tot stand te brengen stroomopwaarts van het gasfakkelsysteem, moet passende apparatuur worden aangebracht die dit kan corrigeren (bijv. gasdrukversterker, drukhoudende klep).

Voor noodgevallen en onderhoudswerkzaamheden buiten moet de gastoevoer naar de gasfakkelinstallaties handmatig zo dicht mogelijk bij de installatieplaats van de verbruiksapparatuur kunnen worden uitgeschakeld. De open en gesloten posities moeten herkenbaar of gelabeld zijn.

Het moet mogelijk zijn om gasfakkelsystemen voldoende veilig te bedienen, bijvoorbeeld onafhankelijk van de stroom-

voorziening van het elektriciteitsnet (los van het stroomnet, bijvoorbeeld door een accu, noodstroomvoorziening of andere organisatorische maatregelen van de gebruiker), zodat het vrijkomen van onverbrand biogas wordt voorkomen. Gasfakkelinstallaties moeten zodanig worden opgesteld en gepositioneerd dat gassen, vlammen of hete onderdelen geen bedreiging vormen voor personen. Het gasfakkelsysteem moet op zodanige wijze worden opgesteld dat de vlam wordt weggeblazen van de gasopslagtank, drukaflaatsystemen, gebouwen en openbare wegen wanneer de wind uit de heersende richting komt.

De uitlaatgassen uit de gasfakkel moeten boven dakniveau worden afgevoerd met vrije uitstroom of via een afvoerleiding die ten minste 5 meter van gebouwen en de openbare weg moet liggen en ten minste 3 meter boven de grond moet eindigen.



Organisatorische beschermingsmaatregelen

De gasfakkel moet met regelmatige tussenpozen worden gecontroleerd op lektheid en correcte werking van de veiligheids- en bewakingsapparatuur. De instructies van de fabrikant voor inbedrijfstelling, gebruik en onderhoud dienen te worden gevolgd.



Classificering van Ex-zones

- ▶ Het ontsnappen van gas naar het omliggende gebied als de vlam niet brandt, wordt voorkomen door een automatische afsluiter gekoppeld aan een automatisch bediende ontsteking en vlambewaking (auto-ontsteking). Een geschikte vlamdover is gemonteerd in de gasleiding voor de fakkel.
Geen zone nodig.

16. Vereisten voor procescontrolesysteem/instrumentatie- en controlesysteem (I & C)



Technische beschermingsmaatregelen

Controlesystemen met veiligheidsfuncties moeten "fail-safe" zijn ontworpen, tenzij ze worden ondersteund door een redundant systeem, bijvoorbeeld een mechanisch overdrukbeveiliging om te beschermen tegen overdruk of een overloop om te beschermen tegen overvulling.

Bij storing van de hulpstroom (elektriciteit, hydraulische of pneumatische toevoer naar de biogasinstallatie), veiligheidsstop of bediening van de noodstop-schakelaar, moet de instal-

latie of relevante onderdelen van de installatie overschakelen naar een veilige toestand. De veilige toestand kan worden bereikt door middel van regeltechnische maatregelen, hydraulische maatregelen of mechanische maatregelen.

Voorbeelden:

- ▶ Sluiten van automatische gaskleppen buiten de installatieruimte van de WKK-eenheid
- ▶ Uitschakelen van relevante gascompressors

- ▶ Ontkoppelen van alle niet-explosiebeveiligde onderdelen in installatieruimten blootgesteld aan gas (WKK-eenheid, gaszuivering, enz.)
- ▶ Sluiten van de kleppen, zodat het substraat niet terug kan stromen in het toevoersysteem (bijv. voorvergisterput, stalruimte)
- ▶ Externe toevoerfaciliteiten moeten kunnen worden uitgeschakeld bij defecten aan het systeem, om overvulling te voorkomen
- ▶ Een daling van het vulniveau mag niet leiden tot het ongecontroleerd ontsnappen van gas, bijvoorbeeld uit het toevoersysteem

De meest recente toepasbare norm voor elektrische apparatuur van machines en het equivalent voor veiligheidsgerelateerde onderdelen van besturingssystemen moet worden gebruikt voor het ontwerpen van veiligheidsgerelateerde onderdelen van het controlesysteem. Een gevaar- en risicoanalyse moet worden uitgevoerd volgens de nationale richtlijnen.



Organisatorische beschermingsmaatregelen

De eisen voor veilig functioneren van apparatuur voor instrumentatie en controle (I & C) met een veiligheidsfunctie moeten op basis van een gevaaranalyse worden bepaald, vastgesteld en gedocumenteerd.

17. Vereisten voor elektrotechniek

17.1. Potentiaalvereffening

De relevante nationale voorschriften gelden voor alle elektrische installaties en schakelapparatuur.

Om te voorkomen dat er potentiaalverschillen ontstaan, moeten alle elektrisch geleidende installatieonderdelen met elkaar en met de aardleiding en de potentiaalvereffening verbonden zijn.

TIP

Het is altijd aan te raden om de elektrische installaties te laten controleren door een gekwalificeerde elektricien, voorafgaand aan de inbedrijfstelling en met regelmatige tussenpozen. Voor nadere informatie verwijzen wij u naar het gedeelte over inspecties en tests.



Technische beschermingsmaatregelen

De volgende beschermingsmaatregelen moeten worden genomen om potentiaalverschillen te voorkomen:

- ▶ Kabeldoorvoeren en -wartels moeten geschikt zijn voor de respectievelijke ontstekingsbeveiligingstypes. Daarnaast moeten elektrische installaties zodanig worden ontworpen en elektrische apparatuur gemonteerd en geïnstalleerd om eenvoudig toegang te verkrijgen voor inspectie, testen en onderhoud.
- ▶ Elektrische kabels en snoeren moeten apart van leidingen worden gelegd, met uitzondering van elektrische warmtekabelsystemen. Elektrische installaties moeten zo worden ontworpen dat de effecten van elektromagnetische velden tot een veilig niveau worden beperkt.

- ▶ Gevaarlijke ophopingen van elektrisch geleidend stof in of op elektrische apparatuur moeten vermeden worden, bijvoorbeeld door middel van verhoogde stofbestendigheid van apparatuur.
- ▶ Geschikte maatregelen moeten worden genomen om te voorkomen dat via kabels en leidingen ontstekingsbronnen worden geïntroduceerd in gevaarsgezoneerde gebieden. Kabels en leidingen moeten in gezoneerde gebieden zonder onderbrekingen worden gelegd. Indien dit niet mogelijk is, moeten de aansluitingen worden aangebracht in behuizingen met een beschermingssoort die geschikt is voor de zone of ze moeten met behulp van geschikte aansluitdozen worden bevestigd.
- ▶ Ontladingen van statische elektriciteit moeten vermeden worden als deze effectieve ontstekingsbronnen kunnen zijn.
- ▶ Hoge-ladinggenererende processen leiden tot zulke hoge ladingniveaus dat ontladingen spontane ontstekingen kunnen veroorzaken. Het gebruik van objecten of uitrusting gemaakt van isolatiematerialen moet in gevaarlijke gebieden vermeden worden. Als objecten of uitrusting gemaakt van geleidende of absorberende materialen niet kunnen worden gebruikt, moeten maatregelen genomen worden om gevaarlijke ladingen te voorkomen.

TIP

Mogelijke maatregelen omvatten geleidende of absorberende coatings, geleidende draden in textiel, beperking van oppervlaktegebieden of betrouwbare effectieve organisatorische maatregelen.

Specifieke vereisten



Organisatorische beschermingsmaatregelen

De gebruiker van de installatie moet ervoor zorgen dat de enige personen die toegang hebben tot het gevarengedebied van elektrische installaties, personen zijn die op grond van hun professionele opleiding, kennis en ervaring in staat zijn om de elektrische gevaren te identificeren en de nodige gezondheids- en veiligheidsmaatregelen te treffen en dat andere personen zich alleen in het gevarengedebied mogen begeven wanneer ze vergezeld gaan van personen zoals hierboven beschreven.

De gebruiker moet ook ervoor zorgen dat alle gebruikte elektrische installaties en uitrusting geschikt zijn voor belasting die de operationele omstandigheden en milieuomstandigheden op de werkplek met zich meebrengen.

17.2. Beschermende maatregelen in geval van stroomuitval

Als onderdeel van een gevaaranalyse is het belangrijk om voor elke afzonderlijke biogasinstallatie een zo uitgebreid mogelijke lijst van potentiële gevaren te maken en de noodzakelijke beschermende maatregelen te bepalen die daaruit voortvloeien voor elke specifieke situatie. In het volgende wordt de nadruk gelegd op de resulterende gevaren en de noodzakelijke tegenmaatregelen die moeten worden genomen in geval van een storing van het openbare stroomnet.



Technische beschermingsmaatregelen

Om een noodstroomvoorziening voor de biogasinstallatie te kunnen waarborgen, is de eerste vereiste fouttolererende installatie (bijv. veilig voor overstromingswater en voor straat als dat binnen de omringende muur vrijkomt).

Daarnaast moet de elektrische installatie van de biogasinstallatie gecontroleerd worden op 'snelle activering' van de roerwerken en andere belangrijke componenten. In dit verband moet ook rekening worden gehouden met stroomstoringen veroorzaakt door onweersbuien, bijvoorbeeld: als belangrijke componenten zoals de programmeerbare logische controller (PLC), frequentieomvormer, 24-volt voedingseenheden of noodstoprelais niet snel kunnen worden gestart moeten verdere maatregelen worden genomen. In een ideale situatie kunnen roerwerken en andere belangrijke componenten parallel met het installatieregelsysteem worden gestart met behulp van een eenvoudige installatie zonder PLC en frequentieomvormers (bijv. alleen met stekker en motorbeveiliging).

In relatief grote biogasinstallaties met verschillende onderdelen (zoals gasverwerkingssystemen) worden de gasfakkelsystemen niet noodzakelijkerwijs geregeld en gevoed door de biogasinstallatie. In dergelijke gevallen dient te worden

onderzocht hoe het gasfakkelsysteem door middel van 'eenvoudige' middelen in bedrijf kan worden genomen bij een volledig stroomstoring.

Om een betrouwbare energietoevoer te kunnen garanderen, is het ook van groot belang om het vermogen te bepalen dat nodig is om de essentiële processen in stand te houden. Dit omvat:

- ▶ Vaststellen van alle processen die moeten blijven draaien als er een stroomstoring optreedt
- ▶ Bepalen hoe lang de noodzakelijke processen moeten blijven draaien om te voorkomen dat er gevaar ontstaat
- ▶ Bepalen van de stroomvraag waaraan moet worden voldaan door een noodstroomvoorziening (UPS):
 - ▷ informatietechnologie
 - ▷ alarmsystemen
 - ▷ telecommunicatie
 - ▷ veiligheidsverlichting, enz.
- ▶ Bepalen van de totale hoeveelheid vermogen die nodig is om bedrijfskritische processen in gang te houden:
 - ▷ informatietechnologie (al het bovenstaande)
 - ▷ systeemregeling
 - ▷ roerwerken
 - ▷ gasverbruikende apparatuur (indien van toepassing inclusief compressor)
 - ▷ verlichting

Het kiezen van de juiste noodstroomstrategie is ook belangrijk. Verschillende opties worden weergegeven in tabel 6.



Organisatorische beschermingsmaatregelen

Er moet rekening gehouden worden met een aantal aanvullende organisatorische maatregelen om de noodstroomvoorziening te waarborgen.

Opstellen van een noodplan voor stroomuitval, bestaande uit:

- ▶ organogram (organisatiestructuur)
- ▶ bepalen van verantwoordelijkheden en aansprakelijkheden, inclusief telefoonnummers en met name afspraken voor oproepdiensten en de daarbij behorende taken en bevoegdheden
- ▶ taakomschrijving
- ▶ alarmniveaus en besluitvormingskanalen (organisatorische procedures)
- ▶ bepalen welke werkplekken kunnen worden gebruikt en welke werkplekken zijn blootgesteld aan risico's (bijv. overdruk- en onderdruksbeveiligingsapparaat).

Tabel 6: Voordelen en nadelen van diverse noodstroomstrategieën

	Voordelen	Nadelen
Vaste noodstroomvoorziening met eigen brandstofopslag	▶ Beschikbaarheid ▶ Mogelijkheid van automatische start ▶ Minder kans op fouten bij inbedrijfstelling	▶ Regelmatig onderhoud vereist
Mobiele noodstroomvoorziening met eigen voorraad brandstof	▶ Kan ook voor andere doeleinden gebruikt worden gedurende korte (!) perioden	▶ Meestal kleiner dan vaste voorzieningen ▶ Vereist basiskennis elektronica (vereist een groter aantal handmatige schakelprocedures) ▶ Grotere werkbelasting bij het opstellen in een noodgeval in vergelijking met een vaste noodstroomvoorziening (de voorziening ophalen en met kabels aansluiten op de biogasinstallatie)
Mobiele noodstroomvoorziening aangedreven door tractor (aftakas)	▶ Hoog niveau van beschikbaarheid ▶ Lagere kosten	▶ Vereist nog meer basiskennis elektronica (draaiveld? max. beschikbaar vermogen? potentiaalvereffening? stabiliteit stroomstroomstroom, enz.) en vereist een groter aantal handmatige schakelprocedures ▶ Een nog grotere werkbelasting bij het opstellen in een noodgeval dan bij een mobiele noodstroomvoorziening (het ophalen van de voorziening, de kabels en de tractor) ▶ Tractor moet geschikt zijn voor de voorziening (correcte aftakas, correcte draaisnelheid, voldoende vermogen)

Daarnaast moeten medewerkers regelmatig instructies en voorlichting ontvangen, met schriftelijk bewijs, en oefeningen houden die betrekking hebben op specifieke gevaarlijke situaties. De ervaring die wordt opgedaan, moet in de noodstrategie worden opgenomen.

Inspectie- en onderhoudsplannen moeten regelmatig worden bijgewerkt. Het is ook belangrijk regelmatig te controleren of het ontwerp van de noodstroomvoorziening en de noodstroomvoorziening (UPS) voldoet aan de huidige capaciteits- en kwaliteitsbehoeften. Bovendien zijn regelmatige controles/functionele testen van de brandstof vereist.

De brandstofkwaliteit van met name diesel kan verminderen door weersomstandigheden en veroudering.

Het is ook erg belangrijk om een reeks gebruiks- en onderhoudsaanwijzingen samen te stellen (inclusief aanwijzingen voor de inzet van noodstroom en oefeningen). Bij de inzet van een noodstroomvoorziening moet worden nagegaan of alle beoogde lasten stroom krijgen (met behulp van een voorbereide checklist, inclusief telefoonverbinding). Voor dit doel dient een persoon te worden die verantwoordelijk is voor de werking en het onderhoud van de noodstroomvoorziening. De locatie van de voorziening moet worden gespecificeerd en

beveiligd. Toegang tot mobiele noodstroomapparaten moet zonder belemmering mogelijk zijn. Wanneer een apparaat in gebruik wordt genomen, moet een daarvoor opgeleide electricien aanwezig zijn voor een eerste test met geïsoleerde werking of een noodstroomeoefening. De noodstroomvoorziening moet goed geaard zijn om te voorkomen dat de aardlekschakelaars worden uitgeschakeld. De etikettering van de schakelkast moet eenvoudig te begrijpen zijn.

Als de noodstroomvoorziening mogelijk wordt gebruikt voor meer dan één bedrijf/type bedrijf:

- ▶ zorg ervoor dat bij exploitatie in noodgevallen elke aangesloten gebruiker ten minste de minimale hoeveelheid energie die vooraf is vastgesteld uit de noodstroomvoorziening kan betrekken;
- ▶ breng technische voorzieningen aan en waarborg daarmee dat bij exploitatie in noodgevallen elke aangesloten gebruiker alleen de maximale hoeveelheid energie die vooraf is vastgesteld uit de noodstroomvoorziening kan betrekken.

18. Vereisten voor bliksembeveiliging

Bliksembeveiliging bij biogasinstallaties moet worden geregeld in overeenstemming met de nationale voorschriften en het regionale risico van blikseminslag. Er is een fundamenteel verschil tussen externe en interne bliksembeveiliging. Interne bliksembeveiliging dient om storingsschade binnen de installatie te voorkomen. Externe bliksembeveiliging door bliksemafleiders dient om blikseminslagen weg te geleiden die de beveiligde installatie anders direct zouden raken.



Technische beschermingsmaatregelen

Biogasinstallaties moeten minimaal een interne bliksembeveiliging hebben. Daarvoor zijn een overspanningsbeveiliging (interne bliksembeveiliging) en consistente potentiaalvereffening nodig voor de elektrische installatie en de voorzieningen voor elektronische regeling, dataverwerking en telecommunicatie. Ervaring tot op heden wijst erop dat externe bliksembeveiliging (onderscheppingsapparatuur, overspanningsbeveiliging, aardingssysteem enz.) in het algemeen niet nodig is.



Organisatorische beschermingsmaatregelen

Bij de bouw en exploitatie van de biogasinstallatie moet in de gevaaranalyse rekening worden gehouden met bliksembeveiliging.



Verdere informatie over bliksembeveiliging vindt u in de norm DIN EN 62305.

19. Vereisten voor ruimten met substraat- en/of gashoudende installatieonderdelen

Ruimten met substraat- en/of gashoudend installatieonderdelen omvatten de installatieruimte van de WKK-eenheid, pompruimte, enz.



Technische beschermingsmaatregelen

Algemene vereisten

In het algemeen moeten onderhouds- en bedieningsstations en de regelingen van kleppen, roerwerken, pompen en spoelapparatuur altijd boven de grond liggen. Indien dit niet mogelijk is, moet voldoende technische ventilatie met ten minste vijf luchtverversingen per uur toegepast worden.

Vereisten voor installatieruimten voor de WKK-eenheid

Als het niet mogelijk is om te waarborgen dat alle gashoudende installatieonderdelen in de installatieruimten van de WKK-eenheid permanent technisch lekvrij zijn, moeten ontstekingsbronnen vermeden worden en indien van toepassing ATEX zonering worden aangewezen. ATEX zones in de installatieruimten kunnen worden beperkt of vermeden door aanvullende maatregelen te nemen, zoals een geforceerd

ventilatiesysteem met bewaking van de luchtstroom of een gasdetectieapparaat gekoppeld aan ventilatie.

Afhankelijk van de aard van het gas moet het gasdetectieapparaat boven of in de buurt van mogelijke bronnen van vrijkomend gas worden gemonteerd, rekening houdend met de effecten van het ventilatiesysteem in zijn verschillende bedrijfstoestanden. De evaluatie-eenheden moeten buiten de gemonitorde ruimte worden geïnstalleerd.

Het geforceerde ventilatiesysteem moet zodanig zijn bemeaten dat een maximaal mogelijk gasvolume verdund wordt tot een maximale gasconcentratie van 20% LEL in de installatieruimte.

Bij een alarmprempe van 20% LEL (0,9% v/v CH₄) in de ruimte dient de respons visuele en hoorbare waarschuwingen en luchtinlaat of extractie bij 100% vermogen te zijn. Bij bijvoorbeeld 40% LEL (1,8% v/v CH₄) in de ruimte moet de reactie visuele en hoorbare waarschuwingen, luchtinlaat of extractie bij 100% vermogen en automatische uitschakeling van de gasvoorziening buiten de installatieruimte zijn.

Het gasdetectieapparaat blijft werken nadat de tweede alarmdrempel overschreden is, d.w.z. het wordt niet uitgeschakeld.

Als er een technisch ventilatiesysteem wordt geïnstalleerd, moet ervoor worden gezorgd dat de uitlaatlucht uit het plafondgebied wordt gehaald. De uitlaatlucht moet direct in de atmosfeer worden uitgestoten.

TIP

De minimale vrije doorsnede 'A' van de luchtinlaat/luchttuitlaat van de installatieruimten van de WKK-eenheid wordt verkregen uit de volgende vergelijking:

$A = 10P + 175 = \text{vrije dwarsdoorsnede (cm}^2\text{)}$

$P = \text{maximum aangegeven elektrisch vermogen van de generator, kW}_{el}$

Voorbeelden:

$22 \text{ kW}_{el} = 395 \text{ cm}^2$ en $30 \text{ kW}_{el} = 475 \text{ cm}^2$

Verdere eisen voor installatieruimten van WKK-eenheden:

Installatieruimten van WKK-eenheden moeten zodanig zijn bemeten dat de warmtekrachtkoppelingen goed geïnstalleerd, bediend en onderhouden kunnen worden. Dit is meestal het geval als de WKK-eenheden aan drie zijden toegankelijk zijn. Deuren moeten openen in de ontsnappingsrichting. Als de WKK-eenheden in containers worden gebruikt, moet latere vervanging zonder problemen mogelijk zijn. De door de fabrikant van de WKK-eenheid voorgeschreven luchtstroomparameters moeten op betrouwbare bereikbaar zijn in de installatieruimte van de WKK.

De WKK-eenheid moet op zijn funderingen worden gemonteerd en zodanig worden geïnstalleerd dat de trillingsbelasting van het apparaat lager is dan de trillingsniveaus die zijn toegestaan voor continue werking.



Voor verdere informatie over installatieruimten, zie DIN ISO 10816-6.

Vloerafvoeren moeten een olie-opvang hebben. Als alternatief kan een verzamelreservoir om het gehele volume olie op te vangen onder de motor geplaatst worden.

Het moet mogelijk zijn om de WKK-eenheid op elk gewenst moment te uit te schakelen door middel van een verlichte schakelaar buiten de installatieruimte. De schakelaar moet een duidelijk zichtbaar, duurzaam label 'Noodstop-schake-

laar – CHP-eenheid' hebben en moet toegankelijk zijn. Dezelfde eisen gelden voor elektrisch bediende afsluitkleppen. Twee afsluitkleppen moeten in de gasleiding stroomopwaarts van elke motor worden geïnstalleerd. De kleppen moeten automatisch sluiten als de motor stopt. De tussenruimte moet regelmatig gecontroleerd worden op lekken. Als de toevoering naar de motor een constante stroomopwaartse druk > 5 mbar (5 hPa) heeft, zelfs wanneer de motor is gestopt, is automatische bewaking van de tussenruimte vereist.

Deuren moeten naar buiten open gaan en moeten afsluitbaar zijn.



Organisatorische beschermingsmaatregelen

Het gasdetectieapparaat moet worden onderhouden volgens de instructies van de fabrikant. Gaswaarschuwingssystemen moeten regelmatig, minstens een keer per jaar, getest worden. Gebruiksaanwijzingen moeten worden opgesteld voor gevallen waarin het alarm wordt geactiveerd door het gaswaarschuwingssysteem of een storing in het gaswaarschuwingssysteem.



Classificering van Ex-zones

Technisch lekdichte gashoudende installatieonderdelen gecombineerd met adequate organisatorische maatregelen, periodieke inspectie op lekkage. Bewaking van de installatieruimte voor potentieel explosieve atmosferen: bijv. bij 20% LEL activering van alarm en maximalisatie van ventilatorvermogen (minimaal vijf luchtverversingen per uur), bij 40% LEL automatische uitschakeling van de gasvoorziening.

Geen zonering nodig.

Inspecties en tests

Om de exploitatie van de installatie blijvend veilig te maken, moeten zowel de eerste als de verschillende periodieke herhalende inspecties en testen worden uitgevoerd voor de gehele installatie, onderdelen van de installatie en de documentatie.

De inspecties en testen kunnen worden verdeeld in de volgende afzonderlijke segmenten:

- ▶ structurele veiligheid
- ▶ explosieveiligheid
- ▶ systemen onder druk
- ▶ elektrische installaties
- ▶ bescherming van waterbronnen
- ▶ Beheersing van verontreinigingen
- ▶ functionele veiligheid
- ▶ brandbeveiliging
- ▶ bedrijfsorganisatie

De inspecties en testen moeten worden uitgevoerd door speciaal opgeleide deskundigen of door personen die bevoegd zijn om inspecties en testen uit te voeren. Naast de nodige training en specifieke kennis (inclusief professionele ervaring op het gebied van biogas) moeten de inspecteurs de benodigde test- en inspectieapparatuur tot hun beschikking hebben. Bewijs van naleving van deze eisen dient te worden verstrekt.

Met inachtneming van de respectievelijke nationale eisen, worden de volgende soorten inspecties en testen aanbevolen voor biogasinstallaties:

1. Documentinspectie: controles om te waarborgen dat de documentatie compleet, correct en actueel is.
2. Visuele inspectie en functionele test: controles of de technische en organisatorische veiligheidsmaatregelen volledig en correct zijn en goed werken.



TIP

Gezien het grote aantal verschillende periodiek herhalende inspecties en testen is het zinvol een inspectie- en testplan op te stellen dat alle noodzakelijke inspecties en testen en de contactgegevens van de inspecteur/testingenieur in elk geval weergeeft.

De Duitse Biogasvereniging beschouwt de volgende inspecties en tests van biogascentrales als het minimaal vereiste (zie tabel 7):

Tabel 7: De Duitse Biogasvereniging beschouwt de volgende inspecties en tests van biogascentrales als het minimaal vereiste

Testobject	Testfrequentie
Brandblussers	Om de 2 jaar
Veiligheidsuitrusting (bijv. gaswaarschuingsapparatuur, ventilatiesystemen en inertiseringsapparatuur)	Minstens een keer per jaar
Apparatuur, beveiligingsystemen en veiligheidssystemen	Om de 3 jaar
Explosieveiligheidstest (algemeen)	Vóór inbedrijfstelling en periodiek minstens elke 6 jaar
Inspectie voor de naleving van de waterwetgeving	Vóór de inbedrijfstelling, dan om de 5 jaar, in waterbeschermingsgebieden om de 2,5 jaar
Veiligheidsgerelateerd testen	Vóór de inbedrijfstelling, dan elke 3 of 5 jaar (afhankelijk van goedkeuring)
Elektrisch testen van schakelapparatuur/'E-Check'-inspectie)	Om de 4 jaar
Drukvalen	Externe inspectie om de 2 jaar Interne inspectie om de 5 jaar Sterktetest om de 10 jaar

De resultaten van de inspecties en tests moeten worden gedocumenteerd in een testrapport, dat ten minste de volgende informatie moet bevatten:

1. Identificatie van de installatie
2. Datum van inspectie of test
3. Soort inspectie of test
4. Basis voor de inspectie of test
5. Omvang van de inspectie of test
6. Effectiviteit en werking van de genomen beschermende maatregelen
7. Resultaat van de test en de datum van de volgende periodieke test
8. Notities en testcertificaten moeten worden bewaard op de locatie van de installatie en beheerd gedurende de gehele gebruiksduur van de installatie. Daarnaast is het raadzaam om een exemplaar op een andere locatie te bewaren.

Opwerken van biogas tot biomethaan

Het ruwe biogas dat in de installatie wordt geproduceerd, wordt onderworpen aan een basisreiniging voorafgaand aan gebruik in de WKK-eenheid (zie figuur 13). Dit bestaat over het algemeen uit ontwatering (drogen), H₂S-reductie en verwijdering van meegevoerde vaste stoffen. Echter, als biogas bedoeld is als vervanging voor aardgas, als brandstof of in samengeperste vorm in drukcilinders, is verdere opwerking van het gas vereist, wat hoofdzakelijk de scheiding van methaan en kooldioxide omvat en de verdere verwijdering van ongewenste gasvormige bestanddelen (H₂S, NH₃ en andere sporengassen). Bij het opwerken van biogas is een extra technische faciliteit vereist, de veiligheidsaspecten hiervan worden hieronder uiteengezet.

Aangezien ruw biogas een mengsel is van verschillende gewenste en ongewenste bestanddelen, zijn een basisreiniging en fijne reiniging vereist. Basisreiniging van het ruwe biogas vindt gewoonlijk plaats bij de biogasproductie-installatie (vergister) en fijne reiniging of zuivering bij de biogasopwerkinstallatie.

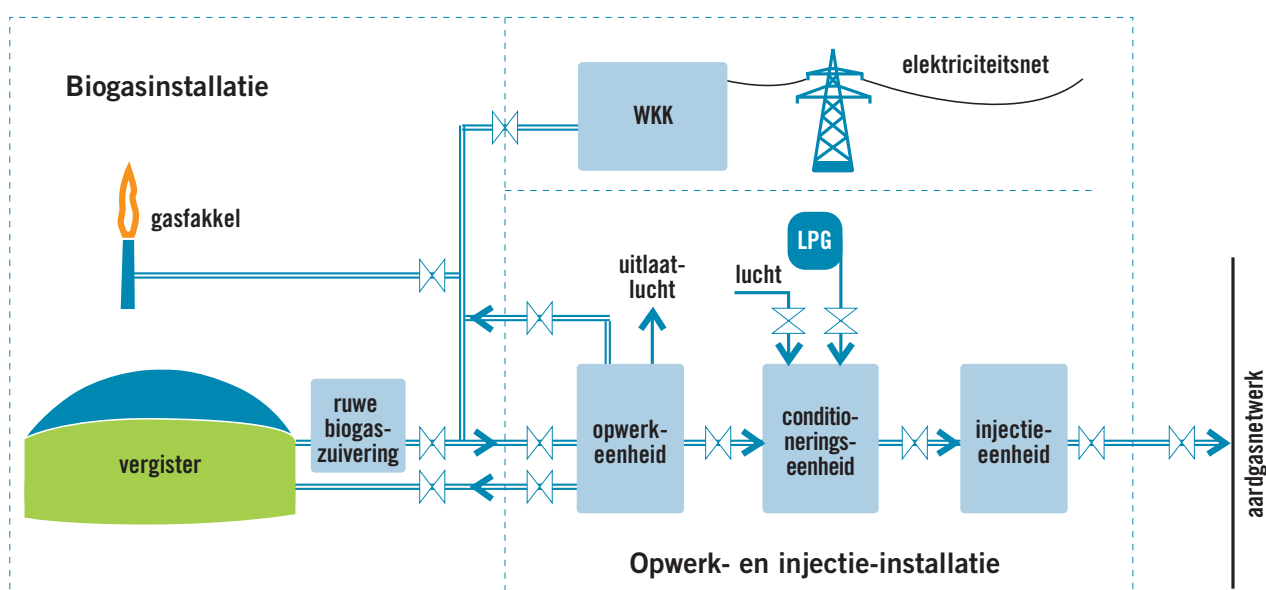
Om het verbeterde biogas (biomethaan) aan te passen aan de kwaliteitsnormen van het aardgasnet en/of aan de eisen van aardgasverbruikers (aardgasvoertuig, gasbrander, WKK enz.), moet verdere conditionering (bijv. aanpassing van het methaangehalte en de calorische waarde, enz.) worden uitgevoerd, afhankelijk van de nationale voorschriften. Deze behandeling vindt plaats in biogasconditioneringsinstallaties. Voordat het opgewerkte biomethaan wordt geïnjecteerd in het opgegeven aardgasnet zijn verdere stappen nodig: drukaanpassing, drukbeveiliging, gasmeting en indien nodig odorisatie.



Biogasopwerkeenheid

Afhankelijk van de respectievelijke nationale eisen (wetten, verordeningen en regelgeving) kunnen verschillende onderdelen van de biogasopwerkingsinstallatie verschillende gebruikers hebben en kunnen zij onder de aandacht komen van belanghebbenden met verschillende bevoegdheden: de biogasinstallatie-gebruiker, de gasleverancier/gasnetwerkbeheerder en/of de bevoegde autoriteiten. Verantwoordelijkheden in de verschillende delen van de installatie dienen te worden gedefinieerd volgens deze competenties en schriftelijk vastgelegd te worden.

Figuur 13: Procesdiagram voor een biomethaanopwerkings- en injectie-installatie



Opwerken van biogas tot biomethaan

De kwalificatie-eisen van de gebruikers moeten voldoen aan de nationale eisen. Hetzelfde geldt voor gespecialiseerde bedrijven die betrokken zijn bij de planning, de bouw, de exploitatie en het onderhoud van de installaties. Regelmatige trainingsmaatregelen moeten verplicht zijn om technische kennis te updaten met de laatste bevindingen en technische vereisten. Om organisatorische redenen is het raadzaam een plan op te stellen van de organisatiestructuur voor de installatie als geheel.

Daarnaast moet een plan van organisatieprocedures worden opgesteld (registreren van storingen: controle, oorzaken, enz.) samen met operationele documentatie (informatie-overdracht, inspecties, tests, incidenten, werkinstructies, enz.).



Te documenteren:

- ▶ *gehouden briefings en instructiesessies*
- ▶ *inspecties en tests*
- ▶ *incidenten*
- ▶ *werkinstructies*



Technische beschermingsmaatregelen

De odorisatie (toevoegen van een geurstof als waarschuwing) van aardgas/biomethaan is een belangrijke veiligheidsmaatregel omdat gezuiverd aardgas/biomethaan vrijwel geurloos is. Om ervoor te zorgen dat lekkage in leidingen of delen van de gasinstallaties binnenshuis tijdig worden opgemerkt, worden om veiligheidsredenen specifieke voorgeschreven waarschuwingsgreuren aan het aardgas/biomethaan toegevoegd. De geur van het geodoriseerd gas moet daarom niet bekend zijn voor mensen uit hun dagelijks leven, bijvoorbeeld uit keukens of een huishoudelijke omgeving.

De opgewerkte biomethaan moet worden aangepast volgens de odoriseringsvereisten van het gasnet waarin het moet worden geïnjecteerd. Dit houdt gewoonlijk in het gebruik van zeer vluchtige, organische zwavelverbindingen met een kenmerkende geur, zoals tetrahydrothiofeen (THT), wat ruikt naar verrotte eieren, en mercaptaanmengsels.

Nationale voorschriften moeten in acht worden genomen bij de planning, de bouw en het onderhoud van leidingen in biomethaanfabrieken en externe gebieden, en bij de keuze van materialen. Alle dergelijke werkzaamheden moeten altijd door speciaal opgeleid personeel worden uitgevoerd.

De keuze van de installatiecomponenten moet volgens de praktische vereisten van de installatie worden gemaakt (gas-kwaliteit, corrosieve bestanddelen van het gas, inwendige druk, klimaat, geografische ligging). Potentiële vervorming, verbuiging en lineaire expansie moeten in aanmerking worden

genomen worden bij het installeren van de leidingen, in overeenstemming met de installatiespecifieke voorschriften. Als verwacht wordt dat condensaat wordt gevormd (voornamelijk van toepassing op biogasleidingen), dienen de leidingen met een helling te worden aangebracht en te worden voorzien van condensaatafscheiders op de lage punten van de installatie.

Het is bijzonder belangrijk dat de muurdoorvoeren voor gasleidingen corrosiebestendig en spanningloos zijn. Gashoudende leidingen moeten altijd corrosiebescherming, ontstekingsbescherming en potentiaalvereffening hebben en ze moeten duidelijk kunnen worden geïdentificeerd door een kleurcodering of etikettering.

Als gasleidingen potentieel blootgesteld worden aan mechanische schade (bijv. door voertuigen of ander verkeer), moeten ze beschermd worden door botsbescherming. Als gasleidingen worden gelegd op grond van een derde of op openbare grond, moet rekening gehouden worden met vergunningen/concessies voor het oversteken van het land (bijv. wegen en spoorlijnen) en het leggen van de leidingen.

Gasleidingen moeten worden gecontroleerd om te waarborgen dat er vóór de installatie niets mis mee is. Nationale richtlijnen inzake leidingafdekking, leidingtrajecten en vulling van de leidinggoot (bijv. op hellende locaties) moeten in acht worden genomen.

Gasleidingen moeten na de eerste installatie en na belangrijke veranderingen onderworpen worden aan een drukproef met inachtneming van de desbetreffende voorschriften (testprocedure, testduur, testmedium, testdruk, persoon die de test mag uitvoeren, enz.). Als de bedrijfsdruk tijdens het gebruik verandert, moeten de in deze omstandigheden relevante voorschriften worden nageleefd.



Documentatie voor leidingen:

- ▶ *details van het ontwerp van de gasleidingen (druk, nominale diameter ...)*
- ▶ *gegevens constructieanalyse*
- ▶ *certificaat van bekwaamheid van de uitvoerende ondernemingen*
- ▶ *up-to-date werktekeningen en plannen van de huidige inventaris aan voorzieningen en uitrusting*
- ▶ *leidingboek (documentatie van laswerk, verificatie van kwaliteitseisen)*
- ▶ *testrapporten/acceptatiecertificaat*

Bij het uitvoeren van werkzaamheden aan de gasinstallatie moet deze veilig drukloos worden gemaakt naar de open lucht en geïnertiseerd worden. Voorafgaand aan werkzaam-

Opwerken van biogas tot biomethaan

heden aan de gasinstallatie dient een controlemeting te worden uitgevoerd om gevaarlijke Ex-zones uit te sluiten. Na onderhouds-/reparatiewerkzaamheden en voordat de werking wordt hervat, moet de desbetreffende eenheid onderworpen worden aan een lekproef en een functionele test. De nodige testen moeten worden uitgevoerd door gekwalificeerde professionals en moeten gedocumenteerd worden. Indien nodig moet zuurstof in het gassysteem verwijderd worden en moet het systeem met procesgas worden gespoeld voordat de bedrijfsvoering wordt hervat. De hervatting van de bedrijfsvoering moet worden overeengekomen en gecoördineerd met de personen die verantwoordelijk zijn voor de stroomopwaartse en stroomafwaartse delen van de installatie.

Alleen goedgekeurde gespecialiseerde bedrijven/geschoolde werknemers mogen laswerk verrichten aan leidingen en gashoudende systemen. Gedetailleerde beschrijvingen van uitrusting, inrichtingen, proceduretests, kwaliteit van het laswerk en het testen van de las staan in de nationale regelgeving (in Duitsland: DVGW GW 350 en G472). Laswerkzaamheden aan gashoudende installatieonderdelen zijn niet toegestaan in installatieruimten (uitzonderingen kunnen mogelijk zijn indien deze te rechtvaardigen zijn).

De betreffende nationale voorschriften moeten in acht worden genomen wanneer werkzaamheden worden uitgevoerd op onder druk staande installatieonderdelen.



Organisatorische beschermingsmaatregelen

Indien verwacht wordt dat condensaat zal worden gevormd, moeten de leidingen en condensaatafvoersystemen regelmatig worden onderhouden en gereinigd. Leidingen boven de grond moeten jaarlijks gecontroleerd worden op lekkage. Er moeten indien nodig kortere termijnen worden gepland voor compensatoren en andere gespecialiseerde onderdelen (gevaaranalyse). Om de twee jaar moeten de leidingen boven de grond (inclusief de leidingbescherming) worden gecontroleerd om te waarborgen dat ze in goede staat verkeren en om te controleren op externe corrosie. Indien nodig moet de UV-bescherming van kunststof leidingen worden gerepareerd.

Biomethaanfabrieken en hun onderdelen moeten worden onderhouden en gerepareerd volgens de instructies van de fabrikant (methode, intervallen etc.). In principe wordt onderscheid gemaakt tussen drie soorten onderhoud:

- ▶ gepland onderhoud (vaste termijnen)
- ▶ Conditieafhankelijk onderhoud (na beoordeling van de toestand van de installatie)
- ▶ corrigerende onderhoud (geïnitieerd omdat er een storing is ontstaan)

Voordat onderhoudswerkzaamheden worden verricht, is een individuele gevaaranalyse vereist, met gespecificeerde beschermende maatregelen. Dit moet worden afgesproken met alle gebruikers van de installatie (biogasproductie, reiniging, conditionering en injectie).



Alle personen die zijn aangewezen om bij de installaties onderhoudswerkzaamheden verrichten, moeten gekwalificeerd, goedgekeurd en betrouwbaar zijn en speciale instructies hebben ontvangen. Dit geldt zowel voor eigen personeel als voor externe bedrijven en medewerkers. Duitse regelgeving vereist bijvoorbeeld dat bepaalde werkzaamheden, namelijk functioneel testen, onderhoud, reparatie en hervatting van de werking, altijd door twee personen moeten worden verricht, waarvan ten minste één de nodige deskundigheid moet hebben en de ander minimaal de relevante instructies moet hebben ontvangen.

Onderhouds- en reparatiewerkzaamheden moeten systematisch worden voorbereid. Dit betekent dat noodzakelijke beschermende uitrusting (bijv. ademhalingsbescherming, waarschuwingsapparatuur, brandblussers enz.) beschikbaar gesteld moet worden. Het is ook raadzaam om een werkprogramma en overzichtsplan op te stellen waarin alle relevante activiteiten en installatiescomponenten duidelijk zichtbaar zijn. Waar nodig, moeten geautomatiseerde processen in het systeem worden omgezet in handmatige bediening voordat onderhouds- of reparatiewerkzaamheden worden uitgevoerd.

Een individuele persoon moet benoemd worden als verantwoordelijk voor de veilige werking en de veiligheid van de installatie, en moet de nodige bevoegdheden krijgen. Om gevaar te voorkomen, moet een oproepdienst bij de fabriek zelf of bij een externe dienstverlener worden geregeld, zodat permanente stand-by back-up-service (24 uur/7 dagen) is gewaarborgd. In Duitsland moet bijvoorbeeld de oproepdienst binnen max. 30 minuten aanwezig kunnen zijn in de installatie om tijdig te kunnen reageren op storingen.

Instrumentatie- en regel- (I & C) systemen moeten minstens eenmaal per jaar en na elke onderhoudsoperatie door een gekwalificeerde professional worden gecontroleerd om ervoor te zorgen dat ze in goede staat zijn. De gebruiker van de installatie moet hiervoor een testplan opstellen.

Alle testen, meetrapporten, enz. moeten schriftelijk of elektronisch worden gedocumenteerd en zolang worden bewaard als nodig is (minimaal twee onderhoudsintervallen). Structurele veranderingen bij de installatie moeten gedocumenteerd worden. Andere testen moeten worden uitgevoerd overeenkomstig de algemene testvereisten voor biogasinstallaties (elektrische veiligheid, explosieveiligheid, enz.).

Aanbevelingen voor een veilige installatie

Aangezien biogas onder zeer uiteenlopende juridische vakgebieden valt (landbouw, afvalbeheer, energie-industrie, gezondheid en veiligheid op het werk enz.) en een relatief jonge technologie is, zijn er in veel landen geen biogas-specifieke eisen wetten, verordeningen of regelgeving. Hetzelfde geldt ook voor de internationale normalisatie. Er worden eerste pogingen gedaan om een internationaal gecoördineerde reeks regels en standaarden voor biogas te ontwikkelen (ISO TC 255 'Standaardisatie op het gebied van biogas').



BRON: ISTOCK_FRANK RAMSPOTT

Gevestigde en erkende brancheorganisaties spelen een cruciale rol bij het accorderen, ontwikkelen, introduceren en implementeren van veiligheidsspecifieke normen. De belangen en behoeften van de belangengroepen in de biogas-industrie kunnen zo worden samengevoegd voor het beste effect en de maximale graad van acceptatie. De Duitse Biogasvereniging heeft bijvoorbeeld sinds de oprichting van de vereniging debatten gevoerd over veiligheid binnen de eigen veiligheidswerkgroep en heeft dienovereenkomstig aanbevelingen uitgebracht. De werkgroep bestaat uit experts op vrijwillige basis aan de werkgroep deelnemen en die werkzaam zijn op verschillende veiligheidsgelateerde gebieden van de biogasindustrie. De werkgroep ondersteunt de Duitse Biogasvereniging en haar leden bij het omgaan met vragen en problemen.

In de internationale context zijn er heel verschillende manieren van omgaan met de gevolgen van ongevallen. In sommige landen wordt elk ongeval, hoe klein ook, geregistreerd en serieus genomen en worden de oorzaken herleid om, indien mogelijk, eventuele ongevallen in de toekomst te vermijden. In deze landen worden biogasinstallaties tegen-

woordig meestal veilig geëxploiteerd. In andere landen is dit niet het geval; maar al te vaak is het principe 'een mensenleven is weinig waard'. De verantwoordelijken worden niet consequent ter verantwoording geroepen. Deze verschillen in veiligheidscultuur zijn een cruciale factor in de veilige werking van installaties. De inspanningen om regelgeving op het gebied van veilig biogas vast te stellen en te implementeren, moeten in alle landen zo streng mogelijk worden uitgevoerd.

Een zeer belangrijk element van het wettelijk kader dat bedoeld is om een veilige biogasexploitatie te waarborgen, is de kwestie van verantwoordelijkheid. In veel landen vindt er, wanneer er ongevallen optreden, een grondig onderzoek plaats naar wat het ongeval veroorzaakte en wie er verantwoordelijk voor is. Als het ongeval ernstig is, zijn de politie, deskundige beoordelaars, brandweer, de werkgeversaansprakelijkheidsverzekering of andere instellingen meestal betrokken bij het onderzoek. De vraag wie financieel aansprakelijk is voor de schade is ook relevant voor verzekeringsmaatschappijen. Als er regels en voorschriften zijn genegeerd, kunnen de verantwoordelijken onderhevig zijn aan ernstige sancties (boetes of zelfs gevangenisstraf).

Helaas is in veel landen de verantwoordelijkheid niet duidelijk vastgelegd, of de regels en voorschriften worden niet consequent toegepast. Een zeer cruciale aanbeveling is daarom dat in elk land waar industriële biogasinstallaties worden geëxploiteerd, absoluut bepaald moet worden wie in het geval van een ongeval verantwoordelijk is. Deze regels moeten streng worden gehandhaafd.

Het is meestal zo dat de gebruiker van de biogasinstallatie een hoge mate van verantwoordelijkheid draagt. Hij is verantwoordelijk voor de veilige werking van de installatie en is doorgaans persoonlijk aansprakelijk. Als bouwwerkzaamheden slecht zijn uitgevoerd en goedkeuring niet op de juiste wijze is toegestaan of andere regels en voorschriften zijn overtreden, kunnen andere bedrijven of instellingen ook verantwoordelijk zijn.

Aanbevelingen voor een veilige installatie

1. Aanbevelingen voor het juridische kader

- ▶ Om overlappingsen te voorkomen in verband met veiligheidsgerelateerde kwesties en competentiegebieden, dient het veiligheidsbeginsel bij biogasinstallaties ideaal te worden behandeld door slechts één ministerie en de bijbehorende autoriteiten en agentschappen.
- ▶ In Duitsland worden alle aspecten van de wet inzake bouw, afvalbeheer, milieu en arbeids- en industriële gezondheid en veiligheid die relevant zijn voor de opbouw en exploitatie van een biogasinstallatie, bestudeerd in het kader van het vergunningsproces voor biogasinstallaties. In veel landen is er echter geen juridisch instrument dat in een soortgelijke uitgebreide inspectie en wettelijke goedkeuring voorziet.
- ▶ Als er structuren worden opgezet op de nieuwe biogasmarkten die uitgebreide of zelfs biogasinstallatiespecifieke vergunningenprocedures vaststellen, is het bijzonder belangrijk om veiligheidsgerelateerde en functionele aspecten op te nemen (zoals deskundige planning, ontwerp van de installatie, keuze van componenten, enz.) in het vergunningsproces. Dit kan dan ook door technische deskundigen worden beoordeeld, als het onrealistisch is dit te verwachten van officiële overheidsinspecties.
- ▶ Om problemen met verschillende of niet-gecoördineerde procedures voor de vergunningverlening en het toezicht op biogasinstallaties te minimaliseren of te voorkomen, is het van groot belang dat biogasinstallaties in het hele land op dezelfde manier behandeld worden. Het is daarom raadzaam een uniform regelgevingskader op te stellen dat nationaal geldt (wet, regelgeving of technische code). Het regelgevingskader moet een “state of the art” definiëren voor biogasinstallaties die in overeenstemming is met de internationale eisen. Dit kader moet alle relevante eisen bevatten in één centrale verzameling bepalingen en voorschriften, moet gemakkelijk toegankelijk en gemakkelijk te begrijpen zijn en moet regelmatig worden bijgewerkt.
- ▶ Om de veilige werking van biogascentrales te waarborgen, is het raadzaam om te overwegen een systeem met deskundige beoordelaars voor biogascentrales in te voeren om de vergunningverlening aan biogasinstallaties te bestuderen en op de planning, de bouw en de werking van biogascentrales te kunnen toezien op het moment van inbedrijfstelling en met periodieke tussenpozen. De ervaring die opgedaan wordt met de beoordelingen moet worden verzameld en geanalyseerd. Deze bevindingen kunnen dan de basis vormen voor eventuele aanpassingen die binnen het regelgevingskader moeten worden aangebracht.
- ▶ Ervaringen uit gevallen met schade of ongevallen moeten worden geregistreerd en vervolgens geëvalueerd op basis van uniforme criteria. De resultaten kunnen ook nuttige informatie bieden om oplossingen te vinden voor problemen en mogelijkheden voor optimalisatie. De laatste bevindingen en inzichten uit de biogasindustrie moeten gemakkelijk toegankelijk gemaakt worden met regelmatige publicaties, technische informatiebladen en op conferenties.
- ▶ Om de veilige werking van biogascentrales te waarborgen, is het zinvol om te voldoen aan de Europese normen en richtlijnen die in deze publicatie worden genoemd, zoals DIN EN 60529 (Mate van bescherming door behuizingen (IP-code)).
- ▶ Constructieve positieve samenwerking tussen planners, gebruikers, autoriteiten en nationale biogasverenigingen (door werkgroepen, standpuntnota's, ervaringsuitwisseling, enz.) is van cruciaal belang om de veilige werking van biogascentrales te bevorderen.

2. Training in de industrie

- ▶ Gebruikers van biogasinstallaties zouden voorafgaand aan het opstarten een erkende gebruikerstraining en veiligheidstraining moeten hebben voltooid. De inhoud van deze training moet gekozen worden volgens installatiespecifieke parameters (grootte, substraten, enz.) en de nationale voorschriften.
- ▶ De eerder verworven deskundige kennis van de gebruikers op het gebied van biogas moet regelmatig worden opgefrist.
- ▶ Gespecialiseerde bedrijven die zich bezighouden met planning, constructie, exploitatie en onderhoud, moeten een beroep kunnen doen op gedefinieerde en controleerbare deskundige kennis, die ook regelmatig moet worden vernieuwd.
- ▶ Het werken aan gevaarlijke onderdelen of componenten moet worden uitgevoerd door gekwalificeerde en gespecialiseerde bedrijven, eventueel onder toezicht.

Bijlagen

Annex 1: Gevaaranalyse

Algemene informatie over de biogasfabriek						
Gebruiker:			Toegewezen taken [datum]:			
			Aantal werknemers:			
Datum:						
Personen die betrokken zijn bij de gevaaranalyse:						
Handtekeningen:						
1. Algemeen deel						
1.1 Algemene gevaren – organisatie						
Werkterrein	Gevaar	Beschermingsmaatregel	Vervuld			Geïmplementeerd Wie/wanneer
			Ja	Nee	Niet verplicht	
Verantwoordelijkheid	Taken, verantwoordelijkheden en competenties zijn niet duidelijk of niet goed geregeld.	De gebruiker is verantwoordelijk voor alle taken, verantwoordelijkheden en competenties. Afwijkingen worden gedocumenteerd.	☐	☐	☐	
		Externe bedrijven krijgen instructies van de gebruiker.	☐	☐	☐	
Selectie van werknemers	Tewerkstelling van ongekwalificeerde personen (schade aan gezondheid, schade aan eigendommen).	Identificatie van beroepsmatige bekwaamheid voorafgaand aan tewerkstelling.	☐	☐	☐	
		Bedrijfskwalificatiecriteria (bijvoorbeeld onderwijs) worden gedefinieerd en in beschouwing genomen.	☐	☐	☐	
		Noodzakelijke rijbewijzen worden gecontroleerd.	☐	☐	☐	
		Nieuwe medewerkers ontvangen introductietraining.	☐	☐	☐	
Werk zonder passende opleiding en training	Zichzelf, andere werknemers of andere personen in gevaar brengen.	Alleen medewerkers met een passende verdere opleiding vervullen relevante taken.	☐	☐	☐	
		Medewerkers nemen deel aan relevante verdere opleidingsmaatregelen.	☐	☐	☐	
		Alleen geschikte en opgeleide personen worden tewerkgesteld.	☐	☐	☐	
Veiligheidsinstructie	Geen erkenning van gevaren of in acht name van beschermingsmaatregelen.	Medewerkers krijgen instructies over mogelijke gevaren en beschermingsmaatregelen alvorens te beginnen.	☐	☐	☐	
Werktijd	Werktijd, ontspanningstijd en pauzes worden niet nageleefd.	Kernwerktijden moeten nageleefd worden.	☐	☐	☐	
		Pauzes moeten aangehouden worden.	☐	☐	☐	
Eerste hulp	Gebrek aan eerste hulp na ongeval of plotselinge ziekte.	Beschikbaar	☐	☐	☐	
		Telefoonnummers voor noodgevallen zijn bekend.	☐	☐	☐	
		Opgeleide EHBO'er is bereikbaar.	☐	☐	☐	

Annex 2: Documentatie instructie voor onderaannemers en werknemers voor onderhoud, installatie en reparatie

Locatie / plaats van het werk (bijvoorbeeld installatie)	BIOGASINSTALLATIE	
Werkopdracht (bijv. reparatie roerwerk)	 Verantwoordelijke klant / werkgever	
Periode van het werk	Datum van tot verwachte eindtijd ☐ Raadpleging over de huidige situatie vereist, dagelijks voor aanvang van werkzaamheden	
Soort werk / werkopdracht	☐ Elektrodelassen ☐ (Afschermgas) ☐ (Elektrode) ☐ Oxyacetyleenlassen / solderen ☐ Snijbranden ☐ Slijpen / snijden..... ☐ Overig:	
Uitgevoerd door	☐ Extern bedrijf: Verantwoordelijke locatiemanager van extern bedrijf: ☐ Eigen medewerker biogasinstallatie:	☐
	Aannemer beschikt over de vereiste expertise	☐
Algemene informatie	Als werknemers van andere werkgevers blootgesteld zijn aan een hoog risiconiveau, dienen de betrokken werkgevers schriftelijk een coördinator aan te wijzen die de beschermende maatregelen afstemt: Coördinator:	☐
	Onderhoudswerkzaamheden uitgevoerd op basis van een gevaaranalyse.	☐
	De aannemer heeft de klant en andere werkgevers op de hoogte gesteld van de gevaren die voortvloeien uit zijn werkzaamheden voor werknemers van de klant en andere werkgevers.	☐
	Persoonlijke beschermingsmiddelen: selectie en indien van toepassing verplicht gebruik (veiligheidsschoeisel, gehoorbescherming, valbescherming, vlamvertragende kleding, chemisch bestendige beschermende kleding, beschermende handschoenen, bril, ademhalingsmasker, enz.).	☐
	Inachtneming van informatieborden, verplichtende borden en verbodstekens.	☐
	Opmerking: In het gebied van de ontvangende apparatuur kunnen giftige, zeer giftige, kankerverwekkende, mutagene of reprotoxische afzettingen aanwezig zijn als gevolg van toevoeging van additieven en hulpstoffen (bijvoorbeeld sporenelementen). In dit geval is het noodzakelijk de bepalingen op het veiligheidsinformatieblad te volgen, met name met betrekking tot persoonlijke beschermingsmiddelen, en alleen geschikt en geïnstrueerd personeel moet worden aangewezen voor de taak.	☐
	Machines beveiligd om onbedoeld opstarten te voorkomen en voorzien van etikettering?	☐
	Opmerking: Er is vaak geen verbinding met het mobiele netwerk in tanks van staal en gewapend beton.	☐
	Transport- en ontsnappingsroutes vrij gehouden.	☐
	Brandblussers, EHBO-dozen en elektrische distributiekasten niet geblokkeerd.	☐

Bijlagen

Inwerken	Werkprocedures, mogelijke gevaren, goed gebruik van veiligheidsmaatregelen en milieubeschermende apparatuur besproken. Noodplan uitgedeeld.	☐
	Alle opdrachten worden altijd onder toezicht uitgevoerd.	☐
	Alleen werken zonder toezicht verboden.	☐
	Aandacht wordt gevestigd op gebieden met een potentieel explosieve atmosfeer.	☐
	Aandacht wordt gevestigd op mogelijke verborgen gevaren (bijv. restenergie, verborgen kabels/leidingen, verhoogde arbeidsmiddelen, drukleidingen enz.).	☐
	Geen omzeilen of manipuleren van veiligheidsapparatuur op machines of gebouwen (bijv. overbruggen van veiligheidsgerichte contactschakelaars, in open positie vastzetten van branddeuren etc.).	☐
	Eventuele tekortkomingen (arbeidsveiligheid) die gedetecteerd worden, moeten onmiddellijk gerapporteerd worden aan de locatiemanager.	☐
	► Additieven en hulpstoffen (sporenelementen, enz.)	☐
	► Ontvlambare vloeistoffen	☐
	► Ontvlambare materialen (vaste stoffen, stof, isolatiematerialen)	☐
	► Ontploffingsgevaar door gassen/dampen	☐
	► Gevaar voor verstikking door zuurstofverplaatsende gassen CO ₂	☐
	► Gevaar voor vergiftiging door giftige gassen, zoals H ₂ S en NH ₃	☐
	► Andere gevaarlijke stoffen	☐
	Werkgebieden moeten worden beveiligd met versperringen en waarschuwingen, zodat niemand gevaar loopt.	☐
	Naleving van de gebruiksaanwijzingen, bijv. voor wielladers, machines en uitrusting.	☐
	Verbod op alcohol en andere verdoovende middelen.	☐
	Rookverbod in alle gemarkeerde gebieden.	☐
	Veilig gebruik van elektrische gereedschappen, ladders enz. is uitgelegd, aandacht besteed aan de noodzaak van visuele inspectie voor gebruik.	☐
	Noodmaatregelen voor incidenten met een milieurisico uitgelegd.	☐
Overig:		☐
Verplichte arbeidsmiddelen en arbeidsveiligheidsuitrusting	☐ Ladders, klimhulpmiddelen	☐
	☐ Valbescherming	
	☐ Helm	
	☐ Oorbescherming	
	☐ Oogbescherming	
	☐ Speciale lampen (IP-beschermingsklasse, ATEX?)	
	☐ Speciale communicatiemiddelen (IP-beschermingsklasse, ATEX?)	
	☐ Speciale liften voor gereedschap en lasgascilinders	
	Voorzien in een reddingsstation met reddings-/herstelapparatuur.	☐
	Voorzien in eerst hulpapparatuur.	☐
	Oogwasfles, wondontmettingsmiddel, eerste-hulpset voor brandwonden.	☐

Speciale maatregelen om gevaar te voorkomen tijdens het werkzaamheden waarbij vonken ontstaan	Het volgende certificaat van bevoegdheid is aanwezig (bijvoorbeeld lasserscertificaat voor laswerk aan gasleidingen):	☐
	Verwijdering van brandbare voorwerpen en materialen, inclusief stofafzettingen, binnen een straal van m.	☐
	(ook in aangrenzende ruimten = dampdicht? Lege leidingen, kabelkanalen, deuren, ventilatiekanalen?)	☐
	Biogas verwijderd uit kwetsbare gebieden?	☐
	Afdekking over risicovolle ontvlambare voorwerpen naast en onder de werkplek.	☐
	Veilige afdichting van openingen, leidingen en passages naar aangrenzende risicogebieden en tanks die in het gassysteem zijn aangesloten.	☐
	Verwijdering van potentieel brandbare bekleding en isolatiematerialen.	☐
	Regelen van potentiaalvereffening (antistatische set) en bevochtiging.	☐
	VOORZICHTIG: Bijzondere aandacht moet worden besteed aan kleine secundaire branden veroorzaakt door lasrupsen en slijpvonken.	☐
	Eliminatie van explosiegevaar in tanks en leidingen door inertisering van leidingen met N ₂ or CO ₂ ?	☐
	Beschermende ventilatie, actieve ventilatie aanzienlijk lager dan LEL Ventilatorvermogen: m ³ /h Ruimte die geventileerd moet worden: m ³ volume Ventilatiebuis (spiraalventilatieslang) m lang (Afstand van de luchttoevoerpunt naar Ex-zone/gasuitlaatpunt)	☐
	Ventilatie/extractie van gassen (gebruik uitsluitend explosiebeveiligde/ATEX blowers, bijv. lenen van brandweer).	☐
	Controlemeting met een gasdetector (bijvoorbeeld multikanaals gasmonitor) door een deskundige: batterij geladen, gecontroleerd en klaar voor gebruik, enz.? Meting van atmosfeer in werkgebied met voldoende veiligheidsafstand, b.v. CH ₄ < 0,5 %; O ₂ > 20 %, CO ₂ < 0,5 %, H ₂ S < 10 ppm, NH ₃ < 5 ppm	☐
	Voorzien in een brandwacht met blusapparatuur.	☐
Apparatuur voor eerste actie blussen beginnende branden	☐ Brandblussers (let op: houd indien mogelijk verschillende blusmiddelen gereed!) ☐ water ☐ schuim ☐ CO ₂ ☐ ABC droog poeder ☐ BC droog poeder ☐ waterslang (aangesloten) met spuitmondstuk?	
Toestemming	De genoemde veiligheidsmaatregelen moeten worden uitgevoerd. De relevante voorschriften inzake industriële veiligheid en gezondheid, gevaarlijke stoffen en preventie van ongevallen (in Duitsland: BetrSichV, GefStoffV, TRGS 529 en DGUV) moeten in acht worden genomen. In het bijzonder DGUV Reglement 113-001 (voorheen BGR 117-1) is van toepassing op inspectie en werkzaamheden in tanks, vergisters, putten, schachten en smalle ruimten onder de grond.	
Datum	Handtekening van verantwoordelijke werkgever/gebruiker van biogasfabriek	Handtekening van persoon die het werk uitvoert

Organisaties



Duitse Biogasvereniging

Angerbrunnenstraße 12
85356 Freising, Duitsland
Telefoon: +49 8161 9846-60
Fax: +49 8161 9846-70
E-mail: info@biogas.org
URL: www.biogas.org

De Duitse Biogasvereniging verenigt gebruikers, fabrikanten en planners van biogasinstallaties, vertegenwoordigers van wetenschap en onderzoek en alle geïnteresseerden in de industrie. Sinds de oprichting in 1992 is de vereniging, met ruim 4.800 leden, de meest invloedrijke organisatie in de wereld van biogas geworden. De vereniging werkt nauw samen met diverse internationale organisaties en biedt de kennis van ervaren biogasexperts aan. Dit is het resultaat van de ervaring die is verzameld bij ongeveer 9.000 biogasinstallaties in gebruik in Duitsland gedurende meerdere decennia.

De Vereniging heeft uitstekende expertise en kennis op het gebied van bijna alle aspecten van biogas-, biogasinstallaties en de exploitatie van biogasinstallatie en is betrokken bij alle officiële Duitse en diverse internationale organisaties waar normen of voorschriften voor biogascentrales worden besproken en gedefinieerd. Een voorbeeld hiervan is de bijdrage aan een ISO-werkgroep (International Organization for Standardization) om termen, definities en classificaties van biogassystemen te definiëren.

De kwestie van de veiligheid bij biogascentrales is sinds de oprichting een statutair doel van de Vereniging en wordt aangepakt door middel van de volgende activiteiten:

- evaluatie van wetenschappelijke bevindingen, praktijkervaring en feitelijke incidenten
- organisatie van een werkgroep over veiligheid en bijbehorende subgroepen
- het opstellen van kwaliteitsnormen (bijv. veiligheidsvoorschriften voor biogasinstallaties) voor de planning, de bouw en de exploitatie van biogasinstallaties
- bevordering van kennisverspreiding via conferenties en opleidingen
- Publicatie van kennis via het eigen vakblad, technische teksten en presentaties

De opleiding van biogasgebruikers is in de afgelopen jaren steeds belangrijker geworden. In het licht hiervan hebben drie Duitse verenigingen, de Duitse Technische en Wetenschappelijke Vereniging voor Gas en Water (DVGW – Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches eV), de Duitse Vereniging voor Water, Afvalwater en Afval (DWA – Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser Und Abfall e. V.) met de Duitse Biogasvereniging het Biogas Training Network opgericht in oktober 2013.

Het hoofddoel van het Biogas Training Network is het aanbieden van gestandaardiseerde, vakkundige training en voortdurende professionele ontwikkeling voor gebruikers van biogasinstallaties en personen die betrokken zijn bij de exploitatie van biogasinstallaties in heel Duitsland. Op het moment van de oprichting startte het Biogas Training Network met vijf trainingsorganisaties. Sinds juli 2016 zijn er 16 trainingsinstellingen die de opleiding aanbieden voor de kwalificatie van de gebruiker op het gebied van de veiligheid van biogasinstallaties. Tot op heden zijn er meer dan 3.500 mensen getraind via het Biogas Training Network.

Stichtingsjaar: 1992 · Aantal werknemers: 43



**Deutsche Gesellschaft
für Internationale Zusammenarbeit
(GIZ) GmbH**

Dag-Hammarskjöld-Weg 1-5
65726 Eschborn, Duitsland
Telefoon: +49 6196 79-0
Fax: +49 6196 79-11 15
E-mail: info@giz.de
URL: www.giz.de

De Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH is een wereldwijde dienstverlener op het gebied van internationale samenwerking voor duurzame ontwikkeling. GIZ heeft meer dan 50 jaar ervaring op uiteenlopende gebieden, waaronder economische ontwikkeling en werkgelegenheid, energie en milieu, en vrede en veiligheid.

Als federale nutsonderneming ondersteunt GIZ de Duitse regering – in het bijzonder het Federale Ministerie voor Economische Samenwerking en Ontwikkeling (BMZ) – en klanten in de publieke en private sector in ongeveer 130 landen om hun doelstellingen op het gebied van internationale samenwerking te behalen. Met dit doel werkt GIZ samen met haar partners om effectieve oplossingen te ontwikkelen die mensen betere perspectieven bieden en die hun levensomstandigheden op een duurzame manier verbeteren.

GIZ voert momenteel op het gebied van hernieuwbare energie meer dan 170 projecten in meer dan 50 landen uit, waarvan er meer dan 20 gericht zijn op biogas of een biogascomponent hebben. De activiteiten van deze projecten omvatten de ondersteuning van wettelijke kadervoorwaarden voor biogas, de analyse van verschillende substraten voor gebruik in biogasproductie, capaciteitsontwikkeling, samenwerking met de particuliere sector en de ondersteuning van biogasprojecten.

De publicatie werd gezamenlijk ondersteund door de volgende GIZ-projecten:

- ▶ **Sustainable Energy for Food – Powering Agriculture**
(*Duurzame Energie voor Voedsel – Krachtige Landbouw*)
- ▶ Energetic utilization of urban waste in Mexico (Enres)
(*Energetisch gebruik van stedelijk afval in Mexico*)
- ▶ Renewable energies and energy efficiency in Central America (4e)
(*Hernieuwbare energieën en energie-efficiëntie in Midden-Amerika*)
- ▶ Promoting climate-friendly biogas technology in Brazil (Probiogas)
(*Bevordering van klimaatvriendelijke biogastechnologie in Brazilië*)
- ▶ South African-German Energy Programme (SAGEN)
(*Zuid-Afrikaanse-Duits Energie Programma*)
- ▶ Support for the Moroccan Solar Plan (DKT1 1)
(*Ondersteuning voor het Marokkaanse Zonneplan*)
- ▶ Promotion of least cost renewables in Indonesia (LCORE-INDO)
(*Bevordering van de goedkoopste hernieuwbare energiebronnen in Indonesië*)

Stichtingsjaar: 2011 · Aantal werknemers: 16.400



Rijksinstituut voor Volksgezondheid
en Milieu
*Ministerie van Volksgezondheid,
Welzijn en Sport*

Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu

Antonie van Leeuwenhoeklaan 9
3721 MA Bilthoven, Nederlands
Telefoon: +31 30 274 91 11
Fax: +31 30 274 29 71
E-mail: info@rivm.nl
URL: www.rivm.nl

Het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM) zet zich al meer dan 100 jaar in voor een gezonde bevolking in een gezonde leefomgeving. Met een centrale rol in de infectieziektebestrijding en in landelijke preventie- en screeningsprogramma's. En via onafhankelijk (wetenschappelijk) onderzoek op het vlak van Volksgezondheid en Zorg, en Milieu en Veiligheid. Als 'trusted advisor' voor de samenleving. Zo ondersteunt het RIVM burgers, professionals en overheden bij de uitdaging onszelf en onze leefomgeving gezond te houden.

Het effectief bestrijden van infectieziekten, mensen gezond houden, goede zorg bieden, de veiligheid van consumenten bewaken en een gezonde leefomgeving bevorderen. Het RIVM verzamelt wereldwijd kennis over deze thema's, past die toe en verspreidt de knowhow onder beleidsmedewerkers, wetenschappers, inspecteurs en voor veel onderwerpen ook onder het algemeen publiek. Elk jaar brengt het RIVM talloze rapporten en adviezen uit over volksgezondheid en gezondheidszorg, voeding, natuur en milieu en rampenbestrijding.

Referenties en colofon

ATEX. (2014). The European Parliament. DIRECTIVE 2014/34/EU on harmonisation of the laws of the Member States relating to equipment and protective systems intended for use in potentially explosive atmospheres (recast).

BDC, D. G. (2015). Conceito de segurança para plantas de biogás. Berlin/Belo Horizonte.

Comité Européen de Normalisation (CEN). (2016). DIN EN ISO 7010. Opgehaald van <http://www.iso7010.de/iso-7010/>

DIN EN 60529: 2014-09. (kein Datum). Degrees of Protection Provided by Enclosures.

Hurst, P., & Kirby, P. (2004). Health, Safety and Environment: A Series of Trade Union Educational Manuals for Agricultural Workers. Geneva: International Labour Organisation.

Rohstoffe, F. N. (2013). Leitfaden Biogas: Von der Gewinnung zur Nutzung. Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR).

SVLFG (2012). Aktuelle Entwicklungen bei der Anlagensicherheit von Biogasanlagen aus Sicht der landwirtschaftlichen Berufsgenossenschaft. Berlin.

SVLFG. (2016). Technische Information 4. Kassel: Sozialversicherung für Landwirtschaft, Forsten und Gartenbau.

TRBA 214. (2013). Technische Regeln für Biologische Arbeitsstoffe. Abfallbehandlungsanlagen.

TRBS 1112-1. (2010). Instandhaltung. Technische Regeln für Betriebssicherheit.

TRBS 2153. (2009). Technische Regeln für Betriebssicherheit (TRBS) TRBS 2153. Vermeidung von Zündgefahren infolge elektrostatischer Aufladungen.

TRGS 529. (2016). Technische Regeln für Gefahrstoffe. Tätigkeiten bei der Herstellung von Biogas.

TRGS 727. (2016). Technische Regeln für Gefahrstoffe. Vermeidung von Zündgefahren infolge elektrostatischer Aufladung.

TRGS 900. (2016). Technische Regeln für Gefahrstoffe. Arbeitsplatzgrenzwerte.

United, N. (2015). Global Harmonized System of Classification and Labelling of Chemicals. New York and Geneva.

Opgehaald van http://www.unece.org/fileadmin/DAM/trans/danger/publi/ghs/ghs_rev06/English/ST-SG-AC10-30-Rev6e.pdf

Uitgever Fachverband Biogas e. V.
Dr. Claudius da Costa Gomez (V.i.S.d.P.),
Angerbrunnenstraße 12 · 85356 Freising · Duitsland
Telefoon +49 (0) 81 61 - 98 46 60
Fax +49 (0) 81 61 - 98 46 70
info@biogas.org, www.biogas.org

Redacteur Fachverband Biogas e. V.

Auteurs Giannina Bontempo, Manuel Maciejczyk en Lucas Wagner
Clemens Findeisen, Mareike Fischer en Frank Hofmann

Layout bigbenreklamebureau
www.bb-rb.de

Coverfoto Fotolia_mihalec

Foto's Fachverband Biogas e.V.

Statuts November 2016

ISSN 2510-487X

www.biogas-safety.org

Deze publicatie is ook beschikbaar in het Engels, Spaans, Frans, Portugees, Servisch en Indonesisch.



www.biogas-safety.com

giz Deutsche Gesellschaft
für Internationale
Zusammenarbeit (GIZ) GmbH



Fachverband
BIOGAS
German Biogas Association
www.biogas.org